


ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут будівництва, землеустрою та цивільної інженерії  
Кафедра технології та організації будівельного виробництва

## Кваліфікаційна робота бакалавра

«Зведення багатоповерхового житлового будинку у Львові»

Виконав: студент групи БтаЦІ 2022-7з  
спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
освітня програма Будівництво та цивільна  
інженерія

**Касьян В.М.** \_\_\_\_\_  


Керівник  
д.т.н., проф. **Шумаков І.В.** \_\_\_\_\_  


Рецензент  
к.т.н., доц. **Джалалов М.Н.** \_\_\_\_\_  


Харків – 2026

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

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТОВБ

д.т.н., проф.  Шумаков І.В.

06.05.2026 р.

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

**Касьяну Віталію Миколайовичу**

1. Тема роботи: «Зведення багатоповерхового житлового будинку у Львові» та керівник проекту: д.т.н., проф. Шумаков І.В.  
затверджені наказом по університету від 27.02.2026 р. № 187-03.
2. Термін подання студентом закінченої роботи: 10.06.2026 р.
3. Вихідні дані до роботи:
  - а) основні об'ємно-планувальні та конструктивні характеристики;
  - б) завдання керівника дипломної роботи бакалавра;
  - в) методичні вказівки до виконання дипломної роботи бакалавра
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що необхідно розробити)







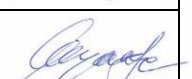
Вступ

  1. Архітектурно-будівельна частина
  2. Конструктивна частина
  3. Організація та технологія будівництва

Техніко-економічні показники об'єкта проектування

Список джерел інформації
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
  1. Архітектурно-будівельна частина: план, фасад, розріз, вузли, генплан, план покрівлі, 3 арк.
  2. Конструктивна частина: розрахунки і проектування збірної залізобетонної плити перекриття, 1 арк.
  3. Організація та технологія будівництва: технологічна карта на монтажні роботи, будівельний генеральний план, календарний графік робіт, 3 арк.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант (П.І.Б., вчений ступінь, звання)	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання виконано
Архітектурно-будівельна частина	проф. Шумаков І.В.		
Конструктивна частина	проф. Шумаков І.В.		
Організація та технологія будівництва	проф. Шумаков І.В.		
Нормоконтроль	проф. Шумаков І.В.		

7. Дата видачі завдання 06.05.2026 р.

## Календарний графік


№	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання	Примітка
1	Видача завдання на проектування керівником	30.05	
2	Архітектурно-будівельна частина	05.06	
3	Конструктивна частина	10.06	
4	Організація та технологія будівництва. Техніко-економічні показники об'єкта проектування	15.06	
5	Завершення, рецензування, попередній захист та отримання допуску до захисту. Захист.	17.06	

Студент

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

Касьян В.М.

Керівник дипломної роботи

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

Шумаков І.В.

## Зміст

Вступ	5
1 Архітектурно-будівельна частина	6
1.1 Генеральний план	6
1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі	10
1.3 Архітектурно-конструктивне рішення будівлі	10
1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	12
2 Конструктивна частина	14
2.1 Обґрунтування вибору конструкцій	14
2.2 Вибір розрахункових схем, розрахунок та конструювання несучих конструкцій	15
3 Організація і технологія будівництва	21
3.1 Загальні рішення потокового зведення об'єкта	21
3.2 Технологія та організація потокового виконання основних процесів	22
3.3 Календарний графік виконання робіт	38
3.4 Розрахунок потреби матеріально-технічних ресурсів	38
3.5 Будівельний генеральний план	41
3.6 Організація робіт підготовчого періоду	45
3.7 Санітарно-гігієнічне обслуговування працюючих на будівельному майданчику	46
3.8 Безпека виконання робіт	49
3.9 Пожежна безпека	56
Список джерел інформації	60

## Вступ

Основною метою будівництва в Україні є досягнення високого рівня механізації та якості будівельних процесів. Також важливим фактором ефективного будівельного виробництва є використання нових технологій та матеріалів. Всі ці заходи направлені на підвищення ефективності будівництва. Для успішного керівництва процесами підвищення продуктивності будівництва даного об'єкту необхідно чітко визначити основні принципи, якими необхідно керуватися, а також визначити напрямки при вирішенні тактичних задач з врахуванням основних концепцій прийнятої стратегії.

Основними принципами при вирішенні проблем будівництва є наступні:

- систематичний підхід та взаємозв'язок організаційно-технологічних та соціально-економічних аспектів організації праці та виробництва;

- збалансованість та встановлення пропорцій між натуральною виробітком машин та організаційно-економічними параметрами технічних процесів будівельного виробництва;

- суміжність будівельних процесів в загальній технологічній ланці, забезпечується досягненням кінцевої мети виробництва при максимальному їх використанні;

- малоопераційність технологічних процесів, працезберігаючий та ресурсозберігаючий підхід;

- взаємне зацікавлення всіх ланок управління та учасників виробництва в раціоналізації праці;

- поетапне рішення задач з врахуванням потенційних можливостей виробництва та розвитку фінансування будівництва.

Кваліфікаційна робота бакалавра має тему: «Зведення багатоповерхового житлового будинку у Львові». Розробка роботи здійснюється, виходячи з технологічних вимог в даному будинку, його функціонального призначення з врахуванням конкретного розташування об'єкта та умов здійснення будівництва на основі принципів індустріалізації будівництва, потокових методів його організації та комплексної механізації виробничих процесів, із забезпеченням безпеки робіт та охорони навколишнього середовища, економічності розроблюваних рішень.

У процесі розробки розділів враховувалися їх взаємозв'язок: вплив рішень, прийнятих в архітектурно-будівельній та конструктивних частинах, на технологію та організацію будівництва і, разом з тим, вплив технологічних рішень на архітектурно-будівельні та конструктивні.

Будинок складається з двох частин по вертикалі:

Підземна частина – підвальне приміщення, вузли керування, комунікації.

Наземна частина: а) цокольний поверх; б) дванадцять житлових типових поверхів.

Кожний поверх складається з трьох двокімнатних, трьох трикімнатних та однієї чотирикімнатної квартир. Виходи до підвальних приміщень розташовані під лоджіями.

Вхід мешканців будинку з вулиці здійснюється з боку подвір'я по сходах та при необхідності руху з коліскою по пандусу.

Так як будинок має дві секції, то він має дві сходові клітини та два ліфтових блока.

Крім цього на цокольному поверсі знаходяться диспетчерська по обслуговуванню ліфтів та інженерних мереж, а також підручні приміщення. Застосовується організоване водовідведення.

Будинок окрім ліфтів, сходових маршів має виходи на балкони, котрі розташовані на проміжних сходових маршах.

Квартири по своїх розрахунках та рівню комфортності перевищують типові проекти.

Загальна площа :

- 2- кімнатна квартира – 50,88 м<sup>2</sup> ; 67,28 м<sup>2</sup>
- 3- кімнатна квартира – 71,88 м<sup>2</sup> ; 82,14 м<sup>2</sup>
- 4- кімнатна квартира – 90,0 м<sup>2</sup>.

В коридорах передбачається комори, вбудовані шафи. Кожна квартира має оскловану лоджію при кухні, а також лоджії при житлових кімнатах. Всі лоджії облаштовані вбудованими шафами.

Тамбури і коридори служать для проходу з вулиці в приміщення будинку.

Підсобні приміщення служать для різних потреб мешканців.

Комора служить для зберігання різного інвентарю.

## **1 Архітектурно-будівельна частина**

### **1.1 Генеральний план**

Ділянка землі під забудову проектуемого будинку є початком в забудові житлового масиву. Будівля, що проектується є етапною мірою по розширенню міської межі і будується поблизу двох автомобільних доріг з надмірним шумовим фоном. Для зменшення цих шумових факторів особа увага приділяється озелененню та зонам густих насаджень в районі.

Даний генплан прив'язаний до існуючій карти міста будівельною сіткою. На генплані передбачається сполучення як в плані санітарії так і в естетичному плані розміщення газонів, квітників, клумб та інших елементів інтер'єру вулиці.

В архітектурний розділ входять такі розділи:

- горизонтальне планування,
- розміщення проектуемого будинку та існуючих об'єктів,
- автомобільні шляхи,

- об'єкти озеленення.

ТЕП генплану  
 Площа території – 3355,0 м<sup>2</sup>.  
 Площа забудови – 1158,0 м<sup>2</sup>.  
 Площа твердого покриття – 1208,0 м<sup>2</sup>.  
 Площа озеленення – 766,0 м<sup>2</sup>.

Таблиця 1.1 Експлікація приміщень цокольного поверху

№ пп.	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>
1	2	3
	Диспетчерська	
1	Тамбур	7,51
2	Вестібюль	11,32
3	Коридор	6,25
4	Кімната персоналу	9,34
5	Диспетчерська по обслуговуванню ліфтів та інженерних мереж	30,52
6	Санвузол	5,95
7	Комора	3,75
	Приміщення центру зайнятості	
8	Тамбур головного входу	6,64
9	Вестібюль	55,28
10	Коридор	100,23
11	Тамбур	2,33
12	Зал № 1	34,50
13	Зал № 2	55,91
14	Зал № 3	53,05
15	Художня студія	55,91
16	Гурток шахів	33,55
17	Лабораторія	23,79
18	Інвентарні	26,45
19	Комора для прибирального інвентарю	1,69
20	Жіночий санвузол	7,34
21	Чоловічий санвузол	11,73
22	Душова	6,67
23	Роздягальня	15,21
24	Кімната для інспекторів	14,43
25	Адміністраторська	8,20
26	Електрощитова	5,46
	Житловий будинок	
27	Мусорокамера	16,48
28	Вестібюль	9,80
29	Електрощитова житлових приміщень	6,31

30	Колясочна	8,32
31	Комора для прибирального інвентарю	4,03
33	Тамбур	2,94
34	Вестібюль	19,00
35	Мусорокамера	4,40
36	Комора для прибирального інвентарю	3,00
37	Колясочна	16,65

Таблиця 1.2 Склад квартири

Тип квартири	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>				
		житлова	додаткова	спільна	літні приміщ.	
Загальна						
1	2	3	4	5	6	7
4Б	кухня		10,63			
	туалет		1,41			
	ванна		2,84			
	коридор		19,52			
	гостинна	19,90				
	спальна	12,31				
	спальна	9,63				
	спальна	11,90				
	комора			1,60		
	шафи			3,04		
	лоджії					16,41
всього	53,80		39,04	92,84	16,41	109,25
3Б	кухня		9,80			
	туалет		1,41			
	ванна		2,97			
	комора		1,30			
	комора		3,23			
	коридор		16,43			
	гостинна	19,48				
	спальна	14,25				
	спальна	14,27				
	лоджія					5,15
	лоджія					8,22
всього	48,00		35,14	83,14	13,37	96,51
3Б	кухня		10,67			
	туалет		1,47			
	ванна		2,90			
	гостинна	19,85				
	спальна	11,04				
спальна	14,42					

	коридор		11,95			
	лоджії				15,72	
	всього	45,31	26,93	72,24	15,72	87,96
2Б	кухня		10,56			
	туалет		1,41			
	ванна		4,18			
	комора		3,05			
	лоджії				7,90	
	гостинна	19,27				
	спальна	17,62				
	коридор		12,20			
	всього	36,89	31,40	68,29	7,90	76,19
2Б	кухня		8,84			
	туалет		1,41			
	ванна		4,31			
	комора		2,87			
	лоджії				9,29	
	гостинна	18,11				
	спальна	14,72				
	коридор		9,38			
	всього	32,83	26,97	59,80	9,29	69,09
3Б	кухня		8,84			
	туалет		1,41			
	ванна		2,84			
	комора		1,28			
	ніша		0,49			
	гостинна	17,50				
	спальна	10,04				
	спальна	11,36				
	коридор		11,48			
	лоджія				3,74	
	лоджія				3,96	
	лоджія				3,96	
	лоджія				2,75	
	лоджія				3,08	
	всього	38,90	26,34	65,24	17,49	82,73
2Б	кухня		9,32			
	туалет		1,41			
	ванна		2,84			
	ніша		0,93			
	гостинна	17,83				
	спальна	11,58				
	коридор		7,60			
	лоджія				3,08	

лоджія				2,75	
всього	29,39	22.10	51,49	5,83	57,32

## 1.2 Об'ємно–планувальні рішення будівлі

Житловий будинок має в плані форму багатокутника.

Клас будинку – 3.

Ступінь відповідальності – 3.

Коефіцієнт надійності – 0,9.

Висота поверху житлової частини – 2,8 м.

Висота приміщень цокольного поверху – 3,3 м.

По вертикалі будинок складається з:

1. Підземна частина – підвальне приміщення, вузли керування, комунікації

2. Наземна частина:

а) цокольний поверх – районний центр зайнятості та його приміщення;

б) дванадцять житлових типових поверхів.

Кожний поверх складається з трьох двокімнатних, трьох трикімнатних та однієї чотирьохкімнатної квартир.

Виходи до підвальних приміщень розташовані під лоджіями. Вхід мешканців будинку з вулиці здійснюється з боку подвір'я по сходах та при необхідності руху з коліскою по пандусу. Так як будинок має дві секції, то є дві сходові клітини та два ліфтових блока. На цокольному поверсі знаходяться диспетчерська по обслуговуванню ліфтів та інженерних мереж, а також підручні приміщення. Застосовується організоване водовідведення. Будинок окрім ліфтів, сходових маршів має виходи на балкони, котрі розташовані на проміжних сходових маршах. Квартири по своїх розрахунках та рівню комфортності перевищує типові проекти.

Загальна площа :

- 2-кімнатна квартира – 50,88 м<sup>2</sup> ; 67,28 м<sup>2</sup>

- 3-кімнатна квартира – 71,88 м<sup>2</sup> ; 82,14 м<sup>2</sup>

- 4-кімнатна квартира – 90,0 м<sup>2</sup>

В коридорах передбачається комори, вбудовані шафи.

Кожна квартира має оскловану лоджію при кухні, а також лоджії при житлових кімнатах. Всі лоджії облаштовані вбудованими шафами.

За нульову відмітку беремо рівень підлоги першого поверху.

## 1.3. Архітектурно-конструктивні рішення будівлі

Повздожня жорсткість будинку здійснюється спільною роботою несучих зовнішніх та внутрішніх поздовжніх стін з диском перекриття. Жорсткість будинку здійснюється шахтами ліфтів та сходовими клітинами.

Фундаменти виконані з палів перерізом 300 на 300 мм. Марка палів БСВг. Оголовки палів замоноличені в залізобетонний ростверк на 150 мм. Висота ростверку 500 мм. Клас бетону ростверку С25/30, клас бетонної підготовки С7,5. Клас армованої сітки А400С. На стрічковий залізобетонний ростверк монтують з.б. блоки на цементно-піщаному розчині М100. Відмітка підшви ростверку -6.600 мм.

Відмітка низу підлоги підвалу -6.100 мм. Місцеву монолітну заділку стін підвалу виконують з бетону класу С7,5.

Горизонтальну гідроізоляцію виконують з 2-х шарів гідроізолу на відмітці -3.720 мм, а на відмітці -6.100 з цементно-піщаного розчину М100 товщиною 20 мм з водостійкими добавками.

Вертикальну гідроізоляцію виконують шляхом фарбування зовнішньої поверхні стін підвалу гарячим бітумом в 2 рази.

Стіни будинку запроектовані з силікатної цегли марки М250-1-4 пов., М150-5-8 пов., М75-9-12 пов.

Мурування нижніх поверхів виконують на цементно-піщаному розчині М150, верхні поверхи на розчині М100. Товщина зовнішніх стін 380 мм, внутрішніх 510-380 мм. Зовнішні стіни мають утеплювач керамзитобетон  $\rho=600\text{кг/м}^3$  товщиною 150 мм.

Внутрішні стіни штукатурять піщано-вапняним розчином.

Перегородки виконують з блоків пінобетону товщиною 100 мм. Ширина міжквартирних перегородок – 200 мм. Перегородки в санвузлах виконують з червоної цегли товщиною 65 мм.

Перекрыття та покриття виконані з збірних з/б плит з круглими порожнинами по серії 1.141-1 вип.60.63. Плити лоджії по серії 874.10р 10.2. В якості добірних елементів використовують плитні перемички серії 1.038.1-1 вип.3.

Монтаж плит перекрыття виконують згідно з ДБН «Охорона праці та промислова безпека у будівництві», монтаж виконують на розчині М100 товщиною 20 мм. Шви між плитами очищують та заповнюють розчином М150. Торці плит забивають бетоном класу С8/10 на глибину їх обпирання. Монтаж плит наступного поверху виконують після заповнення швів між плитами попереднього поверху. Після монтажу монтажні петлі загинають, а порожнини заповнюють бетоном класу С8/10, після встановлення анкерів перекрыття.

Монолітні ділянки шириною 105-210 мм виконують по серії 2.140-1 вип.1.

Покрівля виконана з 2-х шарів наплавленої руберойду. Утеплювачем є керамзитовий гравій  $\rho=700\text{ кг/м}^3$ . Покрівля має ухил в бік водоприймальних вирв  $i = 0.01-0,03$ . Видалення талих та дощових вод здійснюється крізь водоприймальні вирви. По периметру зовнішніх стін виконано парапет з огорожувальною конструкцією.

Вхідні двері в квартири і коридори - протидударні, вікна металопластикові з одинарним склопакетом, двері міжкімнатні виконані з деревини з

використанням фігурного скла. По периметру будинку виконується вимощення шириною 1 м з асфальтобетону.

#### 1.4. Теплотехнічний розрахунок

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»  $R_0$  огорожуючих конструкцій житлових будівель повинно бути не менш нормативного опору теплопередачі.

$R_{0тр}=4,0 \text{ м}^2\text{С/Вт}$  м. Львів - 1 зона (нормальна), розрахунок здійснюємо за ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»

Місто Львів відноситься згідно картосхеми температури України к 1 зоні, тобто 3501 градусо-діб.

$$R_{0.тр} \leq R_{0.ф}$$

$$R_{0.ф} = 1/\alpha\beta + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + 1/\alpha n \geq R_{0.тр}$$

де  $\alpha\beta$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій  $\alpha\beta = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$ ;

$\alpha n$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій  $\alpha n = 23 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$ ;

$$R = \delta/\lambda$$

де  $\delta$  - товщина шару, м

$\lambda$  - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару,  $\text{Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$ ;

Визначаємо температуру повітря в зимовий період за ДБН

$$t_{н5} = -23^\circ\text{С} \quad t_{н1} = -29^\circ\text{С}$$

$$t_{н3} = -23^\circ + (-29^\circ)/2 = -26^\circ\text{С}$$

Вибір даних для розрахунку  $R_{0.тр}$ :

$t_v$  - розрахункова температура внутрішнього повітря,  $t_v = 18^\circ\text{С}$ ;

$N$  - коефіцієнт залежний від положення зовнішньої поверхні,  $n = 1$ ;

$\Delta t_n$  - нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього огорожуючої поверхні,  $\Delta t_n = 6^\circ\text{С}$

1 шар - цегла керамічна звичайна  $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 0,12 \text{ м}$ ,  $S_1 = 9,2 \text{ Вт/м}^2\text{ } ^\circ\text{С}$

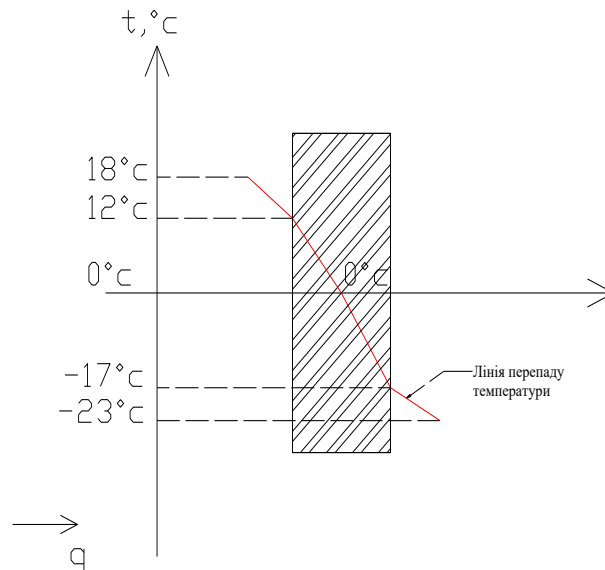
2 шар - мінераловатний утеплювач  $\gamma_0 = 60 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_2 = 0,10 \text{ м}$ ,  $S_2 = 2,87 \text{ Вт/м}^2\text{ } ^\circ\text{С}$

3 шар - цегла керамічна звичайна  $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_3 = 0,38 \text{ м}$ ,  $S_3 = 9,2 \text{ Вт/м}^2\text{ } ^\circ\text{С}$

4 шар - штукатурка з цементно- піщаного розчину

$\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_4 = 0,015 \text{ м}$ ,  $S_4 = 9,6 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$

$$R_{0.тр} = n (t_v - t_n) / \Delta t_n \times \alpha\beta = 1(18 - (-26)) / 6 \times 8,7 = 0,84 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{С/Вт}$$



Визначаємо:

$$R_{o,\phi} = 1/\alpha_n + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + 1/\alpha_v = 1/\alpha_n + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 +$$

$$\delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_v = 1/23 + 0,12/0,81 +$$

$$+ 0,14/0,17 + 0,38/0,81 + 0,015/0,93 + 1/8,7 = 1,62 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

$$R_{o,тр} = 0,84 \text{ м}^2\text{С/Вт} < R_{o,\phi} = 1,62 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

$$R_o = 1/23 + x/0,81 + x/0,17 + x/0,81 + 0,015/0,93 + 1/8,7 = 4,08 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

$$1,15x/0,1377 = 2,2 - (1/23 + 0,015/0,93 + 1/8,7)$$

$$x = 0,15 \text{ м}$$

## 1.5 Протипожежні вимоги

12-поверховий житловий будинок проєктується згідно з ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва" та НАПБ А.01.001-2014 "Правила пожежної безпеки в Україні".

До будинку передбачений під'їзд пожежних машин. Всі огорожуючі і несучі конструкції виконані із незаймистих або важко займистих матеріалів. Перелік технологічних приміщень з віднесенням їх до категорій по вибуховій, вибухо-пожежній і пожежній небезпеці показані на планах поверхів в основних комплектах. Незадимляема сходові клітина житлового будинку має вихід безпосередньо на двір.

## 2. Конструктивна частина

### 2.1 Обґрунтування вибору конструкції

Плита вироблена з попередньонапруженого залізобетону. Твердіння залізобетону відбувається в теплових камерах при природному тиску. Відпускна міцність бетону не менше 70% від проектної. Передаточна міцність бетону приймається не менше 0.8 МПа та не менше 50% від класу бетону. Плита опирається на цегляні стіни товщиною 10-15 мм. Шви між плитами зароблюють цементним розчином М100.

Плита армується арматурними зварними виробами за ДСТУ. Захисний шар бетону для сіток приймається 10 мм, а для напруженої арматури не менше 20 мм.

Для проектування плити приймаємо матеріали:

- бетон класу С25/30;
- $R_b=17$  МПа;  $R_{bt}=1.2$  МПа;  $E_b=29 \times 10^3$  МПа;
- робоча арматура напружена класу А500С;  $R_{sp}=519$  МПа;  $E_{sp}=190 \times 10^3$  МПа;
- арматура сіток та каркасарматурні сітки класу Вр-1, каркаси Вр-11, петлі А-240С

Попередньонапружену арматуру класу А-500С приймаємо електротермічним засобом з передачею зусиль на опіри форми. При розрахунку багатопустотної плити перекриття коефіцієнт надійності  $\gamma_p=0.95$ . Частина класів арматури приводиться на кресленні.

Розрахунок плити виконується по першій групі граничних станів з урахуванням вимог ДСТУ.

Розрахунок маси  $1\text{ м}^2$  перекриття

Лінолеум на теплозвукоізоляційній підоснові	-5
Зтяжка зрівнювальна М150	-35
Гравій керамзитовий $\gamma=600$ кг/м <sup>3</sup>	-40
Залізобетонна плита перекриття	-220

№ пп.	Найменування конструктивів	Нормативне навантаження		Розрахункове навантаження	
		розрахунок	кН/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	кН/м <sup>2</sup>
1	Лінолеум	0.005×10	0.05	5	0.06
2	Цементно-вирівнювальна стяжка М150	0.035×18	0.63	1.2	0.819
3	Гравій керамзитовий $\gamma=600$ кг/м <sup>3</sup>	0.045×6	0.24	1.3	0.312
4	Залізобетонні плити	0.22×0.5×25	2.75	1.3	3.025
	Всього		3.67	1.1	4.216
	прийнято		3.67		4.2

В порожнистій плиті приймаємо коефіцієнт порожності 0.5.

## 2.2 Вибір розрахункових схем, розрахунок та конструювання несучих конструкцій

Визначення розрахункової та конструктивної довжини

Приймаємо  $l=100$  мм. Обпирання плити на стіни  $L_{оп}=280$  мм,  $L_{оп}'=120$  мм  
Проліт у світі  $L_0=6000-140-190=5670$  мм

Конструктивна довжина плити  $L_k=L_0+L_{оп}+L_{оп}'=5677+280+170=6070$  мм

Розрахункова довжина плити  $L_p=L_0+L_0/2+L_0'/2=5670+280/2+120/2=5870$  мм

Визначення тиску на  $1\text{ м}^2$  погонний та внутрішніх зусиль

Розрахункове навантаження на  $1\text{ м}^2$  погонний плити:

$$q=(q_{оп}+r_{еп}+r_{пер})B=(12+1.8+0.88)1.5=10.32 \text{ кН/м}$$

Розрахунковий тиск на перекриття:

$$R_{еп}=R_{еп}'\times\gamma_f=1.5\times 1.2=1.8 \text{ кН/м}^2$$

Навантаження від маси перегородок приймаємо не менш  $0.5 \text{ кН/м}^2$

$$R_{пер}'=0.8 \text{ кН/м}^2 > 0.5 \text{ кН/м}^2$$

$$R_{пер}=0.8\times\gamma_f=0.8\times 1.1=0.88 \text{ кН/м}^2$$

Номінальна ширина плити прийнята  $B_n=1500$  мм.

$$M=qL_p^2/8=10.32\times 5.87^2/8=44.45 \text{ кНм}$$

$$Q=qL_p/2=10.32\times 5.87/2=30.3 \text{ кН}$$

Призначення поздовжнього переріза плити

$$h_{тр}=3\dots 5\times\sqrt{14}=4\sqrt{46.39}=22.2 \text{ см}$$

Приймаємо висоту плити  $220$  мм, що відповідає типовим рішенням плити перекриття. Монолітні зазори:  $L_1=40$  мм,  $L_2=10$  мм.

Конструктивна ширина плити зверху та знизу:

$$B'f=B_n-L_1=1500-40=1460 \text{ мм}$$

$$Bf=B_n-L_2=1500-10=1490 \text{ мм}$$

Товщина поперечного ребра плити  $\delta_{рп}=26$  мм. Діаметр отворів плити приймаємо  $d_0=159$  мм.

Кількість отворів в поперечному перерізі

$$n_{отв}=Bf/d_0+\delta_{рп}=1460/159+26=7.89 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $7$  отворів згідно з типовим рішенням. Товщина крайнього ребра зверху:

$$\delta_{рп1}=B'f-d_0\times n_{отв}-(n_{отв}-1)\delta_{рп}/2=1460-159\times 7-(7-1)\times 26/2=95.5 \text{ мм}$$

Визначення маси та ваги плити

Площа бруто поперечного перерізу плити:

$$A = h \times B_f = 0.22 \times 1.49 = 0.323 \text{ м}^2$$

Розрахунок міцності нормального переріза на дію моменту

Робоча висота переріза:

$$h = h - a = 220 - 25 = 195 \text{ мм}$$

де  $a$  - положення робочої арматури,  $a = 25 \text{ мм}$

Момент, який сприймає стиснута полиця переріза

Нейтральна вісь проходить в межах товщини полиці, в зв'язку з цим двутавровий переріз розглядаємо як прямокутний з розмірами  $B'f \times h$

Визначення геометричних характеристик приведенного перерізу

Розрахунковий переріз плити приймаємо у вигляді двутавра, круглі отвори замінюємо квадратними зі стороною квадрата:

$$h_1 = 0.9 \times d_o = 0.9 \times 15.9 = 14.3 \text{ см}$$

Ширина полиці зверху та знизу:

$$B'f = B_f = 149 \text{ см}$$

Ширина ребра:

$$B = B'f - n \times h_1 = 146 - 7 \times 14.3 = 46$$

Товщина полиці:

$$h_f = h_f' = h - h_1/2 = 22 - 14.3/2 = 3.8 \text{ см}$$

Площа отворів:

$$A_{\text{отв}} = n_o \times \Pi d_o / 4 = 7 \times 3.14 \times 0.159^2 / 4 = 0.139 \text{ м}^2$$

$$\text{Площа технічних схилів: } A_1 = 0.015 \times 0.22 \times 2 \times 1/2 = 0.0033 \text{ м}^2$$

$$A_p = A - A_o - A_1 = 0.323 - 0.139 - 0.033 = 0.1867 \text{ м}^2$$

По бокових поздовжніх гранях виконують заглиблення, які утворюють шпони при заповнюванні монолітних швів цементним розчином.

Об'єм бетону шпонок:

$$V = \Pi / 8 (d_1^2 + d_2^2) h_{\text{сп}} \times h_{\text{шп}} = 3.14 / 8 (0.096^2 + 0.12^2) 0.013 \times 27 = 0.0375 \text{ м}^3$$

Кількість шпонок:

$$n_{\text{шп}} = L_k - 2.5 S_2 / S_1 + 1 = 6070 - 2.5 \times 390 / 200 + 1 = 26.47 \text{ шт.}$$

приймаємо 26 шт

$S_1 = 200 \text{ мм}$ ,  $S_2 = 390 \text{ мм}$  - крок шпонок в плиті

Об'єм бетону плити:  $V = A_p \times L_k - V_1 = 1.088 \text{ м}^3$

Маса та вага плити:  $Q_{\text{св}} = V \times \gamma = 27.08 \text{ кН}$

$$P = 2500 \text{ кг/м}^3, \gamma = 25 \text{ кН/м}^3$$

При визначенні ваги плити, прискорення власного падіння приймаємо  $10 \text{ м/с}^2$ .

Знаходимо площу переріза напруженої арматури:

$$A_s = M / m_y s_6 R_s \xi h_o = 44450 / 1.15 \times 560 \times 0.938 \times 17 = 6.4 \text{ см}^2$$

Приймаємо  $\text{Ø}16 \text{ A}500 \text{ C}$ ,  $A_s = 10.05 \text{ см}^2$

### Визначення розрахункового перерізу плити

При розрахунку міцності плити конструктивний переріз змінюєм на розрахункове у вигляді двутавра.

$$V_f = V'f = 1460 \text{ мм}$$

$$h_f = h'f = h - d_o / 2 = 220 - 159 / 2 = 330.5 \text{ мм}$$

$$V = V'f - h_o \times d_o = 1460 - 7 \times 159 = 347 \text{ мм}$$

Визначення втрат попередньо-напруженої арматури:

$$\sigma_o = 0.75 \times R_{sn} = 0.75 \times 590 = 443 \text{ МПа}$$

де  $R_{sn}$  - нормативний опір арматури А500С

Визначаємо величину  $P$ :  $P = 30 + 360 / L_1 = 30 + 360 / 10 = 66.42 \text{ МПа}$

Відстань між зовнішніми гранями форми:

$$L_1 = L_n + 4m = 6.01 + 4 = 10.01 \text{ м} \approx 10 \text{ м}$$

Призначаємо передаточну міцність бетону:

$$R_{vp} = 15 \text{ МПа} > 11 \text{ МПа}$$

При визначенні втрат напруження коефіцієнт міцності натягіння приймаємо  $\gamma = 1$ .

### Визначення перших втрат напруження

Втрати від релаксації напруження конструкції

$$\sigma_1 = 0.03 \times \sigma_o = 0.03 \times 443 = 13.3 \text{ МПа}$$

- від температурного перепада:

$$\sigma_2 = 1.25 \times \Delta t = 1.25 \times 65 = 81.2 \text{ МПа}$$

- від деформації сталеві форми:

$$\sigma_5 = 0$$

- від деформації анкерів:

$$\sigma_3 = 0$$

$\sigma_3 = \sigma_5 = 0$  так як вони ураховані при визначенні повного продовження арматури.

$$\sigma_{sp} = \sigma_o - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_5 = 443 - 13.3 - 81.2 - 0 - 0 = 34.8 \text{ кН/см}^2$$

Сила обтиску

$$P_{sp} = \sigma \times A_{sp} = 34.8 \times 10.05 = 349.74 \text{ кН}$$

Ексцентрисітет сили  $P_{sp}$

$$L_{op} = 8.4 - 2.5 = 5.9 \text{ см}$$

Напруження в бетоні на рівні центра тяжіння арматури  $A_{sp}$  и  $A$ .

Площа ненапруженої арматури

$$A_{sp} = 6 \times \pi \times 3^2 / 4 = 0.565 \text{ см}^2 \text{ (прийнято конструктивно)}$$

Площа напруженої арматури

$$A_{sp} = 6 \times \pi \times 16^2 / 4 = 10.05 \text{ см}^2$$

$$\alpha_{sp} = E_{sp} / E_b = 19 \times 10^3 / 29 \times 10^3 = 6.5$$

$$\alpha_s = E'_s / E_b = 17 \times 10^3 / 29 \times 10^3 = 5.8$$

Модуль деформування арматури  $B_p-1$

Площа приведенного переріза:

$$A_{red} = A + \sum d_i \times A_{si} = 146 \times 3.8 \times 2 + 6.5 \times 10.05 + 0.565 \times 5.8 + 14.4 \times 4.6 = 1610 \text{ см}^2$$

Статичний момент приведенного перерізу відносно осі X

$$S_{red} = 146 \times 3.8(22 - 3.8/2) + 14.4 \times 46(14.4/2 + 3.8) + 146 \times 3.8 + 3.8/2 + 0.565 \times 5.8(22 \times 1.5) + 4.71 \times 6.5 \times 2.5 = 13537.94 \text{ см}^2$$

Статичний момент приведенного перерізу відносно осі X

$$I_{red} = I_b + \sum I_{si} = 146 \times 3.8^3 \times 2/12 + 146 \times 3/8(22 \times 8.4 + 0.5 + 3.8 \times 8.1^2 + 0.565 \times 5.8 \times (228.4 \times 1.5)^2 + 8.4 \times 6.5(8.4 - 2.5)^2) = 66592.9 \text{ см}^4$$

Момент опору приведенного перерізу в розтягнутій та стиснутій зонах:

$$W_{red} = I_{red}/y_o = 66592/8.4 = 792.7 \text{ см}^3$$

$$W'_{red} = I_{red}/h - y_o = 66592/22 - 8.4 = 4896.5 \text{ см}^3$$

$$\sigma_{вр} = P_{sp}/A_{red} + P_{sp} \times L_{op} \times Y_{пр}/I_{red} - M_{св}/I_{red} \times Y_{сп} = 349.74/1610.2 + 349.74 \times 5.9 \times 5.9/66592.9 - 1820 \times 5.4/66592.9 = 0.56 \text{ кН/см}^2$$

Вигинаючий момент від власної ваги плити:

$$M_{св} = q_{св} \times L^2/8 = 4.04 \times 6.01^2/8 = 18.2 \text{ кН/м}$$

$$q_{св} = Q_{св}/L \times 0.9 = 27.08 \times 0.9/6.01 = 4.04 \text{ кН/м}$$

$$\sigma_{вр}' = P_{sp} \times L_{on}(h - q_c' - d')/I_{red} + M_{св}(h - y - \alpha')/I_{red} = 349.74/1610.2 - 349.74 \times 5.9(22 - 8.4 - 1.5)/66592.9 + 1820(22 - 8.4 - 1.5)/66592.9 = 0.55 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_{вр}/R_{вв} = 0.55/1.5 = 0.37 < \alpha = 0.625$$

$$\alpha = 0.25 + 0.025 \times R = 0.25 + 0.025 \times 15 = 0.625 < 0.8$$

$$\sigma_{св} = 0.85 \times 40 \sigma_{вр} = 0.85 \times 40 \times 0.55/1.5 = 12.6 \text{ кН/м}^2 = 126 \text{ МПа}$$

$$\sigma'_{св} = 0.85 \times 40 \times 0.55/1.5 = 125 \text{ МПа}$$

Перші втрати напруження в арматурі:

$$\sigma_{Loy} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_5 + \sigma_6 = 13.3 + 81.2 + 0 + 0 + 125 = 219.5 \text{ МПа}$$

Другі втрати (по силі обтиску бетона)

Втрати від просадки бетона

$$\sigma_s' = \sigma_{св}' = 125 \text{ МПа}$$

Зусилля обтиску бетона

$$P_1 = \sigma_{сп} - \sigma'_{с} \times A'_{с} = 34.8 \times 10.05 - 125 \times 0.565 = 279.34 \text{ см}$$

$$\sigma_{спI} = 60 - \sigma_{Loc} = 443 - 219.5 = 223.5 \text{ МПа}$$

Ексцентричність сили  $P_1$ :

$$L_{opI} = \sigma_s' \times A'_{с} \times \gamma'_{с} + \sigma_{спI} \times A_{сп} \times Y_{сп}/P_1 = 12.46 \times 0.565 + 22.35 \times 10.05(8.4 - 2.5)/279.34 = 11.7$$

$$\sigma_{врI} = P_1/A_{red} + R \times L \times Y_{сп}/I_{red} -$$

$$M_{св} \times I_{св}/I_{red} = 279.34/1610.2 + 279.34 \times 5.9 \times 5.9/66592.9 - 1820 \times 5.9/66592.9 = 0.158 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_{врI} = P_1/A_{red} - P_1 \times L_{opI}(h - I_o - \alpha)/I_{red} = 279.34/1610.2 - 279.34 \times 5.91(22 - 8.4 - 1.5)/66592.9 +$$

$$+ 1820(22 - 8.4 - 1.5)/66592.9 = 0.204 \text{ кН/см}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma_{вр}/R_{ВВ}&=1.58/15=0.105<0.75 \\ \sigma_{\gamma}&=150\alpha\times\sigma_{вр1}/R_{ВВ}=150\times0.85\times1.58/15=13.4 \text{ МПа} \\ \sigma_{вр}/R_{ВВ}&=2.04/15=0.136<0.75 \\ \sigma_{Lov}&=150\alpha\times\sigma_{вр}/R_{ВВ}=150\times0.85\times1.58/15=13.4 \text{ МПа}\end{aligned}$$

Сумарна втрата

$$\sigma_{Liv}=\sigma_{Lov}+\sigma_{Lov2}=219.5+17.34=236.84 \text{ МПа}>100 \text{ МПа}$$

Максимально стиснуті в бетоні від дії P1 в стадії попереднього обтиску

$$\begin{aligned}\sigma_{\Delta p_{\max}}&=P1/A_{red}+P1\times L_{op}\times Y/I_{red}- \\ &M_{oc}\times Y/I_{red}=279.34/1610.2+279.34\times 5.9\times 8.4/66592.9- \\ &-1820-8.4/66592.9=0.152 \text{ кН/см}^2 \\ \sigma_{вр}/R_{ВВ}&=1.52/15=0.1<0.95\end{aligned}$$

Перевірочний розрахунок міцності нормального переріза по згинаючому моменту

Коефіцієнт точності натягіння арматури

$$\begin{aligned}\gamma_{sp}&=1-\Delta\gamma_{sp}=1-0.11=0.89 \\ \Delta\gamma_{sp}&=0.5P/\sigma_o(1-1/\sqrt{h_o})=0.5\times 66/44.3(1+1/\sqrt{5})=0.11\end{aligned}$$

Kp-кількість напружених стержнів, Kp=5.

Напруження в арматурі Asp до обтиску бетону при  $\gamma_{sp}<1$  з урахуванням втрат  $\sigma_3, \sigma_4, \sigma_5$ .

Розрахунок міцності схилоного перерізу на поперечну силу

Перевіряємо умову:

$$\begin{aligned}Q_{сви}&=0.6\times R\times B\times h_o\times\gamma_{в2}(1+\gamma_f\times\gamma_n)=0.6\times 0.12\times 34.7\times 19.5\times 0.9(1+0.03+0.4)=62.7 \text{ кН} \\ \gamma_f&=0.75(B_f-B/B\times h_o)h_f=0.75(43.85-34.7/34.7\times 19.5)\times 3.05=0.03<0.5 \\ B_f&=B+3h_f=34.7+3\times 3.05=43.85 \text{ см}\end{aligned}$$

Коефіцієнт який враховує зовнішні сили обтиску:

$$\gamma_n=0.1N/R_{ВВ}\times B\times h_o\times\gamma_{в2}=0.1\times 206.6/0.12\times 34.7\times 19.5\times 0.9=0.28$$

Зусилля обтиску бетону з урахуванням всіх утрат:

$$N=6Sp_2\times A_{sp}-\sigma_3\times A_s=20.61\times 10.5-17.3\times 0.565=206.6 \text{ кН}$$

Напруження в арматурі As  $\sigma_s=\sigma_в+\sigma_8+\sigma_9=124.6+35+13.4=173 \text{ МПа}$

Сума коефіцієнтів  $\gamma_f+\gamma_n=0.03+0.28=0.43<0.5$

Умови котрі сприймаються схиленими тріщинами з умов обтиску:

$$\begin{aligned}Q_{сви}&=0.3\times R_{в}\times B\times h_o\times\phi_{w1}\times\gamma_2=0.3\times 17\times 34.7\times 19.5\times 0.85\times 0.9=264 \text{ кН} \\ \phi_{w1}&=1.0-0.01R_{в}\times\gamma_2=1-0.01\times 17\times 0.9=0.85\end{aligned}$$

Коефіцієнт, який враховує вплив поперечної арматури, приймаємо  $\phi_{w1}=1.1<1.3$ .

Так, як  $Q_{вси}=264 \text{ кН} > 27.08$ , розмір поперечного перерізу плити достатній.  
Визначаємо діаметр та крок поперечної арматури

$$S_w = 1/2h = 1/2 \times 22 = 11 \text{ см, приймаємо } S_w = 10 \text{ см, } d_{sw} = 4 \text{ мм}$$

Зусилля, які сприймаються поперечною арматурою на одиницю довжини

$$q_{sw} = R_{sw} \times L_{sw} \times n_w / S_w = 26.5 \times 0.126 \times 4 / 10 = 1.33 \text{ кН/см}^3$$

$$\sigma_{sp} = \gamma_{sp}(\sigma_0 - \sigma_3 - \sigma_4 - \sigma_5) = 0.89(443 - 0 - 0 - 0) = 349.3 \text{ МПа}$$

$\sigma_4 = 0$ , так як арматура  $A_{sp}$  прямолінійне граничне значення напружень в розтягнутій арматурі  $A_{sp}$  з урахуванням усіх витрат.

$$\sigma_{sp2} = \sigma_0 - \sigma_2 = 443 - 236.84 = 206.16 \text{ МПа}$$

$$\Delta\sigma_{sp} = \sigma_{po} \times 150 \times 1 / R_{sp} = 394.3 \times 150 \times 1 / 150 = 115.9 \text{ МПа}$$

Гранична відносно висоти стиснутої товщини бетону:

$$\xi W / (1 + \sigma_{sp} / \sigma_{scu}(1 - W / 1.1)) = 0.73 / (1 + 610.62 / 500(1 - 0.73 / 1.1)) = 0.52$$

$$W = 2 - 0.008 \times R_b \times \gamma_{b2} = 0.85 - 0.008 \times 17 \times 0.9 = 0.73$$

$$\sigma_{scu} = 500 \text{ МПа при } \gamma_{b2} = 1$$

Відносна висота стиснутої зони бетону:

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2A_0} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.056} = 0.037 < \xi_R$$

Коефіцієнт умови робіт напруженої арматури  $A_{sp}$ :

$$\gamma_{sv} = \eta(\eta - 1)(2\xi / \xi_R - 1) = 1.2 - (1.2 - 1)(2 \times 0.37 / 0.52 - 1) = 1.03$$

$$\text{приймаємо } \eta = 1.2$$

Висота стиснутої зони бетону з урахуванням  $\gamma_{sv}$

$$X = \gamma_{sv} \times R_{sp} \times A_{sp} / R_b \times \gamma_{b2} \times B_f = 1.03 \times 51 \times 10.05 \times 1.7 \times 0.9 \times 146 = 527.9 / 223.38 = 236$$

Несуча здатність

$$M = R_b \times \gamma_{b2} \times B_f \times X(h_0 - X/2) = 1.7 \times 0.9 \times 2.36 \times (19.5 - 2.36/2) = 96.5 \text{ кНм}$$

$$h_0 = h - a_n = 22 - 2.5 = 19.5$$

$$M = 96.5 \text{ кНм} > M = 96.39 \text{ кНм}$$

$$R_{sw} = 265 \text{ МПа} = 26.5 \text{ кН/см}^2$$

$$q_{sw\min} = \gamma_{b2}(1 - \gamma_f + \gamma_n) R_{bf} \times B \times \gamma_{b2} / 2 = 0.6(1 + 0.03 + 0.4) \times 0.12 \times 34.7 \times 0.9 / 2 = 1.16 \text{ кН/см} < q = 1.33 \text{ кН/см}$$

Тоді довжина проекції схиленої тріщини буде дорівнювати:

$$L_0 = \sqrt{\gamma_{b2}(1 + \gamma_f + \gamma_n) R_{bt} \times B \times h_0^2 / q_w} = \sqrt{2(1 + 0.03 + 0.4) \times 0.12 \times 0.9 \times 34.7 \times 19.5^2 / 39} = 58.4 \text{ см}$$

Для розрахунку визначаємо:

$$L_0 = \sqrt{\gamma_{b2}(1 + \gamma_f + \gamma_n) R_{bt} \times B \times h_0^2 \times \gamma_{b2} / q_{sw}} = \sqrt{2(1 + 0.03 + 0.4) \times 0.12 \times 0.9 \times 34.7 \times 19.5^2 / 1.33} = 34.5 \text{ см}$$

З умови  $L_0 \leq 2h_0$ ;  $L_0 < L$

$$\text{Приймаємо } L_0 = 2h_0 = 2 \times 19.5 = 39 \text{ см}$$

Умови, які сприймаються бетоном і поперечною арматурою:

$$Q_B = \sqrt{\gamma_B (1 + \gamma_{fn}) R_{bt} \times B \times h_0^2 \times \gamma_B / L_0} = \sqrt{2(1 + 0.03 + 0.4) \times 0.12 \times 34.7 \times 19.5 \times 0.9 / 39} = 99.8 \text{ кН}$$

$$Q_{SB} = q_{sw} \times L = 1.33 \times 39 = 51.87 \text{ кН}$$

$$Q_{CB} = Q_{SB} + Q_B = 51.87 + 99.8 = 151.67 \text{ кН} > Q$$

### Розрахунок монтажу плити

Монтажну плиту розміщують на відстані:

$$L_1 = 1/15 L_n = 1/15 \times 6070 = 378 \text{ мм}; \text{ приймаємо } L_1 = 40 \text{ см}$$

Зусилля які сприймає одна петля:

$$S_n = Q_{SB} / 3 = 27.08 / 3 = 9 \text{ кН}$$

Мінімальна довжина анкерів в бетоні при міцності 70%

$$L_0 = 30 d_n = 30 \times 12 = 420 \text{ мм}$$

### Армування плити

Плиту армуємо зварними арматурними виробами, сітками та каркасами. На опорних ділянках плити встановлюємо сітки С-2 з арматури Ø4 Вр1, які поліпшують анкерівку напруженої арматури в нижній зоні плити. В середині полотна улаштуємо сітку С-3, яка служить для розділення навантаження в поперечному напрямку. Сітка С-3 виконується з арматури Ø3 Вр1. В верхній стиснутій зоні плити улаштуємо сітку С-3, монтажного навантаження. Розмір сіток С-1, С-2, С-3 приведені на кресленні плити.

## 3. Організація і технологія будівництва

### 3.1 Загальні рішення потокового зведення об'єкта

Технологія та організація будівництва розроблена з урахуванням новітніх досягнень в будівельному виробництві й базується на принципах індустріалізації виробництва, вдосконалення методів та форм його організації.

Головним вважається наступне:

- підвищення збірності конструкцій та технологічного обладнання;
- впровадження поточкових методів у будівництві;
- комплексна механізація та автоматизація будівельно-монтажних робіт;
- впровадження рекомендацій по використанню закінчених наукових досліджень в області удосконалення організації будівництва та технології виробництва будівельно-монтажних робіт, а також виконання основних вимог за науковою організацією праці.

Розробку розділу технології та організації будівництва проведено по періодах та стадіях.

### **Умови будівельного виробництва**

Будівельний майданчик знаходиться в межах міста. Підвіз ґрунту на будмайданчик проводиться з відстані 15 км, піску - 30 км. Відстань до найближчої залізничної станції 5 км, доставки залізобетонних конструкцій та бітуму 10 км.

Вертикальне планування ділянки вирішено у відповідності з рельєфом та природними умовами сусідніх районів в ув'язці з існуючими будівлями та дорогами з твердим покриттям.

Вертикальне планування вирішено способом проектних горизонталей. При будівництві враховані будівельні та технологічні вимоги. Вертикальне планування створює сприятливі умови для безпечного під'їзду та підходу до будівлі, а також безперешкодного відводу поверхневих вод. Відвід поверхневої та талої води з ділянки будівництва прийнятий поверхневий, розосереджений за рахунок запроєктованих поздовжніх та поперечних уклонів доріг, майданчиків та газонів.

Рельєф ділянки пересічний, район будівництва відноситься до другого будівельно-кліматичного району.

Забезпечення будівельними матеріалами та машинами здійснюється матеріально-технічною базою генерального підрядчика будівництва.

## **3.2 Технологія та організація потокового виконання основних процесів**

### **3.2.1 Методи та засоби виконання процесів**

**Земляні роботи.** До початку основних земляних робіт на майданчику знімається родючий шар, який повинен бути відвезений в відвал для подальшої рекультивациі на полях.

Зрізка рослинного шару та планування майданчику ведеться за допомогою бульдозера Shantui SD16.

Котлован під будівлю відривається екскаватором SDLG LG6150E з збереженням потрібної величини відкосів для даного ґрунту.

Розробка котловану включає в себе наступні процеси:

- риття ґрунту екскаватором з навантаженням його на автосамоскиди,
- складування частини ґрунту для подальшого використання при зворотній засипці пазах котлованів після влаштування фундаментів.

Зворотне засипання проводиться послідовно з пошаровим ущільненням ґрунту трамбовками.

Земляні роботи потрібно виконувати по затвердженому проекту виконання робіт. При наявності в районі земляних робіт підземних комунікацій, будь-які розкопки можуть вестись тільки в присутності представника організації експлуатуючої ці комунікації. Виїмки необхідно розробляти з відкосами, передбаченими ДБН. Бровки виїмок повинні бути вільними від статичного та динамічного навантаження.

Пересуваючись по відсипаному насипу, транспортні та землерийні машини не повинні наближатися до брівки ближче ніж на 0.5 м. При роботі в нічний час, робочі місця повинні бути освітленими, а землерийні, транспортні та землерийно-транспортні машини повинні мати індивідуальне освітлення.

При розробці ґрунту екскаваторами, робітникам забороняється знаходитися під ковшем чи стрілою та працювати з боку забою. Стороннім дозволяється знаходитися на відстані не менше 5 м від радіусу дії екскаватора.

При роботі бульдозера забороняється в цілях уникнення поломки повертати з заглибленим або завантаженим відвалом. Забороняється переміщення ґрунту бульдозером при підйомі більше  $10^\circ$  та під нахилом більше  $30^\circ$ , а також висовувати відвал за бровку виїмки.

**Бетонні роботи.** До початку укладки бетонної суміші необхідно встановити опалубку. Конструкція опалубки повинна в процесі бетонування забезпечувати міцність, якість та незмінність бетонованої конструкції, а також її проектні розміри. Розміри та маса елементів опалубки повинні допускати їх ручне встановлення. Дерев'яну опалубку виготовляють із деревини вологістю не вище 25%. Після установки опалубки в ній розміщують арматурні каркаси, які повинні бути міцно встановлені та захищені від переміщення внаслідок дії навантаження від вивантаженої бетонної маси.

Бетонна суміш подається в опалубку із автобетонозмішувачів по похилих жолобах із сталевих листів. Ущільнення бетонної суміші проводиться за допомогою глибинних вібраторів. Орієнтовна тривалість вібрування для уникнення не ущільнених зон в бетонній суміші повинна складати 20-60 сек.

Після укладки в опалубку бетонної суміші повинні бути виконані ряд заходів по нагляду за бетоном. Нагляд за бетоном повинен забезпечувати температурно-вологовий режим, що виключає інтенсивне висихання бетону та пов'язані з цим температурно-усадкові деформації; вимоги, що виключають механічне пошкодження свіжевкладеного бетону, порушення міцності та стійкості забетонованої конструкції.

Умови витримки та подальшої розпалубки визначають на основі вимог, установлених діючими будівельними нормами та правилами. При літніх температурах зовнішнього повітря, характерних для більшості західних та північних регіонів країни, більш відкриті поверхні бетону захищають від прямої дії сонячного проміння та вітру рогожею, мокрими тирсою, полімерними плівками. Бетон на портландцементі поливають на протязі 7 діб, на глиноземному цементі - на протязі 3 діб та на інших цементах - на протязі 14 діб. При температурі повітря вище  $15^\circ\text{C}$  бетон перші три доби поливають з інтервалом в 3 години. В наступні дні полив можуть бути скорочений до 3 разів на добу. Для виключення механічних пошкоджень свіже укладеного бетону забороняється по ньому рух людей і т.п. дії до досягнення бетоном міцності не менше ніж 1.5 МПа.

При виробництві бетонних та залізобетонних робіт перевіряється якість опалубки, геодезичного забезпечення монтажу та експлуатації її відповідність проекту встановленої арматури, закладних деталей та їх розміщення у

конструкції, а також якість бетонної суміші у місцях їх установаження в конструкції та в процесі витримки. Якість бетонної суміші визначається її рухомістю, тому даний показник перевіряють не рідше 2 х разів в зміну в місцях приготування та використання (укладання в конструкцію). Міцність укладеного бетону оцінюють по результатах іспитів контрольних зразків на стиск. Контрольні зразки у вигляді кубиків розмірами 20x20x20 см виробляють у місцях бетонування конструкції та зберігають (витримують) в умовах близьких до умов витримування конструкції. Бетон вважається витримавшим іспит якщо середня міцність контрольних зразків буде не нижчою 85% проектної міцності.

Після досягнення бетоном необхідної міцності проводиться розбирання опалубки, яка після подальшого очищення та можливого ремонту знову іде в виробництво. Технологія і організація робіт при виконанні монолітного залізобетонного ростверку.

Процес виконання монолітного залізобетонного ростверку: на щепеневу підготовку встановлюється щитова опалубка, закріплюється; краном КТА-16 «Силач» встановлюються каркаси; краном подається в баддях привозна бетонна суміш; після твердіння бетону (3 доби) можна розібрати опалубку.

Обсяг робіт по фундаментах розбито на 3 захватки, роботи виконуються 1 бригадою в 10 чоловік. Бетонування ростверку виконують: машиніст 4 р., такелажник 2 р., бетоняри 4 р.-1, 3 р.-1, 2 р.-2.

Для зниження трудомісткості робіт по опалублюванню ростверку і більш повної реалізації комплексної механізації використовується великощитова комбінована опалубка, що також дозволяє знизити кількість вузлів.

Перед укладанням бетону опалубку необхідно змочити водою. Щити вагою більш 50 кг встановлюються краном. Після зняття щитів необхідно дивитись за бетоном. Виконання робіт вести під спостереженням майстра.

**Монтажні роботи.** Монтаж плит перекриття та покриття. Поздовжньо розміщені плити покриття укладаються від однієї опорної стіни до іншої. При цьому на першій плиті влаштовується огорожа, так як монтажники після установки першої плити знаходяться на покритті. В процесі укладання плити монтажниками за допомогою ломиків рихтується її положення. Шви між плитами заповнюються розчином марки не нижче 100.

Монтаж сходових маршів та майданчиків ведеться аналогічно монтажу плит перекриття.

Монтаж будівельних конструкцій відноситься до робіт з підвищеною небезпекою. При їх виконанні необхідно керуватися вимогами ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві». Особливу увагу при виробництві робіт необхідно приділяти на наступне:

- до монтажних робіт допускаються робітники які пройшли спеціальний інструктаж по техніці безпеки:
- робочі-монтажники повинні бути ознайомлені з безпечними методами праці:

- забороняється підйом збірних конструкцій які не мають монтажних петель чи спеціальних пристроїв для стропування які б забезпечували їх правильну стропування та монтаж:
- очищення елементів та конструкцій від бруду, іржі і т.п. потрібно проводити на землі до їх підйому:
- стропування елементів та конструкцій повинна проводитися по схемах складених з урахуванням міцності та стійкості конструкцій які піднімаються при монтажних навантаженнях:
- стропування елементів та конструкцій потрібно робити за допомогою інвентарних строп, а в необхідних випадках спеціально розробленими захватними пристроями:
- елементи та конструкції під час переміщення повинні утримуватися від розхитування та крутіння відтяжками із пенькового канату чи тонкого гнучкого тросу:
- забороняється зупиняти підйом елементів чи конструкцій в повітрі:
- розстропування встановлених елементів та конструкцій допускається лише після міцного та стійкого їх закріплення:
- забороняється виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при силі вітру більше 6 балів а також в дощ та грозу:
- робітники, працюючі на монтажі, забезпечуються спецодягом, спецвзуттям та касками.

**Покрівля.** Покрівля в запроектованій будівлі прийнята рулонна 2-шарова з наплавленою руберойду по утеплювачу. Спочатку влаштовується пароізоляція по вирівняній поверхні плит покриття. По пароізоляції влаштовується шар теплоізоляції. Влаштування покрівлі із рулонних матеріалів починається із підготовки основи під теплоізоляцією. Основа виконується з цементно-піщаного розчину. Шари водоізоляційного килима наклеюються з допомогою нормокомплекту для наклеювання наплавленою руберойду. Всі рулонні матеріали перед наклеюванням повинні бути вирівняні. При цьому проводиться огляд та відбракування матеріалу. Після перевірки сухості основи (пробним приклеюванням шматка руберойду) проводиться наклеювання смуг руберойду, починаючи від карнизу до конька вдовж скату покрівлі з врахуванням 1/2 величини ширини листа на перекриття для отримання в кінцевому результаті 2- шарового рулонного килиму.

**Цегляна кладка.** Будівництво об'єкту здійснює підрядна будівельна організація. Постачання будівництву водою, електроенергією та зв'язком забезпечується від існуючих міських мереж.

Силікатна цегла постачається з заводу, розміщеного в промисловому вузлі. Розчин з розчинного вузлу, розміщеного в районі механічного заводу.

Основним видом робіт по зведенню будівлі являється цегляна кладка стін. До початку виробництва кам'яних робіт необхідно виконати ряд заходів:

- підготувати майданчик для складування матеріалів та конструкцій;

- встановити шнековий перевантажувач для прийому розчину;
- виконати тимчасове освітлення та забезпечити будівельний майданчик електроенергією та водою згідно розрахунку.

Внутрішні цегляні стіни товщиною 370, 250 мм виконуються під штукатурку.

В комплекс кам'яних робіт входять також монтаж перемичок, улаштування та перестановка риштування. Невід'ємною частиною є вантажно-розвантажувальні та транспортні супутні роботи,

Основним ведучим механізмом прийнято кран КТА-16 «Силач». Привезений розчин вивантажується в шнековий агрегат, де розчин доводиться до необхідної консистенції та вивантажується в роздаючий бункер. З бункеру  $V = 1,1 \text{ м}^3$  розчин вивантажується в розчинні ящики безпосередньо на робочому місці.

Для збільшення виробітки каменярів передбачаються наступні заходи:

- покращення якості розчину за рахунок удосконалення конструкцій прийомного бункеру шнекового перевантажника;
- укладку розчину в кладці виконувати спеціальними совками конструкції АТ "Харківжитлобуд", замість лопати;
- використання різноманітних шаблонів, оснащення для розмітки віконних та дверних блоків;
- удосконалення конструкції ящиків для розчину.

Такі рекомендації дозволяють підвищити продуктивність праці мулярів на 5-6 %.

Уся будівля в плані розбивається на рівномірні захватки. Кожна захватка в плані умовно розбивається на ділянки.

Кладку стін на кожній ділянці виконують ланками у дві зміни.

Ланка "двійка" складати з ведучого каменяра 3-го, 4-го або 5-го розрядів в залежності від складності робіт та підсобного каменяра 2-го розряду.

В залежності від різноманітної складності та інтенсивності робіт є можливість замінювати робочими місцями ведучих каменярів,

Послідовність виконання робіт ланкою "двійка" при цегляній кладці зовнішніх та внутрішніх стін наступна:

- підручний каменяр розкладає цеглу на стіні, розстеляє розчин в зоні укладки;
- для тичкового ряду розчин розстеляє передньою стороною ковшалою, а для ланкового - боковою.

Ведучий каменяр здійснює укладку зовнішньої стіни колодязевої кладки товщиною 120 мм та внутрішньої стінки, товщиною 250 мм, підрізку розчину, улаштування та перестановку маячно-причальної цегли.

Укладку утеплювача в колодязь виконує підручний каменяр 3-го розряду.

Проклавши два ряди кладки, ведучий каменяр виконує розшивку швів.

Використання порядовки зменшує витрати праці за рахунок скорочення часу, витраченого на перевірку вірності кладки; підвищує якість цегляної кладки за рахунок дотримання вимогливої товщини швів, забезпечує вертикальність кутів кладки.

До початку встановлення порядовки викласти штрабу кута в 5-6 рядів кладки. Натягнення шнуру здійснювати після остаточного улаштування порядовки. Виклавши кладку на висоту одного ярусу, порядовки закріпити на наступний ярус.

Для запобігання падіння вниз струбцини при перестановці прикріпити їх до порядовки шнуром або сталевим тросом.

По закінченню кладки кожного поверху проводять нівеліром перевірку горизонтальності та відмітки верху кладки.

Цегляну кладку стін 1-го ярусу здійснювати з плит перекриття, 2-го та 3-го ярусів з шарнірно-панельного риштування. Улаштування та переустановлення риштування здійснювати краном. Роботи виконувати в першу зміну. Паралельно з цегляною кладкою здійснювати монтаж перемичок.

Контроль якості робіт виконується по схемам контролю якості. Відповідність за якість виконуваних робіт покладається на інженерно-технічних робітників (майстер, виконроб).

При виконанні робіт зобов'язані складати акти на приховані роботи, які визначаються переліком в технічній документації.

Відхилення, що допускаються:

- рядів кладки від горизонталі на 10 м довжини – 15 мм;
- поверхонь та кутів кладки від вертикалі:
- на один поверх — 10 мм на всю будівлю - 30 мм.
- по зміщенню осі суміжних віконних отворів - 20 мм
- по ширині отворів -15 мм.

Припущені нерівності на вертикальній поверхні: при накладанні 2-х метрової рейки; неотштукатурених поверхонь - 5 мм, оштукатурених - 10 мм.

**Штукатурні роботи.** Внутрішні поверхні штукатурять простою штукатуркою. Підлягаючі поверхні спочатку вирівнюють за для уникнення зайвої нерівності на поверхні. При відхиленнях від вертикалі чи горизонталі більш ніж на 40 мм і значних нерівностях браковані місця до штукатурення обтягують металевою сіткою по цвяхах. Щоб штукатурний намет добре приставав до основи, цегляні стіни кладуть "впустошовку". Перед штукатуренням поверхні зволожують. Всі нанесені шари ґрунту ущільнюють і вирівнюють. При товщині покривного шару більше 5 мм поверхні ґрунту нарізають хвилеподібними боронами. Кожен наступний шар штукатурки на вапняному в'яжучому накладають тільки після того, як пробілиться попередній шар. Обробка поштукатурених поверхонь міститься в затиранні або загладжуванні покривного шару.

**Малярні роботи.** При виконанні малярних робіт використовують шпаклівки, ґрунтівки, фарбові склади та лаки. Малярне покриття частіше всього

являється багатошаровим, зіставленим з ґрунтовочних і шпатльовочних шарів. Підмазочними пастами заробляють окремі невеликі пошкодження штукатурки, нерівності, тріщини, вони повинні бути без усадкові і володіти підвищеною адгезією. Після кожного шару шпаклівки наноситься ґрунтовка. Нанесення фарбового складу виконують в 1, 2 і 3 заходи в залежності від виду фарбування. Для рівномірного фарбування склад рекомендується наносити на поверхню в 2 прийоми по взаємно перпендикулярних напрямках.

**Організація і взаємозв'язок будівельно-монтажних і спеціальних робіт.** Виконання вимощення починається після завершення покрівельних робіт. Сантехнічні роботи починаються після готовності стін та перекриттів будинку. Пробивка отворів і установка стояків виконується до підготовки під підлогу. Електромонтажні роботи розділені на два періоди. Перші роботи на улаштування проводки виконують до штукатурних робіт, а другі після закінчення виконання лицювальних робіт. Монтаж техобладнання є останнім етапом в будівництві.

Оздоблювальні роботи можуть виконуватися в зимовий період часу при повній готовності коробки будинку, в якому підведені опалення, вода і каналізація.

Взаємозв'язок робіт виконується з додержанням усіх вимог техніки безпеки і охорони праці згідно вимог ДБН „Охорона праці та промислова безпека у будівництві”. При розробці ґрунту механізованим способом, в зоні дії машин повинні бути відсутні сторонні. При монтажі плит перекриття і кам'яної кладки ведуться на першій захватці, в 2 зміни, а на другій захватці в другу зміну ведуть монтаж плит перекриття. В час монтажу на перекритті не повинні знаходитися люди не пов'язані з технічним процесом. Встановлення віконних блоків ведуть з внутрішньої сторони будинку. Виконання робіт по улаштуванню чистої підлоги виконуються після закінчення штукатурних робіт.

### 3.2.2 Вибір методів виконання робіт і комплектів будівельних машин

#### Вибір екскаватора

При заданій глибині котловану приймаємо екскаватор з прямою лопатою й обсягом ковша 0,5 м<sup>3</sup>. Для порівняння розглядаємо два екскаватори: SDLG LG6150E [C<sub>pc</sub>=56.07 тис. грн. C<sub>mc</sub>=42.70 грн.] І ЭО-71 1 1С [C<sub>pc</sub>=68.27 тис. грн. C<sub>mc</sub>=45.40 грн.].

Приведені витрати:

$Z_{п}=3+E_{н}*ДО$ ; де: 3 - вартість розробки 1 м<sup>3</sup> ґрунту:

$Z=1.17*C_{mc}/P_{з}$ ;

де: C<sub>mc</sub> - вартість однієї машино –зміни,

1.17 - коеф. обліку накладних витрат,

E<sub>н</sub> - нормативний коеф. ефективності капіталовкладень (E<sub>н</sub>=0,15),

K - питомі капіталовкладення на розробку 1 м<sup>3</sup> ґрунту,

$$D_0 = (1,07 * C_{PC}) / (P_э * N_{год}),$$

де:  $C_{PC}$  - інвентарно-розрахункова (балансова) вартість машини,

$N_{год}$  - нормативне число змін роботи механізму за рік  
(при двозмінному режимі роботи  $N_{год}=408$ ),

$P_э$  - змінна експлуатаційна продуктивність машини:

$$P_э = 60 * Z * q_{кэ} * n_T * k_B * k_1$$

де:  $Z$  - тривалість робочої зміни  $Z=8.2$  годин,

$q_{кэ}$  - ємність ковша екскаватора,

$n_T$  - технічне число циклів екскаватора в хвилину:

$$n_T = 60 / t_{цэ};$$

де:  $t_{цэ}$  - тривалість одного циклу,

$k_B$  - коеф. використання машини за часом  $k_B=0.76$ ,

$k_1$ ; - коеф. наповнення ковша екскаватора ґрунтом у щільному тілі:

$$k_1 = k_H / k_{ПП}$$

Екскаватор SDLG LG6150E:

$$n_T = 60/22 = 2.73$$

$$P_э = 60 * 8.2 * 2.5 * 2.73 * 0.76 * 0.83.3 = 2253.4 \text{ м}^3/\text{див}$$

$$D_0 = (1.07 * 56070) / (2253.4 * 408) = 0.0652 \text{ грн.}$$

$$Z = 1.17 * 42.7 / 2253.4 = 0.0222 \text{ грн.}$$

$$Z_{п} = 0.0222 + 0.15 * 0.0652 = 0.032 \text{ грн.}$$

Екскаватор EO-7111C:

$$n_T = 60/22 = 2.73 \quad P_э = 60 * 8.2 * 2.5 * 2.73 * 0.76 * 0.833 = 2253.4 \text{ м}^3/\text{див}$$

$$D_0 = (1.07 * 68270) / (2253.4 * 408) = 0.0794 \text{ грн.}$$

$$Z = 1.17 * 45.4 / 2253.4 = 0.0236 \text{ грн.}$$

$$Z_{п}$$

$$= 0.0236 + 0.15 * 0.0794 = 0.035 \text{ грн.}$$

Прийнято екскаватор SDLG LG6150E з місткістю ковша  $0,5 \text{ м}^3$  на гусеничному ході.

Таблиця 3.1 – Основні технічні характеристики одноківшевого екскаватора SDLG LG6150E обладнаного прямою лопатою

№ п/п	Технічна характеристика	Значення
1	Місткість ковша, $\text{м}^3$	0,5
2	Радіус копання, м:	
	- найбільший	12
	- найменший	4.3
3	Радіус вивантаження, м:	
	- найбільший	10.8
	- найменший	6.8
4	Найбільша висота вивантаження, м	7
5	Найбільша висота копання, м	6.4
6	Тривалість циклу, с	22

7	Продуктивність при навантаженні ґрунту в транспорт м <sup>3</sup> /год, при ґрунті II групи	142
8	Потужність двигуна, кВт	160
9	Швидкість пересування, км/год	1.28
10	База, м	5.17
11	Радіус хвостової частини, м	5.0
12	Маса, т	9.4

### Вибір автотранспортних засобів і їхньої кількості

При обсязі ґрунту, що вивозиться, 2970 м<sup>3</sup> і відстані до відвала 3 км по дорозі з асфальтовим покриттям, приймаємо самоскидний автопоїзд у складі автомобіля-самоскида і причепа-самоскида з подачею однієї машини під навантаження (при щільності ґрунту (глини)  $\rho_{гр}=1.7/1.8$  т/м<sup>3</sup>). Приймаємо автосамоскид КрАЗ 25661 з вантажопідйомністю  $t=12.5$  т і обсягом кузова  $P=6$  м<sup>3</sup>. і причіп-самоскид СПП-1-8 з  $m=22$  т і  $P=13$  м<sup>3</sup>. Перевірка умови:

$$m/P=(12.5+22)/(6+13)=1.81 \text{ т/м}^3=\rho_{гр}.$$

Кількість ковшів екскаватора, завантажуються в автопоїзд:

$$n=P/(q \cdot k_1)=(6+13)/(2.5 \cdot 0.833)=9 \text{ шт.}$$

Коеф. впливу транспорту, при кількості ковшів, що завантажуються,  $n=9$

$k=0.9$ . Розрахункова тривалість одного транспортного циклу:

$$t_{ц} = t_n + (120 \cdot L_{TP}) / V_{CP} + t + t_m$$

де:  $L_{TP}$  - відстань транспортування ґрунту (3 км)

де:  $k_H$  - коеф. наповнення ковша пухким ґрунтом  $k_H=1.13$ ,

$k_{ПР}$  - коеф. первісного розпушення ґрунту  $k_{ПР}=1.28$

$$k_i=1.13/1.28=0.883$$

$V_{CP}$  - середня швидкість руху (38 км/ч)

$t$  - час розвантаження (2 хв.)

$t_m$  - час маневру автопоїзда при навантаженні і розвантаженні (3 хв.)

$t_n$  - тривалість навантаження

$$t_n=n/(n \cdot k)=9/(2.73 \cdot 0.9)=3.66 \text{ хв.}$$

$$t_{ц}=3.66+120 \cdot 3/38+2+3=18.13 \text{ хв.}$$

Необхідна кількість автопоїздів:

$$N=t_{ц}/t_n=18.13/3.66=4.95$$

Таблиця 3.2 – Основні технічні характеристики комплекту транспортних засобів

№ п/п	Показники	Автомобіль КрАЗ 25661	Причіп СПП-ї-8
1	Вантажопідйомність, т	12.5	22
2	Власна маса, т	10.85	15.8
3	Обсяг кузова, м <sup>3</sup>	6	13
4	Кут перекидання. °	60	60

5	Час перекидання, с	20	15
6	Максимальна швидкість, км/год	68	-
7	Напрямок розвантаження	назад	назад
8	Базовий автомобіль	КрАЗ 25661	-
9	Автомобіль, що рекомендується	-	КрАЗ 25661
10	Габарити, мм:		
	- довжина	8100	13850
	- ширина	2640	2700
	- висота	2730	2750
11	Навантажувальна висота, мм	1685	1685

Вибір оптимального варіанту баштового крану здійснюється на основі їх техніко-економічного порівняння за такими показниками:

- тривалість монтажу;
- питома трудомісткість;
- собівартість монтажу;
- коефіцієнти використання кранів за вантажопід'ємністю і приведеними витратами.

Тривалість монтажу конструкції:

$$T_{крі} = \sum_{i=1}^n t_{ці} \times n_i / 60 T_{ом} \times K_v \times K_{п}$$

де  $t_{ці}$ -тривалість циклу монтажу кожного одноіменного збірного елемента;

$n_i$ -кількість одноіменних елементів, шт;

$T_{ом}$ -тривалість робочої зміни-8.2 години;

$K_v$ -коефіцієнт використання кранів -0.8;

$K_{п}$ -коефіцієнт перевиконання норм 1.15.

Тривалість монтажного циклу конструкції:

$$t_{ц} = (H_m / V_1 + H_m / V_2 + (2a + S_i / V_3 / 360 \times p_{вр})) K_c \times K_{от} + t_{пру}$$

де  $H_m$  - монтажна висота елемента, м;

$V_1, V_2, V_3$ -середня швидкість, відповідно, підйома, опускання і переміщення крана, м/хв;

$\alpha$ -середній кут повороту стріли крана при монтажі одного елемента, град;

$p_{вр}$ -швидкість обертання поворотної платформи крана, об/хв;

$K_c$ -коефіцієнт витрат часу на відтяжку конструкцій при при їх установці=1.3;

$S_i$ -відстань переміщення крану, на один елемент, м;

$$S_i = L / N$$

$$L_m' = 25.2 + 4 = 29.2 \text{ м} \quad L_m'' = 25.2 + 5 = 30.2 \text{ м}$$

Таблиця 3.3 – Відомість монтажних характеристик

№ пп.	Монтуємий елемент	Маса, т			Монтажна висота	Виліт стріли по варіантам		Марка крана по варіантам	
		Конструкції	Стропа	Монтажна		I	II	I	II
1	Плита перекриття	2.975	0.44	3.273	40.365	29.2	29.2	КБ-403	КБ-503

L-довжина шляху крана на всій будівлі при монтажі конструкцій з урахуванням холостого ходу, м;

N-кількість елементів, монтуємих даним краном за один прохід;

тр-тривалість строповки, установки і розстроповки, котрі приймаємо для кожного конструктивного елемента.

$$t_{ц}^2 = (15.22/3.15 + 15.22/3.15 + (90 + 0/2.83/180 \times 0.63)1.3 \times 0.75 + 15) = 25.6 \quad \text{хвилин}$$

$$t_{ц}^2 = (15.22/2.61 + 15.22/2.61 + (90 + 0/2.83/180 \times 0.63)1.3 \times 0.75 + 15) = 28.4 \quad \text{хвилин}$$

Для крана КБ-403 А  $t_{ц} = 25.6$  хв

Для крана КБ-503  $t_{ц} = 28.4$  хв.

Трудомісткість монтажних робіт

$$q = Q_0 / P_0$$

де  $Q_0$ -загальна трудомісткість монтажних робіт, люд-діб;

$P_0$ -загальна маса монтуємих конструкцій.

Загальна трудомісткість монтажних робіт

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_{ткрі} + \sum_{i=1}^n Q_{тдкрі} + \sum_{i=1}^n Q_{мі}$$

де  $Q_{ткрі}$ ,  $Q_{тдкрі}$ -трудомісткість транспортування кожного монтажного крану і монтажу-демонтажу крана, люд.-діб;

$Q_{мі}$ - трудомісткість монтажу конструкції, люд.-діб;

$$Q_{мі} = \mu_i \times T_{крі};$$

де  $\mu_i$ -кількість монтажників і машиністів при монтажі кожного елемента ;

$T_{крі}$ -тривалість установки конструкцій кожним краном, люд-діб.

Кран КБ-403 А

$$Q_{ту} = 97.33 \text{ люд-г}$$

$$Q_r = 389.33 \text{ люд-г}$$

$$Q_{тр} = 40 \text{ люд-г}$$

$$Q_{ту} = 96 \text{ люд-г}$$

$$Q_{пут} = 640 \text{ люд-г}$$

$$q' = 97.33 + 389.33 + 40 + 96 = 640 / 599.2 = 1.4 \text{ люд-г/т}$$

$$P_0 = 599.2 \text{ т}$$

Кран КБ-503

$$Q_{ту} = 108.89 \text{ люд-г}$$

$$Q_p = 435.58 \text{ люд-г}$$

$$Q_{тр} = 40 \text{ люд-г}$$

$$Q_{му} = 96 \text{ люд-г}$$

$$Q_{пут} = 40 \times 4 = 160 \text{ люд-г}$$

$$q' = 108.89 + 435.58 + 40 + 96 + 160 / 599.2 = 2.1 \text{ люд-г/т}$$

Собівартість одиниці робіт.

Кран КБ-403 А

$$C_e = C_o / P_o$$

$$C_o = 1.08(C_{см} \times C_{п}) + 1.5 \Sigma z_{м} \times T_{кр}$$

$$C_{см} = 25.15$$

Сп-витрати на улаштування підкранових шляхів

$$C_{п} = 2785.6$$

$$\Sigma z_{м} = 24.92$$

$$C_o = 1.08(25.15 \times 11.87 + 2785.6) + 1.5 \times 24.92 \times 11.87 = 3774.5$$

$$C_e = 3774.5 / 599.2 = 5.27 \text{ грн./т}$$

Кран КБ-503-коефіцієнт

$$C_{см} = 35.19$$

$$C_{п} = 2199.2$$

$$\Sigma z_{м} = 24.92$$

$$C_o = 1.08(35.19 \times 13.28 + 2199.2) + 1.5 \times 24.92 \times 13.28 = 3162.9$$

$$C_e = 3162.9 / 599.2 = 6.29 \text{ грн./т}$$

Кран КБ-403 А-коефіцієнт використання крана по вантажопідйомності  
 $K_p = 0.64$

Кран КБ-503-коефіцієнт використання крана по вантажопідйомності  $K_p = 0.53$

Таблиця 3.4 – Порівняння ТЕП варіантів кранів

Варіанти	Марки кранів	Тривалість монтажу	Питома трудомісткість, люд-год	Питома собівартість, грн./т	Коефіцієнт використання крана по вантажопідйомності
1	КБ-403 А	11.4	1.4	5.27	0.64
2	КБ-503	12.6	2.1	6.29	0.5

Висновок: В результаті техніко-економічного порівняння двох баштових кранів найбільш економічно вигідним є кран КБ-403 А.

Запроектовано виконання монолітного залізобетонного ростверку. Висота ростверку 0.5 м, ширина 1.5 м і 0.6 м. Бетон класу С25/30 вкладається на щелепну підготовку висотою 0.1. Ростверк виконується по захваткам. Роботи виконуються в дві зміни.

Бригади по 10 чоловік.

Подача арматурних каркасів здійснюється краном КТА-16 «Силач».

Підрахунок обсягу робіт

Площа опалубки контактуючої з бетонною поверхнею  $S=673.4 \text{ м}^2$ .

Витрата арматури  $40 \text{ кг/м}^3$ .

Обсяг бетонних робіт згідно схеми будівлі  $V=336.7 \text{ м}^3$ .

Маса арматури  $336.7 \times 40 = 13.5 \text{ т}$ .

Час твердіння бетону від початку до розпалубки-3 доби.

В ростверку передбачені арматурні випуски. В місцях перетину каркасів арматуру зварюють. Зварювання виконують електродами Е-42А. Монтаж каркасів, опалубки здійснюється краном КТА-16 «Силач». Краном подається бетонна суміш в баддях ємністю  $0.75 \text{ м}^3$ .

Визначаємо масу бетону в бадді:

$$P_b = \rho_b \times V = 2.5 \text{ т/м}^3 \times 0.75 \text{ м}^3 = 1.95 \text{ т}$$

Маса бадді  $0.35 \text{ т}$ .

$$Q_t = 1.95 + 0.35 = 2.3 \text{ т}$$

В якості опалубки вибрані щит комбіновані марки ЩК  $1.6 \times 0.5$ , ЩК  $1.2 \times 0.5$ , ЩК  $1.0 \times 0.5$ .

Кількість щитів 314 шт.

Марка щита	Кількість щитів	Маса, кг
ЩК $1.6 \times 0.5$	156	5007.6
ЩК $1.2 \times 0.5$	84	2024.4
ЩК $1.0 \times 0.5$	76	1520

Таблиця 3.5 – Підрахунок обсягів робіт

№ пп.	Назва робіт	Схема і формули підрахунку	Одиниці вимір.	Кількість
1	Планування будівельного майданчика бульдозером	$F_p = a_p \times B_p / 1000$	$1000 \text{ м}^2$	3.355
2	Зріз рослинного шару бульдозером	$V = F \times h_{rp} = 3355.0 \times 0.15$	$\text{м}^3$	503.25
3	Розробка ґрунту в котловані екскаватором	$V_{\max} = S_1 + S_2 / 2 \times H_{\text{екс}}$ S1-площа для котлована S2	$\text{м}^3$ $\text{м}^2$ $\text{м}^2$	3276.8 1158.0 1539.0 2.43
4	Недобор ґрунту, який розробляється вручну	$V_{\text{вр}} = 1273 \times 0.15$	$\text{м}^3$	187.3
5	Загальний об'єм розробляемого ґрунту	$V_{\text{заг}} = V_{\max} + V_{\text{вр}} = 3276.8 + 187.3$	$\text{м}^3$	3664.2
6	Ґрунт для зворотній засипці	$V_{\text{зв.з}} = V_{\text{заг}} - V_{\text{фунд}} = 3464.2 - 2929.7$	$\text{м}^3$	474.4
7	Об'єм ґрунту, який потребує ущільнення	$V_u = V_{\text{зв.з}}$	$\text{м}^3$	474.4
8	Ґрунт у відвал	$V_{\text{відв}} = V_{\text{зв.з}}$	$\text{м}^3$	474.4
9	Ґрунт на вивіз	$V_{\text{тран}} = V_{\text{заг}} - V_{\text{відв}}$	$\text{м}^3$	2929.7
10	Забивка палів довжиною до 12	$V = h \times V_n = 688 \times 0.45$	$\text{м}^3$	278.64

	м			
11	Улаштування щибеневої підготовки	$V=L \times B \times h$	100 м <sup>3</sup>	72.38
12	Улаштування монолітного ростверку	$V=L_p \times B_p \times h_p$	100 м <sup>3</sup>	336.7
13	Укладка фундаментних блоків, масою до 0.5 т	$N=273/100$	100 шт.	2.73
14	Укладка фундаментних блоків масою до 1.5 т	$N=112.8/100$	100 шт.	1.12
15	Укладка фундаментних блоків масою до 3 т	$N=1415/100$	100 шт.	1.41
16	Улаштування вертикальної гідроізоляції	$F=a \times b/100$	100 м <sup>2</sup>	6.95
17	Улаштування горизонтальної гідроізоляції з цементно-піщаного розчину	$F=a \times b/100$	100 м <sup>2</sup>	1.98
18	Улаштування горизонтальної гідроізоляції з 2-х шарів гідроізолу	$F=a \times b/100$	100 м <sup>2</sup>	1.98
19	Улаштування плит перекриття над підвалом	$N=68/100$	100 шт.	0.68
20	Зворотня засипка ґрунту	$V_{зв.з}=V_{заг}-V_{фунд}$	1000 м <sup>3</sup>	0.47
21	Ущільнення ґрунту причепними вібраційними катками	$V_{зв.з}=V_{ущільн}$	1000 м <sup>3</sup>	0.47
22	Кладка зовнішніх стін 640 мм	$V=L \times h \times 0.64$	м <sup>3</sup>	10621.28
23	Кладка внутрішніх стін 510 мм	$V=L \times h \times 0.51$	м <sup>3</sup>	2874.4
24	Кладка перегородок 120 мм	$F=L \times h/100$	100 м <sup>2</sup>	37.12
25	Кладка перегородок 65 мм	$F=L \times h/100$	100 м <sup>2</sup>	19.5
26	Кладка перегородок 80 мм	$F=L \times h/100$	100 м <sup>2</sup>	74.3
27	Монтаж плити перекриття	$N/100$	100 шт.	8.04
28	Монтаж плит лоджії	$N/100$	100 шт.	0.92
29	Монтаж огороження лоджії	$N/100$	100 шт.	0.92
30	Улаштування площадки сходів	$N/100$	100 шт.	0.34
31	Улаштування маршів сходів	$N=24/100$	100 шт.	0.24
32	Кладка перемичок	$N/100$	100 шт.	6.0
33	Монтаж прольотних плит	$N/100$	100 шт.	6.0
34	Улаштування пароізоляції	$S=a \times b/100$	100 м <sup>2</sup>	11.853
35	Утеплення покрівлі керамзитом	$S=a \times b/100$	100 м <sup>2</sup>	11.853
36	Улаштування цементно-піщаної стяжки	$S/100$	100 м <sup>2</sup>	11.853
37	Ґрунтовка стяжки бітумом	$S/100$	100 м <sup>2</sup>	11.853
38	Улаштування рубероїдного килима	$S \times 2/100$	100 м <sup>2</sup>	33.559
39	Улаштування захисного шару з гравія	$S/100$	100 м <sup>2</sup>	11.853
40	Улаштування примикань з покрівельної сталі		100 м <sup>2</sup>	1.213
41	Встановлення віконних блоків	$F=F1 \times n/100$	100 м <sup>2</sup>	9.4

42	Встановлення дверних блоків	$F=(F1 \times n + F2 \times n) / 100$	100 м <sup>2</sup>	10.48
43	Заповнення балконних прорізів	$F = F_n \times n / 100$	100 м <sup>2</sup>	4.12
44	Скління дверних, оконних блоків	$F / 100$	100 м <sup>2</sup>	9.4
45	Встановлення віконних блоків		T	2.0
46	Ущільнення ґрунта гравієм	$F / 100$	100 м <sup>2</sup>	11.58
47	Улаштування бетонної підлоги товщиною 100 мм	$F = \Sigma F / 100$	100 м <sup>2</sup>	23.04
48	Улаштування оклеєчної гідроізоляції	$F / 100$	100 м <sup>2</sup>	11.68
49	Улаштування тепло- і звукоізоляції засипкою керамзитовою	$V = V_n \times n$	м <sup>3</sup>	118.8
50	Улаштування цементно-пісчаних стяжок 25 мм	$F / 100$	100 м <sup>2</sup>	116.8
51	Улаштування лінолеумної підлоги	$F / 100$	100 м <sup>2</sup>	93.76
52	Улаштування підлоги з керамічної плитки	$F / 100$	100 м <sup>2</sup>	23.04
53	Улаштування щебеневого підстиляючого шару	$F = L B h$	м <sup>3</sup>	132.76
54	Улаштування асфальтобетонного литого покриття	$F / 100$	100 м <sup>2</sup>	11.0
55	Улаштування плінтусів дерев'яних	$l / 100$	100 м	357.8
56	Улаштування плінтусів з керамічної плитки	$l / 100$	100 м	12.36
57	Високоякісна штукатурка	$S = a_n \times b_n \times / 100$	100 м <sup>2</sup>	224.05
58	Облицювання стін керамічною плиткою глазурованою	$S = a_n \times b_n \times / 100$	100 м <sup>2</sup>	100.7
59	Високоякісне фарбування лаками пентафталевами	$S = a_n \times b_n \times / 100$	100 м <sup>2</sup>	34.9
60	Високоякісне фарбування пентафталевами фарбами	$S = a_n \times b_n \times / 100$	100 м <sup>2</sup>	49.95
61	Поліпшене емульсійне фарбування всередині приміщення		100 м <sup>2</sup>	85.85
62	Оклеювання стін м'якими шпалерами на тканевій основі		100 м <sup>2</sup>	155.65

Таблиця 3.6 – Калькуляція трудових витрат

Техніко-економічні показники:

Комплексна норма труда 0.25 л-діб/м<sup>3</sup> Кількість робітників 9 чол.

№ зп.	Найменування робіт	Склад ланки	Одиниці вимірювання	Обсяг робіт	Норма витрат труда на одиницю		Витрати труда на весь обсяг		Розцінка	Заробітна плата, грн.
					люд.-год	маш-зм	люд.-год	маш-зм		
1	Монтаж опалубки	Тесляр 4р,2р	м <sup>2</sup>	673.4	0.45	-	37.87	-	0-32.2	216.83
2	Монтаж арматурних каркасів	Монтажник 4р,2р	1 каркас	116	0.79	-	11.45	-	0-53.5	62.06
3	Приймання бетонної суміші з кузова автосамоскиду	Бетоняр 2р	м <sup>3</sup>	336.7	0.11	-	4.63	-	0-0.7	23.57
4	Подача бетонної суміші до місця кладки	Машиніст 4р Такелажник 2р	м <sup>3</sup>	336.7	0.29	0.145	12.2	6.1	0-18.6	62.63
5	Укладка бетонної суміші	Бетоняр 4р,2р	м <sup>3</sup>	336.7	0.23	-	9.67	-	0-16.4	55.22
6	Розбирання опалубки		м <sup>2</sup>	673.4	0.26	-	10.93	-	0-17.4	117.17
							Σ 86.75			Σ537.48

### 3.3 Календарний графік виконання робіт

Найважливішим документом проекту виконання робіт є календарний графік, складений з двох частин: розрахункової і графічної. Графічна частина відображає технологічний взаємозв'язок усіх видів робіт і визначає тривалість кожного будівельного процесу, а також будівництва в цілому. Вихідними даними для складання календарного графіку є креслення архітектурно-планувальної і конструктивної частини, а також підрахунок об'єктів робіт. Порядок робіт об'єднується в цикли і осягає: підготовчий період, нульовий цикл, надземний цикл, оздоблювальні роботи, спеціальні роботи, упорядження території. Прийняті методи виробництва робіт передбачають комплексну механізацію і використання високовиробничих будівельних машин, забезпечує високу якість робіт і безпеку праці, поточність і безперебійність будівельного процесу. Рівномірність і безперебійність руху робітників визначена загальним графіком руху робочої сили. Згідно календарного графіку будівництва складені графіки надходження матеріалів і конструкцій, надходження машин і механізмів. Для прискорення темпів будівництва роботи ведуть поточним методом при використанні машин і механізмів в дві зміни.

### 3.4. Розрахунок потреби матеріально-технічних ресурсів

#### 3.4.1 Розрахунок потреби матеріалів, напівфабрикатів, збірних конструкцій

Таблиця 3.7 – Відомість потреби ресурсів, матеріалів, напівфабрикатів

№ зп.	Назва	Кількість
1	Бетон товарний	407.2 м <sup>3</sup>
2	Будівельний розчин М100	73.12 м <sup>3</sup>
3	Будівельний розчин М50	1849.85 м <sup>3</sup>
4	Будівельний розчин М25	460.88 м <sup>3</sup>
5	Бітумна мастика	48.92 т
6	Арматура	2.2 т
7	Монтажні вироби	0.95 т
8	Теслярні вироби	1978 м <sup>2</sup>
9	Рулонні матеріали	15677.62 м <sup>2</sup>
10	Щебінь	212.01 м <sup>3</sup>
11	Гравій керамзитовий	74.47 м <sup>3</sup>
12	Електроди	0.442 т
13	Цегла	3336.5 т. шт.
14	Гіпсові плити	6761.3 м <sup>2</sup>
15	Керамічна плитка	2521.09 м <sup>2</sup>
16	Керамічна глазурована плитка	10070 м <sup>2</sup>
17	Лінолеум	9563 м <sup>2</sup>
19	Покрівельна сталь	0.49 т
20	Асфальтобетон	67.1 т

21	Вермікулітобетон	5416.85 м <sup>3</sup>
----	------------------	------------------------

### 3.4.2 Розрахунок потреби води

Вода на будмайданчику використовується на виробничі, господарсько-побутові та протипожежні потреби.

Сумарне розрахункове використання води:

$$Q_{\text{сум}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{пож}} \quad (\text{л/сек})$$

Використання води для виробничих потреб:

$$Q_{\text{вир}} * 1,2 \sum Q_{\text{ср}} * K_1 / t * 3600 = 1,2 * 2500 * 1,6 / 8,2 * 3600 = 0,16 (\text{л/сек})$$

Використання води на господарсько-побутові потреби складається з витрат води на приготування їжі та побутові потреби:

$$Q_{\text{осн}} = P_p * (P_1 * K_2 / 8,2 + P_2 * K_3) / 3600 (\text{л/сек})$$

$P_p$  - найбільша кількість робочих;

$P_2$  - норма використання на прийом одного душа;

$K_2$  - коефіцієнт нерівномірності використання води;

$K_3$  - 0,3 - 0,4;

$$Q_{\text{госп}} = 34 * (15 * 17 / 8,2 + 30 * 0,3) / 3600 = 0,13 \quad (\text{л/сек})$$

Розрахунок води для протипожежних заходів визначається з розрахунку одночасної дії двох струменів з гідранта по 5 л/сек на кожний струмінь.

$$Q_{\text{пож}} = 5 * 2 = 10 \quad (\text{л/сек})$$

Сумарне розрахункове використання води:

$$Q_{\text{сум}} = 0,16 + 0,13 + 10 = 10,29 \quad (\text{л/сек.})$$

Діаметр труб тимчасового водогіну:

$$D = \sqrt{4 * Q_{\text{сум}} / \pi * v} = \sqrt{4 * 10,29 * 10^{-3} / 3,14 * 1,5} = 0,093 \text{ м} = 93 \text{ мм}$$

### 3.4.4 Розрахунок потреби електроенергії

Використовуючи спрощену формулу для розрахунку числа прожекторів на будмайданчику

$$П=S/(P*N)$$

де П - число прожекторів,

S - площа освітлення,

P - удільна потужність прожекторного освітлення,

N- потужність лампи в прожекторі,

$$П = 17835 / (6 * 500) = 4 \text{ шт.}$$

### Підрахунок ТЕП

1.Трудовитрати на обсяг робіт:

$$Q_n = 20156.02 \text{ люд.-діб}$$

$$Q_{пр} = 18628 \text{ люд.-діб}$$

2.Питома трудомісткість:

$$q_n = Q_n / V = 20156.02 / 36071.7 = 0.55 \text{ люд.-діб/м}^3$$

$$q_{пр} = Q_{пр} / V = 18628 / 36071.7 = 0.51 \text{ люд.-діб/м}^3$$

3.Тривалість будівництва:

$$T_n = 309 \text{ діб} \quad T_{вир} = 284 \text{ діб}$$

4.Середньоспискова кількість робітників:

$$N_{срн} = Q_n / T_n = 20156.02 / 309 = 65 \text{ л}$$

$$N_{срв} = Q_v / T_v = 18628 / 284 = 65 \text{ л}$$

5.Коефіцієнт нерівномірності руху робітників:

$$\alpha_n = 1.6 \quad \alpha_v = N_{\max} / N_{срв} = 87 / 65 = 1.63$$

6.Коефіцієнт сполучення терміну будівництва:

$$K_{спв} = \sum t_n / T_v = 88.92 / 284 \times 0.93 > 1$$

7.Показник скорочення терміну будівництва:

$$K_n = 1 \quad K_v = T_v / T_n = 284 / 309 = 3.13$$

8.Продуктивність праці:

$$П_n = 100\% \quad П_{пр} = Q_n / Q_v \times 100\% = 20156.02 / 186228 \times 100\% = 108\%$$

### 3.5 Будівельний генеральний план об'єкта

Будівельний генеральний план розроблено на період повного розгортання робіт по будівельному майданчику і відображує положення будівельного майданчика при виконанні наземної частини будівлі.

Вихідними даними для виконання будівельних робіт є:

- генеральний план з позначенням на ньому існуючих і запроектованих об'єктів;
- календарний графік будівництва з графіками, необхідної кількості робітників;
- обраний кран.

Розрахунок побутових приміщень виконують згідно існуючих норм, які забезпечують максимальну побутову зручність для робітників, обслуговуючого персоналу та інженерно-технічних робітників. Без розрахунку приймаються кімнати відпочинку, інструментальні, закриті склади, навіси.

Монтаж елементів перекриття здійснюється за допомогою крану КБ-403А. На будгенплані виділена небезпечна зона крана. Поза межею небезпечної зони розташовані адміністративно-побутові приміщення і тимчасові споруди. На в'їзді і виїзді будмайданчика встановлені заборонюючі і попереджуючі знаки „В'їзд заборонено”, „Обмеження руху автотранспорту”, схема руху. Рух транспорту односторонній. Ширина дороги складає 3.5 м. В місця х розгрузки конструкцій і матеріалів для забезпечення вільного проїзду транспорту і забезпечення роботи крана при розгрузці передбачено розширення дороги на 3.5 м. Ширина пішохідної дороги складає 1.5 м.

Місце складування конструкції, напрямок крана, машин і механізмів прийняті згідно з технологічною картою на будівельно-монтажні роботи. Складування матеріалів, конструкцій і напівфабрикатів виконується поза межею небезпечної зони, але у зоні крана.

На будгенплані вказано підкрановий шлях баштового крану, його огороження, кінцеві упори, показано заземлення, подача електроенергії і т.і.

Тимчасові побутові і санітарні приміщення розташовані з урахуванням вимог протипожежної безпеки. Відстань між побутовими приміщеннями прийнято 1.5 м. підходи до побутових приміщень відчинені, дорога має тверде покриття. Складські приміщення і площадки розташовані з урахуванням найкоротшої відстані до приміщення матеріалів, мінімальної кількості перевантажень, зручності під'їздів.

Криті склади розташовані поблизу дороги. Щоб не заважати руху транспорту, дорога на ділянці розташування складських територій має під'їзні шляхи для зупинки транспорту в час розвантаження.

Відкриті складські території розташовані в зоні дії крана з урахуванням технічної послідовності виконання робіт, руху крана. Розміри площадок визначені по габаритам конструкції, згідно розмірів ділянок складування матеріалів з

урахуванням проходів. Місця прийняття розчина і бетону розташовані в зоні дії крана.

### Тимчасові інженерні комунікації

Тимчасові інженерні комунікації запроектовані від існуючих комунікацій. В зв'язку з тим, що вартість прокладки тимчасових інженерних комунікацій визначна, при проектуванні будгетплану прийнято варіант з найменшою довжиною інженерних комунікацій.

Тимчасова електромережа підключена до постійної електромережі через трансформатор з лічильником. Від трансформатора електроенергія подається на розподільчий щит ( $W=380V$ ). Також від трансформатора електроенергія подається ( $W=380V$ ) для інших потреб. Для освітлення запроектована повітряна електромережа, яка розміщена на стовпах, встановлених через 42 м. Для освітлення майданчика запроектовані прожектори ( $W=700V$ ), встановлені на стовпах. З метою економії електроенергії прийнята мінімальна кількість прожекторів.

Подача електроенергії в побутові і допоміжні приміщення виконано від зовнішньої електромережі, а також підключення побутових приміщень між собою ізольованим кабелем. Водопровід та каналізація розташовані на вільній території майданчика. Підключення до постійної мережі здійснюється тільки за допомогою використання колодязя, а на водопровід встановлюється лічильник.

Тимчасовий водопровід повинен мати мінімальну кількість підключень (врізок). Пожежний гідрант встановлюють на постійну мережу водопроводу. Питний фонтанчик встановлюється поблизу побутових приміщень. Водорозбірні крани встановлюють в місцях споживання води. Тимчасова каналізація прокладається до постійної мережі від душової і їдальні.

### Розрахунок тимчасових побутових приміщень

$$F=(N_p/n)f \text{ (м}^3\text{)}$$

$$N_p=k \times N$$

Назва приміщень	Кількість робітників у % від кількості в найбільшій зміні					Всього К	N люд	N люд
	І зм	ІІ зм	ІІІ зм	ІV зм	інші			
Кабінет виконроба	-	-	8	-	-	0.08	87	6
Побутові приміщення	100	100	-	4	6	1.1	87	95
Приміщення для прийому їжі	100	-	8	4	6	1.18	87	103
Туалет	100	-	8	4	6	1.18	87	103
Душова	70	-	4	2	4	0.8	87	70
Сушарка	100	-	2	2	3	1.07	87	93

Назва приміщень	N, люди	n, люди	f, люди	Fp, м <sup>2</sup>	Fпр,м <sup>2</sup>	Вид типового приміщення
Кабінет виконроба	6	-	3.5	21	18.4	Контейнер
Побутові приміщення	95	-	1.1	104.5	6×18.4	Контейнер
Приміщення для прийому їжі	103	3	1.1	37.7	2×19.9	Пересувний контейнер
Туалет	103	15	3.5	24	24	3 інвентарних щитів
Душова	70	10	3.5	24.5	19.9	Пересувний контейнер
Сушарка	93	-	0.2	18.6	19.9	Пересувний контейнер
Без розрахунку прийнято:						
Кімната відпочинку				2×19.9	2×19.9	Контейнер
Інструментальна				2×8.7	17.4	Контейнер
Майстерня сантехніків				8.7	8.7	Контейнер
Майстерня електриків				8.7	8.7	Контейнер
Прохідна				3	3	Контейнер
Приміщення закритого складу				130	130	Склад
Всього					440	

Таблиця 3.8 – Розрахунок площі складів

Назва матеріалів	Одиниці вимірювання	Q	$\alpha$	n	K2	T	P	Pпр	V	K	S	Тип складу
Цегла	тис. шт.	3336.5	1.1	2	1.3	78	122.3	122	0.7	1.4	244	Відкритий склад
Теслярні вироби	м <sup>2</sup>	1978	1.1	2	1.3	28	202.0	202	4.5	1.4	62.8	Відкритий склад
Рулонні матеріали	м <sup>2</sup>	15677.6	1.1	2	1.3	20	2241.8	2241	60	1.4	52.3	Навіс
Гіпсові плити	м <sup>2</sup>	6761.3	1.1	2	1.3	18	1074.3	1074	80	1.4	18.8	Закритий склад
Лінолеум	м <sup>2</sup>	9563	1.1	2	1.3	18	1519.5	1519	400	1.4	6.0	Закритий склад
Скло віконне	м <sup>2</sup>	1381.8	1.1	2	1.3	8	740.9	740	80	1.4	13.0	Навіс
Керамічна плитка	м <sup>2</sup>	12591.1	1.1	2	1.3	42	128.6	128	122	1.4	2.0	Закритий склад
Покрівельна сталь	T	0.49	1.1	2	1.3	6	0.35	1.35	22	1.4	0.3	Навіс
Фарби масляні	кг	1038.06	1.1	2	1.3	22	135	135	600	1.4	0.3	Закритий склад
Шпалери миючі	м <sup>2</sup>	17422.7	1.1	2	1.3	24	2076.2	2076	122	1.4	24	Закритий склад
Плінтуса	м	10032.3	1.1	2	1.3	24	1195.5	1196	122	1.4	14	Закритий склад
Шпатльовка	кг	824.64	1.1	2	1.3	22	107.2	107	300	1.4	0.5	Закритий склад
Електроди	T	0.442	1.1	2	1.3	16	0.08	0.08	4.5	1.4	0.02	Закритий склад

## Визначення ТЕП будгенплану

1. Загальна площа будгенплану

$$S1 = \sum A_n \times B_n = 3355 \text{ м}^2$$

2. Площа забудови

$$S2 = \sum A_n \times B_n = 1158 \text{ м}^2$$

3. Площа побутових приміщень

$$S3 = \sum F_{пр} = 440 \text{ м}^2$$

4. Коефіцієнт забудови будгенплану

$$K1 = S2/S1 = 1158/3355 = 0.34$$

5. Коефіцієнт забудови будгенплану побутовими приміщеннями

$$K2 = S3/S1 = 440/3355 = 0.13$$

## 3.6 Організація робіт підготовчого періоду

Таблиця 3.9 – Визначення трудовитрат на роботи підготовчого періода

№ пп.	Найменування робіт	Трудомісткість СМР, люд.-діб	Питомі трудовитрати, %	Трудовитрати підготовчих робіт, люд.-діб
1	Влаштування тимчасових побутових приміщень	17084.3	1.0	170.8
2	Влаштування тимчасового водопровода і каналізації		1.0	170.8
3	Влаштування тимчасових доріг		1.0	170.8
4	Влаштування тимчасової електричної мережі		1.0	170.8
5	Влаштування тимчасового огороження		1.0	170.8
				Σ854

Таблиця 3.10 – Визначення трудовитрат на спеціальні роботи

№ пп.	Найменування робіт	Будівельний обсяг, 100м <sup>2</sup>	Питома трудомісткість, люд.-діб/100 м <sup>2</sup>	Трудовитрати спеціальних робіт, люд.-діб
1	Влаштування водопровода та каналізації	360.72	0.25	90.18
2	Влаштування опалення і вентиляції		0.25	90.18
3	Електромонтажні роботи		0.25	90.18
4	Влаштування газозабезпечення		0.25	90.18
5	Телефон і сигналізація		0.1	36.07
6	Монтаж техобладнання		0.3	108.22
			Σ	505.01
	Упорядження 4%-17084.3			683.4

	Здача об'єкта 1%-17084.3			170.8
	Невраховані роботи 5%-17084.3			854.2

### 3.7 Санітарно-гігієнічне обслуговування працюючих на будівельному майданчику

Виробнича санітарія на основі вивчення характеру впливу умов праці (сукупності шкідливих виробничих чинників) на організм і здоров'я людини розробляє та здійснює систему заходів санітарно-гігієнічного характеру, спрямованих на попередження професійних захворювань і збереження працездатності будівельних робітників.

При організації будівельного майданчика вирішується комплекс питань по створенню здорових та безпечних умов праці. До них відносяться: улаштування приміщень для санітарно-побутового обслуговування робочих, місця для обігріву робочих у холодну пору року, приміщення для прийому їжі, приміщення для сушки, знепилювання, ремонту спецодягу та спецвзуття показані в таблиці.

Таблиця 3.11 – Характеристики приміщень для робітників

№ зп.	Найменування приміщень	Тип приміщення	Площа, м <sup>2</sup>
1	Контора виконроба	НС 3848В	18.4
2	Побутові приміщення	С 1660	6×18.4
3	Приміщення для прийому їжі	Пересувні на шасі	2×19.9
4	Душова	Пересувні на шасі	19.9
5	Сушарка	ВС-50А	19.9
6	Туалет	Інвентарні щити	24
7	Кімната відпочинку	Контейнер	19.9
8	Інструментальна	Контейнер	17.4
9	Майстерня сантехників	Контейнер	8.7
10	Майстерня електриків	Контейнер	8.7
11	Прохідна	Контейнер	3.0

Тимчасові будівлі обираємо типові інвентарні пересувні або збірно-розбірні, тимчасові будівлі розміщують у вигляді побутових місць з максимальними зручностями.

Інвентарні будівлі службового призначення повинні бути телефонізовані та радіофіковані, а побутові приміщення для працівників радіофіковані.

#### 3.7.1 Вплив на здоров'я робочих-будівельників виробничих шкідливостей (пилу, шуму, вібрації тощо) і захист від їх дії при кам'яних роботах.

Багато технологічних процесів в будівництві супроводжується виділенням пилу, діючого на організм людини та на його органи дихання. Пил погіршує

виробничу видимість, орієнтування в межах робочих зон і призводить до швидкого руйнування трущих частин машин і механізмів. Окрім цього пил може бути вибухонебезпечним і є джерелом статичних розрядів електрики.

Пил-дрібні тверді частки, здатні якийсь час знаходитися в повітрі або промислових газах у зваженому стані. Пил представляє гігієнічну шкідливість. Чим менше пил, тим небезпечніше шляхи проникнення її в організм. Шляхи проникнення пилу в організм:

- органи дихання;
- шлунково-кишковий тракт;
- шкіра.

Пил погіршує видимість на будівельних об'єктах, знімає світловіддачу освітлювальних приладів, за рахунок чого знижується продуктивність праці. Для попередження забруднення пилом повітряного середовища у виробничих приміщеннях і захисту працюючих від її шкідливого впливу необхідне проведення таких заходів:

- максимальна механізація й автоматизація виробничих процесів, що дозволяє цілком виключити або звести до мінімуму кількість робітників, що знаходяться у зонах інтенсивног пиловиділення;
- застосування герметичного устаткування, герметичних пристроїв для транспортування матеріалів, що порошать, наприклад, використання установок пневматичного транспортування усмоктувального типу дозволяє вирішувати не тільки транспортні, але й санітарно-гігієнічні завдання, тому що цілком виключає пиловиділення у повітряне середовище приміщень;
- очищення від пилу вентиляційного повітря при його подачі у приміщення і викиді в атмосферу;
- застосування індивідуальних засобів захисту від пилу-окулярів, распіраторів і протипилевого спецодягу.

Звук та шум виникає при механічних колтваннях у твердих, рідких та газоподібних середовищах.

Об'єктивна дія шуму виявляється у вигляді підвищеного кров'яного тиску, зниження гостроти слуху, послаблення уважності, порушення координації руху і зниження працездатності. Суб'єктивна дія шуму виявляється у вигляді головного болю, запаморочення, безсоння, загальної слабкості. Для виміру шуму використовують шумоміри.

Зменшення шуму у джерелі виникнення є найбільш ефективним та економічним.

Знизити шуми аеродинамічного й електромагнітного походження як правило можна тільки зменшенням потужності або швидкості роботи машини, що приведе до зниження продуктивності або порушення технологічного процесу, тому в багатьох випадках, коли істотног зменшення шуму в джерелі не вдалося досягти, використовують методи зниження шуму по шляхах його поширення

застосуванням шумозахисних кожухів, екранів, глушників аеродинамічного шуму.

Вібрація впливає на нервову систему і через неї рефлекторно передається на органи людини. Під впливом вібрації найбільші зміни відбуваються у нервовій та серцево-судинній системах.

Якщо технічними засобами (віброізоляцією, вібропогашенням) не вдається знизити вібрацію робочих машин і робочих місць до гігієнічних норм, застосовують віброзахисні рукавиці і взуття.

Віброзахисні рукавиці не повинні перешкоджати виконанню робітниками операцій, а використані пружньодемпоруючі матеріали захищають тканиною для запобігання подразнення шкіри й всмоктування вологи, віброзахисне взуття виготовляють зі шкіри і постачають устілкою з пружньодемпоруючого матеріалу.

При передачі та пересуванні на робоче місце вантажопідйомними кранами цегли слід застосовувати піддони, контейнери, вантажопідйомне обладнання.

### **3.7.2 Проектування системи загального рівномірного освітлення будівельного майданчика згідно ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»**

Освітлення робочих місць і будівельного майданчика є необхідною умовою виконання робіт.

Необхідність правильного освітлення будівельного майданчика і робочих місць, проходів і проїздів, місць складування, санітарно-гігієнічних і побутових приміщень є одним з факторів зниження виробничого травматизму.

Для електричного освітлення майданчика (ширина 59.1 м) застосовуємо прожектори з лампами типу ДРЛ, тип прожектору ПЗС-45.

Вихідні данні

$a=59.1$  м-ширина освітлюваної площі

$v=160$  м-відстань між щоглами

$l=56.8$  м-довжина освітлюваної площі

1.Визначаємо кількість щогл для прожекторів

$N=2l/v=2 \times 56.8/160=0.71$  приймаємо 1 шт.

2.Визначаємо кількість ламп

$N_{лл}=n_{л} \times N_{щ}=3 \times 1=3$  лампи

$r=20^{\circ}$

$\theta=60^{\circ}$

$H=25$  м

$P=0.35$ Вт/м<sup>3</sup>

$n_{л}=3$  шт.

3.Визначаємо загальну потужність

$P_{заг}=P_{л} \times N_{лл}=700 \times 3=2100$ Вт=2.1 кВт

4. Визначаємо розрахункову плитну потужність

$$P_{п.розр} = P_{заг}/a \times l = 2100/59.1 \times 56.8 = 0.63$$

### 3.7.2 Розрахунок небезпечної зони при роботі баштового крану

Для безпечного здійснення будівельно-монтажних робіт необхідно визначити безпечні зони для знаходження людей у будівлі та за її межами. По периметру будинку необхідно встановити зону шириною не менше 7 м. Безпечну зону необхідно позначити знаком. У нічний час будівельний майданчик і робочі місця повинні бути освітлювані прожекторами.

Безпечна для знаходження людей зона під час переміщення, установки і закріплення елементів конструкції повинна бути позначена на відстані 7 м.

При монтажі збірних конструкцій забезпечують надійність строповки. Монтажні роботи здійснюються з додержанням організаційно-технологічних рішень і заходів техніки безпеки, передбачених у проекті виконання робіт.

Безпечною зоною при роботі баштового крану є площа, обмежена паралельними лініями, розташованими на відстані найбільшого вильоту стріли від вісі підкранового шляху у кожний бік з можливим відльотом навантаження при його падінні.

Найбільший виліт стріли з можливим відльотом навантаження (конструкції) визначається таким чином: в даному випадку розглядаємо як навантаження плиту перекриття:

$$R = L_{max} + x$$

$$x = \sqrt{h(1 - \cos \alpha) + a}$$

$l$ -довжина гілки стропу, м

$\alpha$ -зовнішня половина конструкції, м

$L_{max}$ -максимальний виліт робочої стріли крана (30 м)

$$x = \sqrt{36.5(4(1 - 0.886) + 3)} = 11.3 \text{ м}$$

$$R = 30 + 11.8 = 41.3, \text{ приймаємо } 42 \text{ м}$$

### 3.8 Безпека виконання робіт

Основними причинами травматизму є:

- ураження електричним струмом через відсутність заземлення;
- несправність обладнання працюючого під тиском;
- падіння з висоти за відсутності огороження на риштуваннях та лісах;
- несправність підйомних механізмів (лебідки, підйомні люльки);
- відсутність ЗІЗ;
- відсутність вентиляції при роботі з токсичними речовинами;
- відсутність інформуючих плакатів і надписів.

При упорядженні будівель використовують комплекти машин з електроприводом. Металеві частини машин, працюючих при напрузі понад 36 В,

необхідно заземлювати, а вимикачі розміщувати у зачиненому ящику. Повинна бути передбачена можливість відключення усіх електроустановок у межах об'єкта або ділянки робіт.

Засоби підмашування, які застосовуються для штукатурних або кам'яних робіт, у місцях, під якими ведуться інші роботи або є прохід, повинні мати настил без зазорів.

При виконанні штукатурних робіт з використанням розчинонасосних установок необхідно забезпечити двосторонній зв'язок оператора з машиністом установки.

Для просушування приміщень слід використовувати електричні нагрівачі повітря. Забороняється обігрівати і сушити приміщення пристроями, які виділяють у приміщення продукти згоряння палива.

Малярні суміші слід робити у приміщеннях, обладнаних вентиляцією.

У місцях застосування нітрофарб та інших вибухонебезпечних лакофарбових матеріалів, забороняються дії з використанням вогню, електропроводка у цих місцях повинна бути знеструмлена.

При виконанні малярних робіт слід виконувати санітарні правила.

Місця, над якими виконуються скляні роботи, слід огороджувати. Транспортування скла слід виконувати з використанням безпечних пристосувань або у спеціальні тарі.

## **Розробка рішень по безпечному виконанню мурування**

При виробництві робіт по муруванню керуються ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Рівень кладки після кожного переміщення засобів підмашування повинен не менш як на 0,7 м вище рівня настилання або перекриття. У випадку необхідності нижче цього рівня кладку виконувати використовуючи запобігаючи пояси.

При муруванні стін нижче 70 см над рівнем робочого настилу та перекриття робочим закріплюватися запобіжними ременями за страховий канат, що натягнутий впродовж робочого настилу та плит перекриття. При муруванні II-го ярусу, страховий трос закріплювати за петлі, II та III ярусів – за петлі підмостки.

Заборонено вести кладку стін будівлі наступного поверху без встановлення несучих конструкцій міжповерхового перекриття, а також майданчиків та маршів в сходових клітках.

Не залишати неукладені стінові матеріали та інструменти на стіні під час перерви в кладці.

Прорізи сходових кліток загороджувати постійним або тимчасовим огороженням.

Усі робочі настили риштування та прорізи в плитах перекриття загороджувати. До встановлення столярних виробів віконні та дверні прорізи викладених стін загороджувати.

Забороняється виконувати БМР, пов'язані зі сходженням робочих у одній хватці на поверхах, над якими здійснюється переміщення, встановлення та тимчасове закріплення конструкцій.

При кладці стін лоджій робочому закріплюватися карабіном запобіжного ременю за страховий трос, що натягнутий впродовж плит перекриття.

Всі металеві частини електрообладнання, освітлювальної арматури, механізми з електроприводом заземлити у відповідності з ПТЕ та ПТБ електроприладів користувачів.

Робочі та ІТР без захисних касок та засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

До початку виробництва робіт робітники повинні пройти виробничий інструктаж на робочому місці. Робітники повинні бути забезпечені спецодягом, санітарно-побутовими приміщеннями, нормо комплектом.

Відповідність за безпечне ведення робіт по муруванню та протипожежний стан покладається на майстра або виконроба.

### **Розробка рішень по безпечному проведенню монтажних робіт**

Перед початком будівельно-монтажних робіт замовник і генеральний підрядчик із залученням супідрядних організацій повинні оформити акт допуск.

Всі особи які знаходяться на будівельній площадці зобов'язані носити захисні каски.

Робітники та інженерно-технічні працівники без захисних касок, а також без спецодягу, спецвзуття й інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускається.

Робітники можуть бути допущені до роботи тільки після проходження вступного (загального) інструктажу з техніки безпеки безпосередньо на робочому місці, що повинен робитись також при кожному переході на іншу роботу або зміну умов роботи. Проведення інструктажу оформляється документами. Організація буд. площадки, ділянок робіт і робочих місць повинна забезпечуватися безпекою праці працюючих на всіх етапах виконання робіт. Щоб уникнути доступу сторонніх осіб повинен бути огорожений. Огородження що примикають в місці масового проходу людей, необхідно обладнати спеціальними захисними козирками. У в'їзду на буд. площадки повинна бути встановлена схема руху транспортних засобів, а на узбіччях доріг і поїздів добре видимі дорожні знаки, що регулюють порядок руху транспортних засобів, відповідно до правил дорожнього руху України.

Швидкість руху автотранспорту по території виробництва робіт не повинно перевищувати 10 км/год на прямих ділянках, і 5 км/год на поворотах.

Монтаж будівельних конструкцій відноситься до робіт з підвищеною небезпекою. При їх виконанні необхідно керуватися вимогами ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві». Особливу увагу при виробництві робіт необхідно приділяти на наступне:

До монтажних робіт допускаються робітники які пройшли спеціальний інструктаж по техніці безпеки,

Робочі-монтажники повинні бути ознайомлені з безпечними методами праці, Забороняється підйом збірних конструкцій які не мають монтажних петель чи спеціальних пристроїв для стропування які б забезпечували їх правильне стропування та монтаж.

Очищення елементів та конструкцій від бруду, іржі і т.п. потрібно проводити на землі до їх підйому.

Стропування елементів та конструкцій повинна проводитися по схемах складених з урахуванням міцності та стійкості конструкцій які піднімаються при монтажних навантаженнях,

Стропування елементів та конструкцій потрібно робити за допомогою інвентарних строп, а в необхідних випадках спеціально розробленими захватними пристроями.

Елементи та конструкції під час переміщення повинні утримуватися від розхитування та крутіння відтяжками із пенькового канату чи тонкого гнучкого тросу.

Забороняється зупиняти підйом елементів чи конструкцій в повітрі.

Розстропування встановлених елементів та конструкцій допускається лише після міцного та стійкого їх закріплення.

Забороняється виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при силі вітру більше 6 балів а також в дощ та грозу.

Робітники, працюючі на монтажі, забезпечуються спецодягом, спецвзуттям та касками.

### **Небезпечні зони на будівельному майданчику та їх розрахунок**

По ДБН А.3.2-2-2009 до постійно діючих небезпечних чинників, слід відносити зони поблизу від неізольованих частин електроустановок; поблизу необгороджених перепадів по висоті на 1.3 м і більш; у місцях, де містяться шкідливі речовини в концентраціях вище гранично допустимих або впливає шум інтенсивністю вище граничне допустимої.

До зон потенційно діючих небезпечних виробничих чинників слід відносити ділянки території поблизу будівлі, що будується; зони переміщення машин, устаткування або їх частин; місць, над якими відбувається переміщення вантажу вантажопідйомними кранами.

При роботі з краном встановлюють небезпечну зону:

$Z=R + S$  , де  $R$  - виліт стріли крана,  $S$  - величина відльоту конструкцій при падінні.  $S = \sqrt{h[m(1 - \cos \varphi) + \alpha]}$ ,

де  $h$  - відстань від землі до піднятої конструкції,

$m$  - довжина стропа,

$\alpha$  - відстань від центру тяжкості конструкції до її краю,

$\varphi$  - кут між стропом і вертикальною віссю.

$$S = \sqrt{h[m(1 - \cos \varphi) + \alpha]} = \sqrt{17[4.5(1 - \cos \varphi) + 3]} = 12 \text{ м}$$

приймаємо  $S = 12$  м. Ширина небезпечної зони рівна  $B=2(R+S)$

$$= 2(25+12)=74 \text{ м.}$$

Межа небезпечної зони навколо будівлі, в межах якої можливе виникнення небезпеки у зв'язку з падінням предметів, встановлюється по табл. І СНиП III- 4-80\* рівної 7 м від зовнішнього периметра будівлі.

Огорожа будівельного майданчику повинна бути на відстані не більш ніж 40 м під об'єкту, що будується, її необхідно обладнати захисними козирками над пішохідною дорогою.

Найважливішою умовою безпеки на будівельному майданчику є огороження небезпечних зон. Небезпечною зоною вважається робота на висоті -просторі, розташована над робочим місцем, межі якого вважаються рівними горизонтальній проекції.

Небезпечна зона поблизу котловану визначається мінімально допустимою відстанню  $I$  по горизонталі від основи неукріпленого откосу по найближчих опорних частин машини  $I = a \cdot b = 1 \cdot 3.5 = 3.5$  м, де  $h$  - глибина виїмки, м;  $a$  - коефіцієнт, що приймається для виїмок завглибшки до 5 м в суглинному ґрунті 0,95 м.

### **Вибір стропуючого пристрою для монтажу (підйому) плити перекриття**

Визначаємо діаметр сталюого канату для виготовлення стропу згідно з схемою стропування.

Вихідні дані:

- маса вантажу  $Q_e = 2100$  кг;

- кут між вертикаллю і гілкою стропу  $\alpha = 30^\circ$ ;

- тип канату для стропу маркувальної групи проволонк 1666 МПа 6×36+1 о.с. (ГОСТ 7668-80\*) з числом проволонк 216 шт., тип торкання ЛК-РО.

Розрахункова схему стропування вантажу

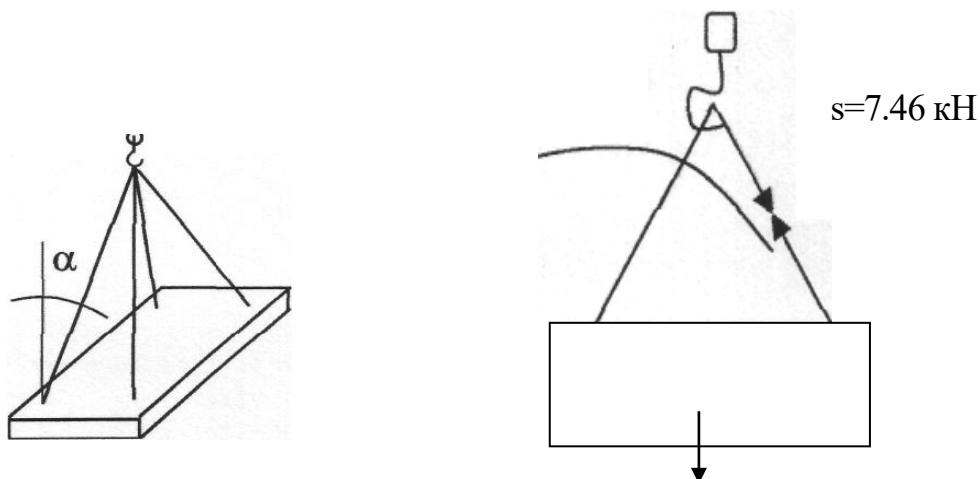
Приводимо розрахункову схему:

Визначаємо зусилля натягіння в гілці стропу:

$$S = \frac{Q_b}{mk_H \cos \alpha} = \frac{2100}{4 * 0.75 * 0.866} = 746 \text{ kH}$$

Визначаємо розрахункове зусилля

$$S_p = S \times k = 7.46 \times 5 = 37.3 \text{ кН}$$



Приймаємо сталевий канат  $\varnothing 11,5$  мм з розривним зусиллям 70,95 кН > 37,3 кН вказаного вище типу,  $6 \times 36 + 1$  о.с. з числом проволоку 216 шт., тип торкання ЛК-РО.

### Основні організаційні та технічні заходи і засоби електробезпеки на даному будівельному майданчику

Захисне заземлення-це навмисне електричне з'єднання з землею металевих неструмоведучих частин електрообладнання, які можуть опинитись під напругою, наприклад внаслідок порушення ізоляції електроустановки.

Завдання захисного заземлення полягає в усуненні небезпеки ураження людини струмом у разі дотику до корпусу електрообладнання, яке знаходиться під напругою.

Призначення заземлення-перетворення замикання на корпус у замикання на землю з метою зниження напруги дотику до безпечних величин.

Допустимі значення опору заземлених пристроїв регламентовані Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ). Для електроустановок напругою до 1000 В, при ізольованій нейтралі трансформатора, опір захисного заземлення повинен бути не більше ніж 40м. Існують штучні заземлювачі і природні струмопровідні предмети, що знаходяться у землі та комунікації іншого призначення.

Як штучні заземлювачі використовуються сталеві труби діаметром 30-50 мм та кутникова сталь  $40 \times 40$ - $60 \times 60$ .

Вертикальні з'єднують у контур сталевую стрічкою перетином  $4 \times 12$  мм, або провідником круглого перетину діаметром не менше 6мм, за допомогою зварювання.

Під час встановлення вертикальних заземлювачів попередньо риється траншея глибиною 0.6-0.8 м.

Як природні заземлювачі можуть використовуватись:

- металеві конструкції та арматура залізобетонних конструкцій, які контактують з землею;
- прокладені у землі водогінні труби та свинцеві оболонки кабелів.

Забороняється використовувати як природні заземлювачі трубопроводи з пожежо вибухонебезпечними рідинами і газами, алюмінієві оболонки кабелів та алюмінієві провідники.

Розрахунок виконано на комп'ютері, результати наведені у таблиці

Ґрунт	$\rho$ , Ом $\times$ м	Розташування електродів	а/лв	Лв, м	d, м	Заземлення дод.опору	n, кількість електродів	Опір R, Ом
Ґлина	60	В ряд	3	2.0	0.02	Повторне 10	3	4.521

### 3.9 Пожежна безпека

#### 3.9.1 Вогнестійкість будівлі

Будівля має II ступінь вогнестійкості і протипожежні розриви між будівлями III категорії 12 м. Час, протягом якого конструкція втрачає несучу або огорожуючу здатність, називають межею вогнестійкості і вимірюють у годинах від початку іспиту конструкції.

Високою межею вогнестійкості володіють цегляні конструкції. В умовах пожежі конструкції витримують нагрів до 900°C, практично не втрачаючи міцності.

При однакових конструктивних параметрах межа вогнестійкості балок менше ніж у плит, так як при пожежі балки обігриваються з трьох сторін, а плити тільки з нижньої поверхні.

Найкращою арматурною сталлю, з точки зору вогнестійкості, є сталь класу А-400С марки 25Г2С. Плити і панелі суцільного перетину зі звичайного залізобетону при захисному шарі не менше 10мм і мають межі вогнестійкості: арматура А-240С та А-300С-0.75 год.; А-400С-1 год.

Розрахунок межі вогнестійкості ведеться по втраті несучої здатності.

#### 3.9.2 Пожежна безпека на будівельному майданчику.

Здійснення заходів, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику покладається на керівників. Повинно бути організоване навчання робітників правилам пожежної безпеки, дія у разі виникнення пожежі. На майданчику проводять заходи, спрямовані на запобігання пожежі і забезпечення пожежного захисту: будівельна ділянка

забезпечується тимчасовим водопроводом, установкою мережі протипожежних гідрантів; об'єкти, що будуються та підсобні будинки оснащуються первинними засобами пожежогасіння.

Забороняється виконання зварювальних робіт у місцях скупчення легкозаймистих речовин. Перевіряється електроізоляція проводів, у місцях можливих коротких замикань. Після закінчення зварювальних робіт робоче місце перевіряється на наявність вогнищ, загорання. Пожежна безпека житлового будинку у період будівництва забезпечується системою пожежогасіння, протипожежними щитами. Повинні бути розроблені і виявлені шляхи евакуації робітників на випадок пожежі.

### **Забезпечення евакуації людей із будівлі при пожежі та рішення по незадимлюваності шляхів евакуації**

Евакуація людей з будівлі проводиться через коридори сходові марші. На кожному поверсі повинні бути вказані путі та напрямки евакуації людей під час надзвичайних ситуацій.

### **Рішення по забезпеченню пожежної безпеки на будівельному майданчику (протипожежні розриви між будівлями, дороги, проїзди, під'їзди для пожежних машин, пожежні крани, пожежні гідранти)**

По протипожежних нормах і правилах на будівельному майданчику, що знаходиться на відстані більш 200 м від природних вододжерел, варто провести пожежний водопровід.

Видалення пожежних гідрантів повинне бути не більш 2,5 м від дороги; не менш 5,0 м від будівлі.

Відстань між гідрантами повинна бути від 50 до 100 м.

Об'єкт будівництва забезпечується протипожежним інвентарем, первинними засобами пожежегасіння.

Відповідальність за протипожежну безпеку на будівництві об'єкта, а також за дотримання протипожежних вимог, наявність і справний зміст засобів пожежегасіння несе персонально начальник будівництва. Контроль за дотриманням вимог пожежної безпеки покладається на генпідрядника.

Місця для відходів повинні бути розташовані на відстані не менш 50 м від найближчих будинків і границь складу лісоматеріалів. Курити допускається тільки в спеціально відведених місцях, забезпечених засобами пожежегасіння.

Котли для варіння і розігріву бітумних мастик повинні мати щільно закриті кришки з неспалюючих матеріалів. Заповнювати котли впливає не більше ніж на  $\frac{3}{4}$  їхньої ємності. Пожежні щити необхідно встановлювати на території будівельного об'єкта, тимчасових адміністративно-побутових і складських приміщень.

Для забезпечення пожежної безпеки зведення будівлі, будгенпланом передбачено встановлення на будівельному майданчику двох пожежних гідрантів (див. будгенплан даної пояснювальної записки). Крім того будгенпланом передбачено устрій тимчасових пожежних щитів.

На період експлуатації будівлі повинні бути передбачені постійні пожежні крани, розташовані в середині будівлі, або в зв'язку з не розробкою питань водопостачання будівлі місця установки гідрантів не показані. Загальномайданчиковим генпланом передбачено устрій двох пожежних резервуарів заглибленого типу місткістю по 20 м<sup>3</sup> кожний.

### **Обґрунтування та забезпечення необхідної кількості пожежних постів, вогнегасників, ящиків з піском, бочок з водою**

Визначення видів та кількості первинних засобів пожежегасіння слід проводити з врахуванням фізико-хімічних та пожеженебезпечних властивостей горючих речовин, їх взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів площ виробничих приміщень, відкритих майданчиків та установок. Необхідну кількість первинних засобів пожежегасіння визначають окремо для кожного поверху та приміщення, а також для етажерок відкритих установок. У випадку, коли в одному приміщенні знаходяться декілька різних за пожежною небезпекою виробництв, не відділених один від одного протипожежними стінами, то всі ці дільниці забезпечують вогнегасниками, пожежним інвентарем та іншими видами засобів пожежегасіння за нормами найбільш небезпечного виробництва.

Як правило пожежний інвентар з пожежним інструментом та вогнегасниками розміщується на спеціальних пожежних щитах (стендах). Такі щити (стенди) відповідно до "Правил пожежної безпеки в Україні" встановлюються на території об'єкта з розрахунку один щит (стенд) на площу 5000 м<sup>2</sup>. До комплекту засобів пожежегасіння, які розміщуються на ньому, слід включити: вогнегасники - 3 шт., ящик з піском - 1 шт., пожежне покривало розміром 2×2 - 1 шт., гаки - 3 шт., лопати - 2 шт., лопати - 2 шт., сокири - 2 шт. Ящик з піском, що є елементом конструкції пожежного щита (стенду) повинен мати місткість не менше 0,1 м<sup>3</sup> та виключати попадання в нього опадів.

При проектуванні будгенплану передбачаються наступні заходи по охороні праці та пожежній безпеці:

- визначення небезпечних зон, вхід в які робочим не зв'язаних з виконанням даних робіт заборонений;
- встановлені безпечні шляхи для пішоходів та автотранспорту;
- розміщення тимчасових адміністративно-господарських будівель на віддаленні від основних будівельних об'єктів, для неможливості їх попадання в зону монтажних кранів;
- дислокація складів горючих матеріалів та майданчиків для приготування ізоляційних та покрівельних мастик в місцях, звідки дим та газу не досягали найближчих житлових будинків;

- відстань від будівель до джерел вогню приймаються згідно протипожежним нормам та правилам по узгодженню з місцевою протипожежною інспекцією;

- забезпечення протипожежних розривів між тимчасовими та постійними будівлями в залежності від їх ступеню вогнестійкості;

- влаштування освітлення будмайданчику, проходів, робочих зон;

- забезпечення безпечних умов праці, виключаючих можливість ураження електрострумом.

Проектована будівля з несучими і захищаючими конструкціями з залізобетону і штучних кам'яних матеріалів із застосуванням листових і плиткових негорючих матеріалів. По цих конструктивних характеристиках будівля відноситься до будівель I ступеня вогнестійкості. Стіни несучі, сходові площадки повинні бути розраховані на 2,5 год., Внутрішні несучі стіни на 2 год. Сходові площадки на 1 год., елементи покриття на 0,5 год.

### **Підсумкові ТЕР проекту**

1. Тривалість будівництва 9,5 міс.
2. Питома трудомісткість 5,2 люд.-год./м<sup>2</sup>.
3. Питомий виробіток 1239 грн./люд.-зм.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. Збірник ГН 3 «Кам'яні роботи». – К. : УкрНДЦ «Екобуд», 2006. – 68 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=6578](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=6578)
2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К. : Мінрегіонбуд України, 2017. – 38 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=68456](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=68456)
3. ДБН В.1.2.-2-2006. Навантаження і впливи. – К. : Мінбуд України, 2006. – 75 с.
4. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною №1. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 51 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=59627](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=59627)
5. ДБН В.2.6:220-2017. Покриття будівель і споруд. – К. : Мінрегіонбуд України, 2017. – 46 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=72201](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=72201)
6. ДБН А.1.1-1:2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. – 16 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112664](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112664)
7. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 49 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=64312](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=64312)
8. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 120 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=25399](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=25399)
9. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2017. – 26 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=71184](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=71184)
10. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2019. – 50 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=84353](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=84353)
11. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Із Зміною №1. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 103 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=26738](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=26738)
12. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112670](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112670)

13. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників. – Випуск 64. Будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. – Част. 1, 2. – Краматорськ, 2001.

14. ДСТУ 9243.4:2023. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 59 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=103963](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=103963)

15. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=64463](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=64463)

16. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=60541](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=60541)

17. Технологія будівельного виробництва / В. К. Черненко, М. Г. Єрмоленко, Г. М. Батура та ін.; За ред. В.К. Черненка, М.Г. Єрмоленка. – К. : Вища школа, 2002. – 430 с.