

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Навчально-науковий інститут заочної  
та післядипломної освіти

Кафедра будівельних конструкцій



**ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**  
ОПП «Будівництво та цивільна інженерія»

на тему: «Дитячий ясла-сад на 140 місць в м. Городок Львівської області з аналізом напружено-деформованого стану сходового маршу в експлуатаційній стадії»

Студент	_____	<u>Косило А. Р.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник роботи	_____	<u>Білозір В.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Консультанти:	_____	<u>Фамуляк Я. Є.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
	_____	<u>Білозір В.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
	_____	<u>Фамуляк Ю.Є.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
	_____	<u>Матвіїшин Є.Г.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
	_____	<u>Березовецький А.П.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Дубляни – 2021

# ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## Навчально-науковий інститут заочної та післядипломної освіти

Кафедра будівельних  
конструкцій

«Затверджую»  
Зав. кафедрою

\_\_\_\_\_

(підпис)

### З А В Д А Н Н Я

на дипломну магістерську роботу

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ОПП «Будівництво та цивільна інженерія»

Студенту \_\_\_\_\_ Косилу А.Р.

Тема роботи Дитячий ясла-сад на 140 місць в м. Городок Львівської області з аналізом напружено-деформованого стану сходового маршу в експлуатаційній стадії

1. Керівник магістерської роботи Білозір В.В. к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджена наказом ЛНАУ від «19» липня 2021 року №213/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи: до «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

3. Вихідні дані для роботи: Місце будівництва – м. Городок. Фундаменти – стаканного типу. Колони і ригелі – збірні, залізобетонні. Перекриття – збірні багатопустотні плити. Водопостачання – від існуючих центральних мереж.

4. Перелік питань, які необхідно розробити: 1. Архітектурно-планувальний розділ 2. Розрахунково-конструктивний розділ 3. Технологія та організація будівництва 4. Економіка будівництва 5. Охорона праці та довкілля 6. Наукова робота. Аналіз напружено-деформованого стану сходового маршу в експлуатаційній стадії.

5. Перелік графічного матеріалу 1. Архітектурно-будівельні креслення (фасад, план, розріз, вузли). 2. Робочі креслення багатопустотної плити і сходового маршу. 3. Технологічна карта на монтаж конструкцій. 4. Календарний або сітковий графік будівництва. 5. Будівельний генеральний план

## Реферат

Дитячий ясла-сад на 140 місць в м. Городок Львівської області з аналізом напружено-деформованого стану сходового маршу в експлуатаційній стадії.

Дипломна робота . Косило А. Р. Кафедра будівельних конструкцій. – Дубляни. Львівський державний аграрний університет, 2021: 73стор. текст. частини, 16 табл., 13 рис., 23 джерел.

Розроблено дипломну роботу з проектними пропозиціями щодо будівництва дитячого садка розмірами в осях 51.3x12.84. Фундаменти – монолітні залізобетонні, зовнішні стіни - з цегли. Проаналізовао напружено-деформований стан сходового маршу в експлуатаційній стадії.

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
ВСТУП.....	5
1. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	6
1.1. Генеральний план.....	6
1.2 Об'ємно-планувальне вирішення.....	8
1.3 Конструктивні вирішення та опорядження.....	8
1.4 Інженерне обладнання будівлі.....	8
1.5. Протипожежні заходи.....	9
1.6 Експлікація приміщень.....	10
2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	11
2.1 Проектування багатопустотної плити перекриття будівлі.....	12
2.2 Розрахунок сходового маршу.....	21
1.3 Розрахунок залізобетонної сходового майданчика.....	29
3 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....	32
3.1 Технологічна карта на монтаж плит перекриття.....	32
3.2 Проектування календарного плану.....	37
3.4 Проектування будженплану.....	43
4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА.....	50
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	63
6 НАУКОВА РОБОТА.....	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71

## ВСТУП

Основним завданням капітального будівництва є створення і прискорення відновлення основних фондів народного господарства, призначених для розвитку суспільного виробництва і вирішення соціальних питань.

Програму капітального будівництва неможливо виконати без підвищення рівня індустріалізації будівництва, скорочення трудозатрат і строків зведення об'єктів, без використання прогресивних високоефективних матеріалів і конструкцій. Так, наприклад зараз широко застосовуються збірні залізобетонні і сталі залізобетонні конструкції заводського виготовлення з використанням асбестоцементу, металу, армобетону, полімерів і інших матеріалів.

Особливо широко застосовуються конструкції з попередньо напруженим армуванням. Проектування таких конструкцій це комплекс розрахунків і графічних робіт, включаючи виготовлення, транспортування і експлуатацію.

Великі обсяги капітального будівництва вимагають швидкого розвитку і технічного вдосконалення будівельних індустрій і промисловості будівельних матеріалів до рівня, забезпечую чого потреби народного господарства, зниження вартості і покращення якості будівництва шляхом його індустріалізації з застосуванням комплексної механізації будівельно-монтажних робіт.

Дипломне проектування являється завершальним етапом підготовки студента. Воно дає можливість узагальнити набуті знання і показує рівень підготовки молодого інженера – будівельника.

# 1 АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Генеральний план

Генеральний план дитячого садка-ясел у місті Городок розроблений відповідно до вимог норм, чинних в будівництві на даний час.

Ділянка будівництва дитячого садка-ясел розташована по вулиці Т.Шевченка в місті Городок Львівської обл.. Ділянка розташована поблизу дороги , а це забезпечує хороший зв'язок об'єкта з рештою інфраструктури міста. Рельєф поверхні ділянки будівництва є рівним, із незначним загальним ухилом у південно-східному напрямі. Зелені насадження в даний момент часу є відсутніми. Поруч із ділянкою, з північного її боку, пролягають мережі інженерних комунікацій, таких як, водопровід і каналізація, слабкострумові і електричні мережі . Ділянка обмежена з півночі - вул. Є. Коновальця , зі заходу - вул. Нова, із південного боку - вул. Т. Шевченка , зі сходу - незабудована територія суміжної ділянки, на якій існують зелені насадження ( хвойні дерева).

Проект в рамках дипломної роботи розроблений для площі 4930 м<sup>2</sup>. Майданчик під будівництво характеризується такими геолого-кліматичними показниками: середня максимальна температура найжаркішого місяця - + 24.60 , середньорічна температура - +8, протягом року випадає в середньому 620 мм опадів, з переважанням їх у теплий період; переважний напрямок вітру – західний.

Даний проєкт в рамках дипломної роботи виконаний в ув'язці зі сформованим існуючим плануванням міста. Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних і естетичних умов вся територія буде впорядкована і озеленена . У межах відведеної ділянки висаджуватиметься покращений газон. Для тимчасового паркування автотранспорту використовуватиметься автостоянка на 10 маш . / місьць , яка розташована по вул. Т. Шевченка. Одне маш.- місце паркування являтиме собою майданчик із розмірами 6х3 м.

Збирання сміття здійснюватиметься у сміттєзбірні контейнери, які знаходитимуться на подвір'ї, що розташоване із тильного боку будівлі, що проєктується. Господарський двір також використовуватиметься для постачання установи продуктами харчування.

Покриття проїздів прийняли одношаровим асфальтобетонне, а пішохідні доріжки і площадка перед головним входом - з плитковим покриттям. Уздовж асфальтобетонного покриття передбачене установлення бортових каменів БР 100.30.15, а уздовж плиткового - БР100.20.8.

Відведення поверхневих вод від будівлі здійснюватиметься по твердих покриттях з подальшим скиданням в міську каналізацію.

Таблиця 1.1 – ТЕП генплану

№ п/п	Назва	Площа
1	Площа території, га	0,489
2	Площа забудови, м <sup>2</sup>	772,82
3	Площа проїздів та майданчиків, м <sup>2</sup>	706,71
4	Озеленення майданчика, м <sup>2</sup>	836,5
5	% забудови	25,5%

### 1.2 Об'ємно-планувальне вирішення

Будівля запроектована нескладної форми в плані, що являє собою прямокутники, розділені між собою деформаційними швами. Вона має два поверхи. Покрівля ясел-саду - рубероїдна неексплуатована. Розміри будівлі в осях складатиме 12940x51300 мм.

Під'їзд до будівлі здійснюватиметься з боку вул. Т.Шевченка та вул. Є.Коновальця, забезпечуючи тим самим за необхідності під'їзд пожежних та сервісних машин до усіх дверей та вікон будівлі.

### 1.3 Конструктивні вирішення та опорядження

Фундаменти прийнято монолітними із бетону класу С12/15. Глибина їх закладання -1,2м.

Цегляні стіни і перегородки запроектовано зі звичайної керамічної цегли на розчині М50.

Перегородки прийняті цегляними товщиною 120мм на розчині М50.

Покриття і перекриття запроектовано зі залізобетонних пустотних плит за серією 1.141.1-19с.

Цегляні стіни, згідно з проектом, зі зовнішнього боку утеплюватимуться пінопластом і нанесенням штукатурки типу короїд.

Основні приміщення фарбуватимуться водоемульсійними розчинами.

Стіни санвузлів опоряджуватимуться керамічною плиткою 15x15 см. Всі дерев'яні вироби фарбуватимуться 2 рази масляними фарбами. Сталеві конструкції фарбуватимуться емалевою фарбою ПФ – 115 за 2 рази по ґрунтовій фарбі ГФ – 021.

Усі дерев'яні елементи, що торкаються до кам'яної кладки, ізолюватимуться шаром толі та антисептуватимуться розчином фтористого натрію.

Таблиця.1.2 - Прийняті конструкції будівлі

Будівельні конструкції	
Фундаменти	Стрічкові монолітні залізобетонні
Стіни	Цегляні
Перемички	Монолітні армовані із бетону С15/20
Перекриття	Плити збірні залізобетонні багатопустотні
Покриття	Плити збірні залізобетонні багатопустотні
Сходові клітини	Збірні залізобетонні марші з майданчиками

#### 1.4 Інженерне обладнання будівлі

Опалення корпусу - від існуючої зовнішньої тепломережі. Для системи опалення теплоносієм прийнято воду з параметрами 95 – 70°С від котельні.

Система опалення - однотрубна, протічна. Для нагрівання прийняті сталеві радіатори. Повітря зі системи видаляється через крани.

Вентиляція приміщень є припливно-витяжною із механічним природнім збудженням. Подавання повітря здійснюється вентиляторами



через фільтр очищення.

Будівля обладнується холодним і гарячим водопостачанням. Підключення до зовнішньої мережі прийнято по одному вводу. Передбачено монтування водоміру.

Гаряче водопостачання – централізоване, від котельні. Внутрішні мережі холодного і гарячого водопостачання виконуватимуться зі сталевих водогазопровідних оцинкованих труб. Труби після їх монтажу фарбуватимуться масляною фарбою двічі. Внутрішня мережа каналізації виконується з пластикових каналізаційних труб діаметром 50-100мм.

Електропостачання передбачено від існуючої трансформаторної підстанції двома спареними кабелями перерізом 2АВВГ 3х95 + 1х35. На введенні встановлено розподільний пристрій ВРУ 1 – 13. Розподілення від освітлювального щитка ПР – 11 потужністю  $P = 6.03\text{кВт}$ .

Проектом передбачено види електроосвітлення: робоче, аварійне і ремонтне. Також передбачено автоматичну роботу припливних систем залежно від температури припливного повітря і захисту калориферів від заморожування і автоматична робота насосів. Проектом передбачена телефонізація. Абонентська мережа виконується проводом ТРВ – 2х0.5мм<sup>2</sup>.

Всі металеві частини електрообладнання підлягають заземленню під'єднанням до нульового проводу мережі.

Для заземлення використано круглу сталь діаметром 12 мм, яку забивають в землю на глибину 0,5м від поверхні. Заземлювачі (2 шт) з'єднані між собою металевою пластиною 40х4мм. Опір кожного заземлювача повинен бути не більшим за 20 Ом.

### 1.5. Протипожежні заходи

Проектом передбачено протипожежні заходи згідно із ДБН 21-01-09 "Пожежна безпека будівель і споруд".

У будівлі передбачаються конструктивні, об'ємно-планувальні та інженерно-технічні рішення, що забезпечуватимуть у випадку

пожежі:

- можливість евакуації людей на прилеглу до будівлі територію до настання безпосередньої загрози їх життю і здоров'ю;

- можливість доступу пожежних та подачі засобів пожежогашіння до місця пожежі і проведення заходів із порятунку людей та матеріальних цінностей;

- непоширення пожежі на сусідні будівлі;

- обмеження матеріальних збитків за обгрунтованого співвідношенні величини збитку і витрат на протипожежні заходи.

Евакуаційні заходи передбачені відповідно до вимог ДБН 2.08.01 – 09, ДБН 2.08.02 – 05 і ДБН 21 – 01 – 11.

Евакуація людей з будівлі, за потреби, здійснюватиметься із двох пожежних драбин.

#### 1.6 Експлікація приміщень

Таблиця 1.3- Експлікація приміщень

№ за.п.	Назва приміщення	Площа, м <sup>2</sup>
1	Гральна кімната	98,2
2	Спальня	121,4
3	Приймальна	35,4
4	Туалет	40,4
5	Буфет	8,7
6	Навчальний кабінет	48,9
7	Роздягальна	17,6
8	Медична кімната	9,3
9	Приймальна ізолятора	5,0
10	Палата ізолятора	7,2
11	Санвузол ізолятора	2,8
12	Приміщення для приготування дезінфікуючих засобів	1,9

13	Пральня, прасувальна	12,3
14	Технічне приміщення	12,3
15	Кухня	35,4
16	Склад сухих продуктів	8,2
17	Склад для овочів	4,0
18	Завантажувальна	4,0
19	Електрощитова	7,7
20	Коридори	38,4
21	Вестибюль	27,7
22	Тіньовий навіс	
23	Групова	147,0
24	Спальня	147,3
25	Роздягальня	52,8
26	Туалет	48,4
27	Буфет	8,7
28	Хол	9,7
29	Кабінет завідуючого	10,1
30	Методичний кабінет	13,3
31	Кімната персоналу	9,1
32	Кладова для чистої білизни	5,0
33	Кладова фізкультурного обладнання	6,3
34	Зал для гімнастичних і музикальних занять	74,4
35	Приміщення для обладнання	7,1
36	Коридори	40,4
37	Душова персоналу	1,6
38	Санвузол персоналу	3,2

## 2 РОЗРАХУНКОВ-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Проектування багатопустотної плити перекриття будівлі

Дані для розрахунку. Бетон плити – класу С20/25 Поздовжня арматура - класу А800. Поперечна арматура - класу А500С. Номінальні розміри проектованої плити - 6х1,5м. Навантаження на 1м<sup>2</sup> плити зібрані і подані в табл. 2. 1.

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на 1 м<sup>2</sup> плити

Вид навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. надійності за навантаженням $\gamma_f$	Розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
1	2	3	4
Постійні: від підлоги з плитки товщ. 15...мм густиною $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$ $0,015 * 2,0 * 9,81 * 0,95 =$	0,28	1,1	0,31
цементний розчин товщ. 20...мм густиною $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$ $0,02 * 2,0 * 9,81 * 0,95 =$	0,37	1,3	0,48
шар шлакобетону товщ. 3см густиною $\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$ $0,03 * 1,5 * 9,81 * 0,95 =$	0,42	1,3	0,55
Власна вага багатопорожнистої панелі приведеною товщиною 12 см густиною $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ $0,12 * 2,5 * 9,81 * 0,95 =$	2,8	1,1	3,08
<b>РАЗОМ:</b>	3,38		4,42
Тимчасові Характеристичне значення	4	1,2	4.8
Квазіпостійне значення	6	1,2	7.2
<b>Повне навантаження</b>	<b>13.87</b>		<b>16.42</b>
Навантаження на 1 п.м довжини панелі: розрахункове повне $q = 16.42 * 1,5 = 24,63 \text{ кН/м}$ розрахункове експлуатаційне (характеристичне) $q^n = 13.87 * 1,5 = 20.805 \text{ кН/м}$ розрахункове експлуатаційне тривале $q_{nl} = (3,87 + 6) * 1,5 = 14.805 \text{ кН/м}$ розрахункове експлуатаційне короточасне $V_{sh}^n = 6 * 1,5 = 9 \text{ кН/м}$			

Розміри плити:

$$l = 5.98 \text{ м}; b_f = 149 \text{ см}; b'_f = 147 \text{ см}.$$

$$h = 22 \text{ см}, b_f = 2b_{eff} + b_w; b'_f = 2b_{ef} + b_w$$

$$h_f = h_{eff} = (h - \emptyset_{oms}) / 2 = (22 - 15.9) / 2 = 3.05 \text{ см.}$$

Прийнято попередньо  $h_{eff} = 3 \text{ см.}$

Ребро зведеного перерізу має товщину:

$$b_w = b'_f - 7 \emptyset_{oms} = 147 - 7 \cdot 15.9 = 35.7 \text{ см.}$$

$b'_f = 3/22 = 0,136 > 0,1$ , тому в розрахунок вводимо всю ширину полиці даної плити.

$$b'_f = 147 \text{ см (рис. 1)}$$

Фактична довжина плити  $l = 598 \text{ см}$  з опиранням на стіну:

$$a_1 = a_2 = \min\left(\frac{t}{2}; \frac{h}{2}\right)$$

$$\frac{t}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ см}$$

$$\frac{h}{2} = \frac{22}{2} = 11 \text{ см.}$$

Тому  $a_1 = a_2 = 6 \text{ см.}$

$l_n = 598 - 2 \cdot 12 = 574 \text{ см}$  - відстань між внутрішніми гранями опор.

$$l_{eff} = 574 + 2 \cdot 6 = 586 \text{ см.}$$

Розрахункові значення моментів:

від повного навантаження:

$$M_d = \frac{q l_{eff}^2}{8} = \frac{24.63 \cdot 5.86^2}{8} = 105.72 \text{ кНм};$$

від повного експлуатаційного:

$$M_{d,n} = \frac{q_n l_{eff}^2}{8} = \frac{20.805 \cdot 5.86^2}{8} = 89.3 \text{ кНм};$$

від тривалої частини експлуатаційного:

$$M_{d,n,l} = \frac{q_n l_{eff}^2}{8} = \frac{14.805 \cdot 5.86^2}{8} = 63.6 \text{ кНм};$$

від короткочасної частини: експлуатаційного:

$$M_{d,n,sh} = \frac{q_{n,sh} l_{eff}^2}{8} = \frac{9 \cdot 5.86^2}{8} = 38.63 \text{ кНм.}$$

Розрахункові значення поперечних сил на опорах:

повного розрахункового навантаження

$$V_{Ed} = \frac{q l_{eff}}{2} = \frac{24.63 \cdot 5.86}{2} = 72.17 \text{ кН};$$

від повного експлуатаційного

$$V_{EII} = \frac{q_n l_{eff}}{2} = \frac{20.805 \cdot 5.86}{2} = 60.96 \text{ кН};$$

від тривалої частини експлуатаційного

$$V_{EII} = \frac{q_{n,l} l_{eff}}{2} = \frac{10.805 \cdot 5.86}{2} = 43.38 \text{ кН}$$

Перевірка положення нульової лінії внутрішніх сил виконується з використанням рівняння:

$$M = f_{cd} b_f h_f' \left( d - \frac{h_f'}{2} \right) = 14.5 \cdot 147 \cdot 3 \left( 19 - \frac{3}{2} \right) = 111.9 \text{ кНм} > M_d = 105.72 \text{ кНм}.$$

Висота стиснутої зони менша ніж товщина полиці.

Залежність напружень від деформацій на другій вітці діаграми деформування арматури:

$$\sigma_s = f_{pd} + \left( \frac{f_{pk}}{\gamma_s} - f_{pd} \right) \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{po}}{\varepsilon_{ud} - \varepsilon_{po}}.$$

Прийmemo  $\varepsilon_s = \varepsilon_{ud}$  і отримуємо:

$$\sigma_s = 637.5 + \left( \frac{840}{1.2} - 637.5 \right) \cdot 1 = 700 \text{ МПа}.$$

Площу арматури  $A_p$  визначено з умови:

$$M \leq \sigma_s A_p \left( d - \frac{h_f'}{2} \right).$$

$$\text{Звідси } A_p \geq \frac{11190}{70.5 \left( 19 - \frac{3}{2} \right)} = 9.0 \text{ см}^2.$$

Приймаем  $8 \varnothing 12 \text{ A800}$  з  $A_s = 9.05 \text{ см}^2$  ..

Коефіцієнт приведення:

$$\alpha_e = \frac{E_p}{E_{ck}} = \frac{1,9 \cdot 10^5}{26 \cdot 10^3} = 7,3.$$

Визначення площі приведенного перерізу:

$$A_{red} = A_c + \alpha_e A_p = 147 \cdot 22 - \frac{7 \cdot 3,14 \cdot 15,9^2}{4} + 7,3 \cdot 9,05 = 1310,8 \text{ см}^2.$$

Його статичний момент відносно нижньої грані плити перекриття:

$$S_{red} = S_c + \alpha_e A_p a_p = 147 \cdot 22 \cdot 11 - \frac{7 \cdot 3,14 \cdot 15,9^2}{4} \cdot 11 + 7,3 \cdot 9,05 \cdot 3 = 35574 - 15281,1 + 198,2 = 20491,1 \text{ см}^3$$

Відстань до центра ваги перерізу плити перекриття.:

$$y = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{20491,1}{1310,8} = 15,63 \text{ см.}$$

Звідси визначено відстань від центру ваги перерізу плити до центру ваги арматури:

$$y_p = y - a = 15,63 - 3 = 12,63 \text{ см}$$

$$I_{red} = I_c + \alpha_e A_p y_p^2 = \frac{147 \cdot 22^3}{12} - \frac{7 \cdot 3,14 \cdot 15,9^4}{64} + 7,3 \cdot 9,05 \cdot 12,63^2 = 130438 - 21950 + 10538,5 = 119026,5 \text{ см}^4$$

Момент опору зведеного перерізу плити відносно її нижньої грані:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{h - y} = \frac{119026,5}{22 - 15,63} = 18685,5 \text{ см}^3.$$

Переріз плити зводиться до двотаврового.

Визначаємо момент інерції перерізу отвору

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 15,9^2}{4} = 198,5 \text{ см}^2;$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 15,9^4}{64} = 3135,7 \text{ см}^4.$$

З рівності моментів інерції квадрата і круга:

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{Ah_1^2}{12};$$

$$h_1 = \sqrt{\frac{12I}{A}} = \sqrt{\frac{12 \cdot 3135,7}{198,5}} = 13,8 \text{ см.}$$

Звідси отримано:  $h_f = h'_f = \frac{22-13.8}{2} = 4.1 \text{ см.}$

Визначаємо ширину ребра приведенного перерізу:

$$b_w = 147 - 7 \cdot 13.8 = 50.4 \text{ см.}$$

Звідси відносно верхньої грані плити:

$$W_{pl}' = \gamma W_{red}' = 1.5 \cdot 18685.5 = 28028.25 \text{ см}^3.$$

$\gamma = 1.5$  для двотаврових перерізів при  $2 \left( \frac{b'_f}{b} \right) \leq 5$

Напруження на рівні нижньої грані:

$$\sigma_c = \frac{P}{A_{red}} + \frac{P \cdot y_p \cdot y}{I_{red}} \leq 0.3 f_{cd} = 4.35 \text{ МПа} = 0.435 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}.$$

$$\frac{P}{1310.8} + \frac{P \cdot 12.63 \cdot 15.63}{119026.5} \leq 0.435$$

$$P \leq 176.6 \text{ кН.}$$

Напруження на рівні верхньої грані:

$$\sigma_{ct} = \frac{P}{A_{red}} - \frac{P y_p \cdot (h - y)}{I_{red}} = \frac{176.6}{1310.8} - \frac{176.6 \cdot 12.63 \cdot (22 - 15.63)}{119026.5} = -0.011 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$
$$= -0.11 \text{ МПа} < f_{ctm} = -0.244 \text{ МПа}$$

Тріщин під час обтиску не утворюватиметься.

Приймемл зусилля попереднього напруження:

$$P_{\max} = 1.15 \cdot P = 1.15 \cdot 176.6 = 203.09 \text{ кН} \approx 203 \text{ кН}$$

Відомо, що згідно з п. 3.3.2.1 ДСТУ:

$$P_{\max} = A_p \cdot \sigma_{p,\max},$$

де

$$\sigma_{p,\max} \leq 0.8 f_{pn} = 0.8 \cdot 840 = 672 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{p,\max} \leq 0.9 f_{p0.1k} = 0.9 \cdot 765 = 688.5 \text{ МПа.}$$

Приймемо:  $\sigma_{p,\max} = 672 \text{ МПа} > 0.3 \cdot f_{p0.1k} = 0.3 \cdot 765 = 229.5 \text{ МПа}$

$$P_{\max} = 9.05 \cdot 67.2 = 608.16 \text{ кН}$$

Зусилля попереднього напруження  $P_{\max} = 203 \text{ кН}$  відповідає вимогам ДСТУ, а тому його і приймаємо у розрахунках.



Миттєві втрати попереднього напруження:

від релаксації напружень арматури:

$$\Delta P_r = 0.03 A_p \cdot \sigma_{p, \max} = 0.03 \cdot 9.05 \cdot 67.2 = 18.24 \text{кН}.$$

від температурного перепаду  $\Delta P_\theta = 0$ .

Миттєві втрати від деформації сталеві форми:

$$\Delta P = \frac{(h-1)\Delta l}{2nl} \cdot E_p A_p.$$

Приймаємо:

$$\Delta P_3 = 3.0 \cdot A_p = 3.0 \cdot 9.05 = 21.15 \text{кН}.$$

$$\Delta P_{el} = 9.05 \cdot 19000 \cdot \frac{0.44 \cdot 0.344}{2080} = 12.5 \text{кН}$$

Після миттєвих витрат зусилля в арматурі:

$$P = P_{\max} - \Delta P_2 - \Delta P_3 - \Delta P_{el} = 163.61 - 12.5 = 151.11 \text{кН}$$

Втрати попереднього напруження, що залежать від часу.

Від повзучості втрати практично відсутні, так як напруження в стиснутій зоні є пружними.

Визначимо втрати від усадки бетону.

Так як  $\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$ , а,  $\varepsilon_{cd} = 0$ , бо передбачене тепловологісне твердіння бетону, то отримуємо:

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2.5 \cdot (18.5 - 10) \cdot 10^{-6} = 21.25 \cdot 10^{-6}$$

Тому значення цих витрат приймаємо при:

$$\varepsilon_{ca} = \varepsilon_{ca}(\infty) = 21.25 \cdot 10^{-6}.$$

Втрати зусилля від усадки, иаким чином дорівнюють:

$$\Delta T_{cs} = A_p \cdot \varepsilon_{ca} \cdot E_p = 9.05 \cdot 21.25 \cdot 10^{-6} \cdot 1.9 \cdot 10^4 = 3.65 \text{кН}.$$

Втрати зусиль через релаксацію сталі:

$$\Delta T_{red} = 0.8 \cdot \Delta T_{cs} = 0.8 \cdot 3.65 = 2.92 \text{кН}.$$

Після всіх витрат отримуємо:

$$P = 151.11 - \Delta T_{cs} - \Delta T_{red} = 151.11 - 3.65 - 2.92 = 144.54 \text{кН};$$

$$\sigma_{p_o} = \frac{P}{A_p} = \frac{144.54}{9.05} = 16 \text{ кН/см}^2 = 160 \text{ МПа}$$

Залишкові деформації (які будуть враховані в деформаційному розрахунку):

$$\varepsilon_{s_o} = \varepsilon_{s,o} = \frac{\sigma_p}{E_p} = \frac{160}{1.9 \cdot 10^5} = 8.4 \cdot 10^{-4}.$$

На рівні арматури напруження в бетоні:

$$\sigma_c = \frac{P}{A_{red}} + \frac{P \cdot y \cdot (y - a)}{I_{red}} = \frac{151.11}{1310.8} + \frac{151.11 \cdot 15.63 \cdot (15.63 - 3)}{119026.5} = 0.12 + 0.25 = 0.37 \text{ кН/см}^2 = 3.7 \text{ МПа}$$

Згідно з ДСТУ:

$$\sigma_c \leq 0.6 f_{ck(t)} = 0.6 \cdot 0.8 \cdot f_{ck,prism} = 0.6 \cdot 0.8 \cdot 18.5 = 8.88 \text{ МПа}$$

$$\sigma_c = 3.7 \text{ МПа} < 8.88 \text{ МПа},$$

то передавальну міцність  $f_{c,cube}$  приймаємо 14,4 МПа.

Перевіряємо вимоги 3.3.4.3 ДСТУ:

$$P_{m(o)(x)} = A_p \cdot \sigma_{pm(o)}(x)$$

$$P_{m(o)(x)} = P_{max} - \Delta P_2 - \Delta P_3 - \Delta P_{el} = 203 - 18.24 - 21.15 - 12.5 = 151.11 \text{ кН}$$

$$P_{pm(o)(x)} \leq 0.75 f_{pk} = 0.75 \cdot 840 = 630 \text{ МПа}$$

$$P_{pm(o)(x)} \leq 0.85 f_{p0.1k} = 0.85 \cdot 765 = 650.25 \text{ МПа}$$

Втрати зусиль і початкові деформації, таким чином, визначені.

### Розрахунок похилих перерізів плити

Розрахункове значення опору зсуву:

$$V_{rd,c} = \left[ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_t \sigma_{cp} \right] b_w d$$

$$f_{ck} = 18.5 \text{ МПа}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{190}} = 2.02 \approx 2$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{9,05}{35,7 \cdot 19} = 0,00127 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{ed}}{A_{red}} = \frac{176,6}{1310,8} = 0,135 \text{ KH} / \text{см}^2 = 1,35 \text{ МПа} < 0,2 f_{cd} = 0,2 \cdot 14,5 = 2,9 \text{ МПа}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,3} = 0,14$$

$$k_1 = 0,15$$

Звідси отримуємо:

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,14 \cdot 2(100 \cdot 0,00127 \cdot 18,5)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 1,35 \right] \cdot 0,357 \cdot 0,19 = 0,0389 \text{ МН} = 38,9 \cdot 10^{-3} \text{ МН} =$$

$$38,9 \text{ кН} < Q = 72,17 \text{ кН}$$

Несуча здатність має бути:

$$V_{ed} \leq 0,5 b_w d v f_{cd}$$

$$v = 0,6 \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \left[ 1 - \frac{18,5}{250} \right] = 0,555$$

$$V_{ed} \leq 0,5 \cdot 0,357 \cdot 0,19 \cdot 0,555 \cdot 14,5 = 0,273 \text{ МН} = 273 \cdot 10^{-3} \text{ МН} = 273 \text{ кН}$$

Ця умова виконується. Поперечна арматура згідно з розрахунком не потрібна.

Також визначаємо згідно з п. 4.40 ДСТУ:

$$V_{Rd,c} = \frac{I b_w}{S} f_{ctd}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctm0,05}}{\gamma_c} = \frac{1,5}{1,5} = 1 \text{ МПа}$$

$$I = 119026,5 \text{ см}^4$$

$$S = (147 - 50,4) \cdot 3 \cdot (22 - 15,63 - 3) + \frac{50,4(22 - 15,63)^2}{2} = 976,6 + 1022,54 = 1999,2 \text{ см}^3$$

$$V_{Rd,c} = \frac{119026,5 \cdot 35,7}{1999,2} \cdot 0,1 = 212,5 \text{ кН} > V_{Ed} = 72,17 \text{ кН}$$

Тобто і без врахування попереднього напруження несуча здатність похилого перерізу є забезпеченою.

### Розрахунок плити за граничними станами І групи

На стадії граничної рівноваги згідно з розрахунком в Ексел отримано:

$$M_{d2} = 109,24 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_s = 69,89 \text{ МПа}$$

$$x_1 = 3,7 \text{ см}$$

За руйнування в арматурі деформації дорівнювали граничним ( $\varepsilon_{ud} = 0.0159$ ),

а.  $\varepsilon_{c(1)} = 0.0034$ , що більше, ніж  $\varepsilon_{c1,cd} = 0,00165$ .

Відношення отриманого моменту до зовнішнього,

$$\frac{109,24}{111,9} = 0,976,$$

що можна вважати задовільним.

### Розрахунок плити перекриття за граничними станами II групи

Відомо, що для другої вітки діаграми деформування арматури:

$$\sigma_s = f_{polk} + (f_{pk} - f_{polk}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{po}}{\varepsilon_{uk} - \varepsilon_{po}} \right),$$

де  $f_{polk} = 765 \text{ МПа}$

$$f_{pk} = 840 \text{ МПа}$$

$$\varepsilon_{uk} = 0.018$$

$$\varepsilon_{po} = \frac{f_{polk}}{E_p} = 4,02 \cdot 10^{-3}.$$

У результаті розрахунків в Ексел отримали:

момент утворення тріщин:

$$M_{cr} = 68,03 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Кривизна, що відповідає цьому моменту, дорівнює:

$$\left( \frac{1}{r} \right)_{cr} = 1,144 \cdot 10^{-5}.$$

Момент від характеристичного тривалого навантаження ( див. вище)

$$M_{d,n} = 89,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Виходячи з пропорції:

$$M_{cr} - \left( \frac{1}{r} \right)_{cr}$$

$$M_{d,n} - \left(\frac{1}{r}\right)_{d,n},$$

знаходимо кривизну при дії квазіпостійних навантаєнь:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{d,n} = 1,5 \cdot 10^{-5}.$$

Міра повзучості  $\varphi_e(\infty, t_0) = 3$ . Звідси кривизна дорівнює

$$\frac{1}{r} = 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 3 = 4,5 \cdot 10^{-5}$$

Визначаємо прогин плити:

$$f = k \frac{1}{r} l^2 = 4,5 \cdot 10^{-5} \frac{5}{48} \cdot 586^2 = 1,6 \text{ см}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1,6}{586} = \frac{1}{366,2} < \left[\frac{f}{l}\right] = \frac{1}{200}$$

При тривалих навантаженнях ні нормальних ні похилих тріщин не утворюватиметься.

## 2.2 Розрахунок сходового маршу

Сходовий марш має ширину 1350 мм. Висота поверху дорівнює 2,8 м. Кут нахилу маршу  $\alpha = 30^\circ$ , сходи прийнято розміром 150 x 300 мм. Прийmemo бетон класу С 20/25, арматуру стрижневу А400С, а сіток – Вр-І.

Розрахункова схема маршу полана на рис. 2.1. Згідно з ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи» характеристичне навантаження дорівнює  $p^n = 3,0 \text{ кН/м}^2$ , а коефіцієнт надійності -  $\gamma_f = 1,2$ . Тимчасове тривале навантаження  $p^n_l = 1,0 \text{ кН/м}^2$ . Коефіцієнт надійності по навантаженню  $\gamma_f = 1,3$ . Тимчасове короткочасне навантаження  $p^n_{sh} = 2,0 \text{ кН/м}^2$ , коефіцієнт надійності  $\gamma_f = 1,3$ .

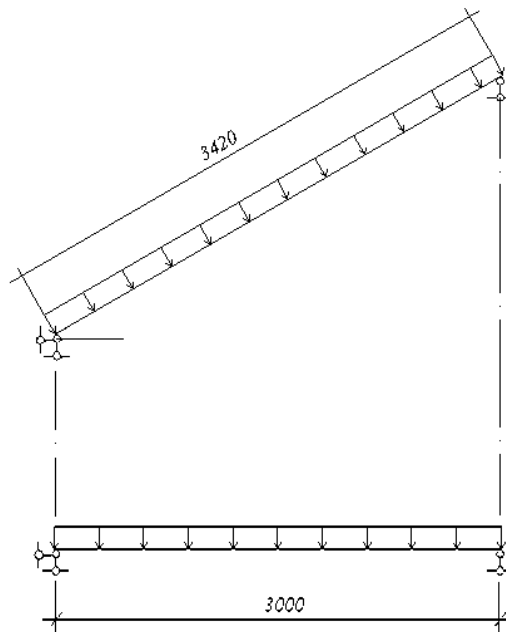


Рис. 2.1 - Розрахункова схема маршу

Розрахункове навантаження на 1 м довжини маршу:

$$q = (g^n \cdot \gamma_f + p^n \cdot \gamma_f) \cdot b \cdot \gamma_n = (3,6 \cdot 1,1 + 3 \cdot 1,2) \cdot 1,35 \cdot 0,95 = 9,8 \text{ кН/м.}$$

Характеристичне навантаження на 1 м довжини:

$$q^n = (g^n + p^n) \cdot b \cdot \gamma_n = (3,6 + 3) \cdot 1,35 \cdot 0,95 = 8,5 \text{ кН/м.}$$

Характеристичне довготривале навантаження на 1 м довжини:

$$q_l^n = (g^n + p_l^n) \cdot b \cdot \gamma_n = (3,6 + 1) \cdot 1,35 \cdot 0,95 = 5,9 \text{ кН/м.}$$

Характеристичне короткотривале навантаження на 1 м довжини:

$$q_{sh}^n = p_{sh}^n \cdot b \cdot \gamma_n = 2 \cdot 1,35 \cdot 0,95 = 2,6 \text{ кН/м.п.}$$

Розрахунковий момент від повного навантаження:

$$M_d = \frac{q \cdot l_{eff}^2}{8 \cdot \cos \alpha} = \frac{9,8 \cdot 3^2}{8 \cdot 0,867} = 12,7 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Від довготривалого навантаження:

$$M_l = \frac{q_l^n \cdot l_{eff}^2}{8 \cdot \cos \alpha} = \frac{5,9 \cdot 3^2}{8 \cdot 0,867} = 7,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Від короткотривалого навантаження:

$$M_{d.n.sh} = \frac{q_{n.sh} \cdot l_{eff}^2}{8 \cdot \cos \alpha} = \frac{2,6 \cdot 3^2}{8 \cdot 0,867} = 3,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Від повного характеристичного навантаження:

$$M^i = \frac{q^n \cdot l_{eff}^2}{8 \cdot \cos \alpha} = \frac{8,5 \cdot 3^2}{8 \cdot 0,867} = 11,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Максимальна поперечна сила (на опорі):

$$V_{ed} = \frac{q \cdot l_{eff}}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{9,8 \cdot 3}{2 \cdot 0,867} = 17,0 \text{ кН.}$$

### Призначення розмірів перерізу маршу

Призначаємо товщину плити (по перерізові між ступенями)  $h = 30$  мм, висоту ребер  $h = 170$  мм, ширину ребер  $b'f = 80$  мм (рис. 2.2).

Розрахунковий тавровий переріз має полицю в стиснутій зоні:  $b = 2 \cdot b'f = 2 \cdot 80 = 160$  мм. Ширина полиці  $b'_f$  за відсутності поперечних ребер приймається не більшою за

$$b'_f = 2 \cdot \frac{l}{6} + b = 2 \cdot \frac{3000}{6} + 160 = 1160 \text{ мм}$$

і за  $b'_f = 12 \cdot h'_f + b = 12 \cdot 30 + 160 = 520 \text{ мм}$

Приймаємо найменше значення, тобто  $b'_f = 520$  мм.

### Розрахунок поздовжньої арматури

Визначаємо положення нейтральної осі:

$$M \leq f_{\bar{n}d} \cdot b'_{eff} \cdot h'_{eff} \cdot (d - 0,5 \cdot h'_{eff})$$

$$M = 12,7 \text{ кН} \cdot \text{м} < 14500 \cdot 0,52 \cdot 0,03 \cdot (0,145 - 0,5 \cdot 0,03) = 26,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Умова виконується, і нейтральна вісь знаходиться в полиці.

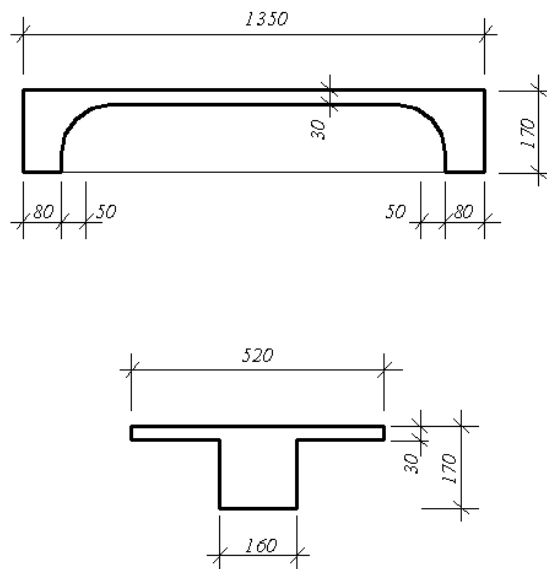


Рис. 2.2 - Розрахунковий перерізи маршу

Визначаємо коефіцієнт:

$$\alpha_0 = \frac{M}{f_{\bar{n}d} b'_{eff} \cdot d} = \frac{12,7}{14500 \cdot 0,52 \cdot 0,145^2} = 0,089.$$

При  $\alpha_0 = 0,089$  знаходимо по таблицях  $\eta = 0,953$ ,  $\xi = 0,095$ .

Площа арматури:

$$A_{sw} = \frac{M}{\eta \cdot f_{tk} \cdot d} = \frac{12,7}{0,953 \cdot 365000 \cdot 0,145} = 2,518 \text{ см}^2.$$

Прийmemo 2Ø14A400C ( 3,08 см<sup>2</sup>).

У кожнім ребрі встановимо по плоскому каркасові.

#### Розрахунок похилих перерізів

Перевіримо необхідність поперечної арматура.



За формулою ДСТУ визначаємо

$$V_{Rd,c} = (V_{\min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d.$$

Тут  $\sigma_{cp} = 0$ , а

$$V_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{130}} = 2,24 > 2.$$

Приймаємо  $k = 2$ .

$$V_{\min} = 0,035 \cdot 2^{3/2} \cdot 15^{1/2} = 0,383 \text{ МПа}$$

$$V_{Rd,c} = 0,0383 \cdot 5 \cdot 13 = 2,489 \text{ кН}$$

Перевіримо умову:

$$V_{Ed} \leq 0,5 b_w d f_{cd}$$

$$b_w = 5 \text{ см}; \quad d = 13 \text{ см}; \quad f_{cd} = 11,5 \text{ МПа}$$

$$V = 0,6 \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{15}{250} \right] = 0,564$$

$$V_{Ed} = 6,08 \text{ кН} \leq 0,5 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 0,564 \cdot 11,5 = 24,45 \text{ кН}$$

Умова виконується.

Плиту, монолітно зв'язану зі ступенями, армуємо з конструктивних міркувань. Діаметр робочої арматури ступеней призначаємо  $\emptyset 6$  А400С. Поперечні стрижні приймаємо О4 Вр – І з кроком 200 мм.

### 1.3 Розрахунок залізобетонної сходового майданчика

Ширина плити майданчика 1350 мм, товщина 60 мм, ширина сходової клітки у світлі 3м. Тимчасове характеристичне навантаження 3,0 кН/м<sup>2</sup>, коефіцієнт надійності за навантаженням  $\gamma_f = 1,2$ .

Приймаємо бетон класу С 20/25, арматуру каркасів А400С, а сіток – Вр-І.

Власна нормативна вага плити при  $b_f' = 6 \text{ см}$ :

$$g^n = 0,06 \cdot 25 = 1,5 \text{ кН/м}^2.$$

Розрахункова вага:

$$g = 1,5 \cdot 1,1 = 1,65 \text{ кН/м}^2.$$

Розрахункова вага лобового ребра:

$$q = (0,29 \cdot 0,11 + 0,07 \cdot 0,07) \cdot 1 \cdot 25 \cdot 1,1 = 1,0 \text{ кН/м}^2.$$

Розрахункова вага пристінного ребра:

$$q = 0,14 \cdot 0,09 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 1,1 = 0,35 \text{ кН/м}^2.$$

Тимчасове навантаження:

$$p = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ кН/м}^2.$$

### Розрахунок полиці

Полицю плити розраховуємо як балковий елемент з врахування часткового защемлення (рис. 2.3). Розрахунковий проліт дорівнюватиме відстані між ребрами 1,13 м.

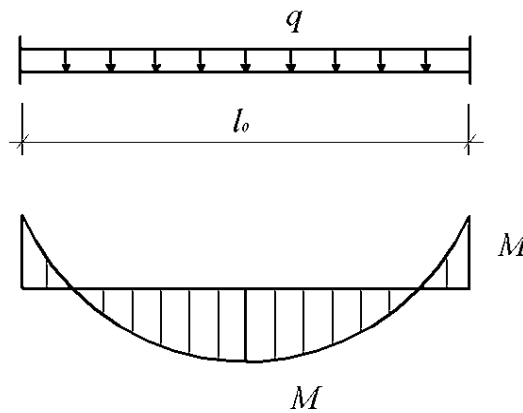


Рис. 2.3 - Розрахункова схема полиці

Згинальний момент визначаємо, вирівнююючи моменти:

$$\bar{M} = M = \frac{q \cdot l_{ef}^2}{16} \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

де  $q$  – навантаження на смугу шириною  $b'_f = 1 \text{ м}$  :

$$q = (g + p) \cdot b'_f = (1,65 + 3,6) \cdot 1 = 5,25 \text{ кН/м.}$$

Згинальний момент у прогоні й на опорах:

$$\bar{M} = M = \frac{5,25 \cdot 1,13^2}{16} = 0,42 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Визначаємо коефіцієнт:

$$\alpha_0 = \frac{M \cdot \gamma_n}{f_{\bar{n}d} \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot d^2} = \frac{0,42 \cdot 0,95}{14500 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,04^2} = 0,0192.$$

При  $\alpha_0 = 0,0192$   $\eta = 0,981$ ,  $\xi = 0,019$ .

Площа арматури:

$$A_{s\bar{o}} = \frac{M \cdot \gamma_n}{\eta \cdot f_{yd} \cdot d} = \frac{0,42 \cdot 0,95}{0,981 \cdot 375000 \cdot 0,04} = 0,27 \text{ см}^2.$$

Для армування полиці використаємо сітку з відгинами на опорах:

$$\frac{3Bp - I - 400}{3Bp - I - 200}.$$

Площа робочої арматури - 0,36 см<sup>2</sup>.

На лобове ребро передається постійне й тимчасове навантаження:

$$q = \frac{(1,65 + 3,6) \cdot 1,35}{2} + 1,0 = 4,55 \text{ кН/м.}$$

Від опорної реакції маршів навантаження прикладене на виступ лобового ребра:

$$q_1 = \frac{Ved}{a} = \frac{17,8}{1,35} = 1,32 \text{ кН/м.}$$

Розрахункова схема лобового ребра - на рис. 2.4 Згинальний момент на виступі від навантаження  $q_1$  на 1 метр:

$$M_1 = q_1 \cdot \frac{0,10 + 0,07}{2} = 1,32 \cdot 0,085 = 0,112 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

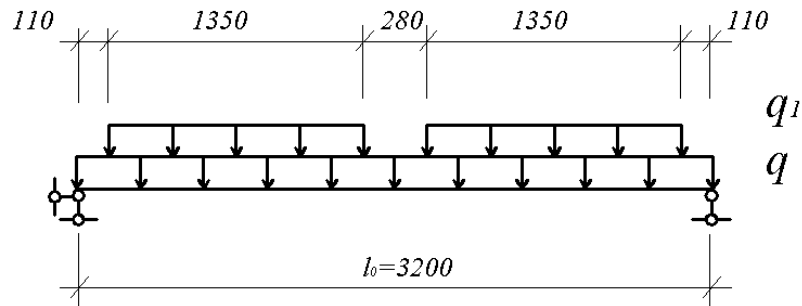


Рис. 2.4 - Розрахункова схема лобового ребра

Момент в середині прогону ребра:

$$M = \frac{(q + q_1) \cdot l_{\text{eff}}^2}{8} = \frac{(4,55 + 1,32) \cdot 3,2^2}{8} = 7,55 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Розрахункова поперечна сила:

$$Q = \frac{(q + q_1) \cdot l_{\text{eff}} \cdot \gamma_n}{2} = \frac{(4,55 + 1,32) \cdot 3,2 \cdot 0,95}{2} = 8,93 \text{ кН}$$

Розрахунковий переріз лобового ребра - тавровий з полицею у стиснутій зоні, яка має ширину:

$$b'_f = 6 \cdot b'_{ff} + b_f = 6 \cdot 6 + 12 = 48 \text{ см.}$$

Визначимо розташування нейтральної осі за умовою:

$$M \cdot \gamma_n \leq f_{cd} \cdot b'_{\text{eff}} \cdot h'_{\text{eff}} \cdot (d - 0,5 \cdot h'_{\text{ess}})$$

$$7,55 \cdot 0,95 = 7,2 \text{ кН}\cdot\text{м} < 14,5 \cdot 0,48 \cdot 0,06 \cdot (0,315 - 0,5 \cdot 0,06) = 107 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Умова виконується, нейтральна вісь - у полці.

Визначаємо коефіцієнт:

$$\alpha_0 = \frac{M \cdot \gamma_n}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot h_0^2} = \frac{7,55 \cdot 0,95}{14500 \cdot 0,9 \cdot 0,48 \cdot 0,315^2} = 0,0117.$$

При  $\alpha_0 = 0,0117$   $\eta = 0,993$ ,  $\xi = 0,0117$ .

Визначаємо площу робочої арматури:

$$A_s = \frac{M \cdot \gamma_n}{\eta \cdot f_{ed} \cdot d} = \frac{7,55 \cdot 0,95}{0,993 \cdot 365000 \cdot 0,315} = 1,75 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø12 А400С, ( $A_s = 2,26 \text{ см}^2$ ).

На пристенное ребро діє навантаження, рівномірно розподілене від півпрольоту полиці і від власної ваги:

$$q = \frac{(1,65 + 3,6) \cdot 1,35}{2} + 0,35 = 3,9 \text{ кН/м.}$$

Розрахункову схему пристінного ребра подано на Рис.2.5.

Момент у середині прогону ребра:

$$M = \frac{q \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{3,9 \cdot 3,2^2}{8} = 5,0 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Розрахункова поперечна сила:

$$Q = \frac{q \cdot l_{eff}}{2} = \frac{3,9 \cdot 3,2}{2} = 6,3 \text{ кН.}$$

Розрахунковий перетріз лобового ребра - тавровий з полицею устиснутій зоні, що має ширину:

$$b'_{eff} = 6 \cdot h'_{eff} + b_r = 6 \cdot 6 + 9 = 45 \text{ см}$$

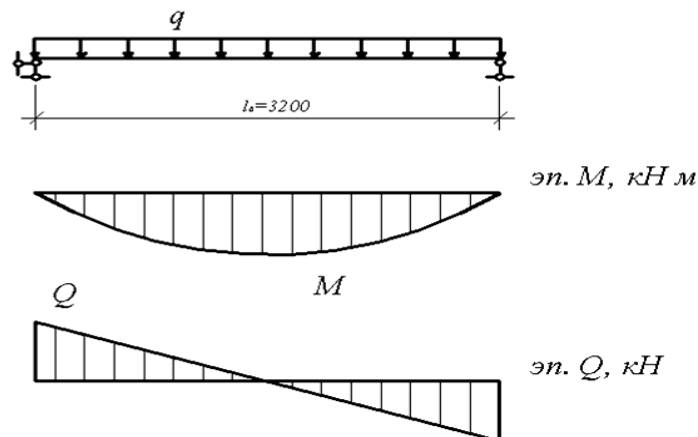


Рис. 2.5 - Розрахункова схема пристінного ребра

Визначаємо розташування нейтральної осі за умовою:

$$M \cdot \gamma_n \leq f_{cd} \cdot b_{eff}' \cdot h_{eff}' \cdot (d - 0,5 \cdot h_{eff}'),$$

$$5,0 \text{ кН}\cdot\text{м} < 14,5 \cdot 0,45 \cdot 0,06 \cdot (0,175 - 0,5 \cdot 0,06) = 56 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Нейтральна вісь - у полиці.

Визначаємо коефіцієнт:

$$\alpha_0 = \frac{M}{f_{cd} \cdot b_{eff}' \cdot h_{eff}'^2} = \frac{5,0}{14500 \cdot 0,45 \cdot 0,175^2} = 0,028.$$

$$\text{При } \alpha_0 = 0,028 \quad \eta = 0,986, \xi = 0,028.$$

Площа робочої арматури:

$$A_{sw} = \frac{M \cdot \gamma_n}{\eta \cdot f_{yd} \cdot d} = \frac{5,0}{0,986 \cdot 365000 \cdot 0,175} = 0,78 \text{ см}^2.$$

Приймаємо Ø10A400C ( $A_s^f = 0,785 \text{ см}^2$ ).

#### Розрахунок похилого перерізу ребра

За формулою ДСТУ визначаємо  $V_{Rd,c} = (V_{\min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$

$$\sigma_{cp} = 0, \text{ а}$$

$$V_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2};$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{130}} = 2,24 > 2.$$

Приймаємо  $k = 2$ .

$$V_{\min} = 0,035 \cdot 2^{3/2} \cdot 15^{1/2} = 0,383 \text{ МПа}$$

$$V_{Rd,c} = 0,0383 \cdot 5 \cdot 13 = 2,489 \text{ кН}$$

Перевіримо умову:

$$V_{Ed} \leq 0,5 b_w d f_{cd}$$

$$b_w = 5 \text{ см}; \quad d = 13 \text{ см}; \quad f_{cd} = 11,5 \text{ МПа}$$

$$V = 0,6 \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{15}{250} \right] = 0,564$$

$$V_{Ed} = 6,08 \text{ кН} \leq 0,5 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 0,564 \cdot 11,5 = 24,45 \text{ кН}.$$

Умова виконується.

Отже, поперечна арматура з розрахунку не потрібно.

З конструктивних вимог приймаємо поперечну арматуру  
Ø3Вр-І з кроком  $S = 100$  мм.

### 3 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

#### 3.1 Технологічна карта на монтаж плит перекриття

Дана технологічна карта розроблена з врахуванням комплексного методу монтажу. Спочатку збирають одну комірку будівлі з встановленням в проєктне положення всіх її елементів. Потім в такій же послідовності збираємог іншу комірку будівлі.

Залежно від ступенню укрупнення монтованих елементів, застосовуємо поелементний поздовжній метод монтажу. При монтажі залізобетонних плит застосовуємо підйом з переміщенням як спосіб монтажу.

Таблиця 3.1 - Калькуляція трудових затрат

№ п/ п	Назва робіт	Одини ця виміру	Обсяг робіт	Норма часу на одиницю, люд.-год. <i>монтаж.</i> <i>маш.</i>	Нормативна трудоємність		Склад ланки	
					в люд.- год. <i>монтаж</i> <i>маш.</i>	в люд.- змiнах <i>монтаж</i> <i>маш.</i>	профе сія і розря д	кіль- кість
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Монтаж плит перекритт я	шт	134	$\frac{0,88}{0,220}$	$\frac{117,92}{29,48}$	$\frac{14,77}{3,68}$	Маш. 5р Монт. 3р	1 2
2	Замоноліч ування швів	10 м. п.	195,5	4,10	801,9	100,2	Монт аж. 3р.	10



## Вибір монтажного крана

Для монтажу конструкцій приймемо один стріловий монтажний кран. Розрахунок потрібних параметрів крана проводим з урахуванням схематичного розрізу і плану будівлі.

Параметрами, за якими підбирають монтажний кран, є як висота підйому гака, так і вантажопідйомність та виліт стріли.

Висота підйому гака :

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

де  $h_1$  – висота від рівня стояння крана до відмітки опори, на яку встановлюється елемент, м;

$h_2$  – віддаль між опорою і низом конструкції (0,5...1,0 м);

$h_3$  – висота елемента, м;

$h_4$  – конструктивна висота захватних пристроїв, м

$$H_m = 6,75 + 0,7 + 0,22 + 9,3 = 16,97 \text{ м.}$$

Потрібну вантажопідйомність визначаємо за формулою:

$$Q_m = Q + \Sigma q,$$

де  $Q$  – маса елемента, т;

$\Sigma q$  – маса монтажних пристроїв, т.

$$Q_m = 2850 + 215 = 3065 = 3,1 \text{ т.}$$

Виліт стріли визначаєм графічним методом. Необхідно визначити значення кута  $\alpha$ , за якого довжина стріли є мінімальною.

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{2 \cdot (H_0 - h_c) \cdot (b + 2 \cdot S)},$$

де  $\alpha$  – кут нахилу стріли до горизонту;

$H_0$  – значення, яке визначають за формулою:

$$H_0 = h_1 + h_2 + h_3,$$

$h_c = 1,5$  м – перевищення рівня шарніра кріплення стріли над рівнем стояння крана;

$b$  – ширина елемента в напрямку монтажу по ходу руху крана, м;

$S > 1,5$  м – відстань від краю елемента до осі стріли крана, м. Приймається не менше ніж.

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{2 \cdot (7,67 - 1,5) \cdot (5,98 + 2 \cdot 1,5)} = 4,803$$

Звідси  $\alpha \approx 78,23^{\circ}$ .

Мінімальна довжина стріли:

$$L_c = \frac{H_0 - h_c}{\sin \alpha} + \frac{b + 2 \cdot S}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{7,67 - 1,5}{\sin 50} + \frac{5,98 + 2 \cdot 1,5}{2 \cdot \cos 50} = 13,91 \text{ м.}$$

Виліт стріли:

$$l_{\text{стр}} = L_c \cdot \cos \alpha + d,$$

де  $d = 1,5$  м – відстань від осі обертання крана до осі шарніра кріплення стріли, м.

Попередньо приймаємо:

$$l_{\text{стр}} = 13,915 \cdot \cos 79 + 1,5 = 14,43 \text{ м}$$

Та

блиця 3.2 – До підбору монтажного крана

№ п/п	Назва конструкції	Параметри крана		
		Висота підйому гака (м)	Вантажопідйом ність (т)	Виліт стріли (м)
1	Плита перекриття	16,97	3,1	140,43

Приймаємо кран МКА-16 з довжиною стріли 15 м.

Доставка конструкцій на об'єкт з розвантаженням біля місць монтажу

Доставка плит перекриття і покриття здійснюємо безпосередньо до об'єкта з розвантаженням біля місць монтажу. Для визначення транспортних засобів для перевезення плит необхідно провести розрахунки.

Вантажопідйомність плитовоза МАЗ-504  $Q = 17,3$  т.

Коефіцієнт використання машини за часом визначається за формулою:

$$k_B = \frac{\Delta P}{Q},$$

де  $\Delta P$  - маса елементів, т;

$Q$  - вантажопідйомність МАЗ-504.

$$k_B = \frac{17,1}{17,3} = 0,98.$$

Тривалість транспортного циклу:

$$T_{ц} = 10 \cdot 6 + \frac{120 \cdot 56}{18} = 493,3 \text{ хв.}$$

Продуктивність транспортної одиниці:

$$\dot{I}_T = \frac{492 \cdot 17,3 \cdot 0,75 \cdot 0,98}{493,3} = 12,6 \text{ т/зм.}$$

Кількість транспортних одиниць:

$$N_T = \frac{2,85 \text{ } \tilde{0}6}{12,6 \text{ } \tilde{0}3} = 0,45.$$

Для транспортування плит приймемо плитовоз МАЗ-504В вантажопідйомністю 17.3т. Кількість елементів що він за один раз – 6 шт.

Коеф. використання транспортних засобів – 0.98.

#### Розрахунок складу комплексної бригади

Розрахунок складу комплексної бригади проводимо за калькуляцією трудових затрат. За розрахунком необхідно визначити як кількість робітників у бригаді, та і її склад за професіями та кваліфікацією.

До складу комплексної бригади входитимуть монтажники, зайняті на розкладці й монтажі елементів і машиніст крана.

$$N_i = \frac{T_i}{T_3 \times k} \times N_3$$

$N_i$  - кількість робітників в комплексній бригаді.

$T_i$  – частина загальної трудомісткості, що виконується робітниками, люд-год.;

$k$  – коефіцієнти нерівномірності (1,1.....1,3);

$N_3$  – загальна кількість робітників комплексної бригади:

$$N_3 = \frac{Q_n}{T_n \times (B_n + B_p)} \times 100\%$$

$Q_n$  – нормативна трудомісткість виконання робіт;

$T_n$  – строк виконання робіт, що прийнятий за календарним графіком, зм.

$V_n$  – норма виробітку бригадою (105-115%);

$V_p$  – планований відсоток росту продуктивності праці 3%.

$$N_3 = \frac{14,73}{3 \times (110 \times 3)} \times 100\% = 4,34$$

Приймаємо 5 робітників. Склад бригади:

монтажник 6-розряду – 1ос.;

монтажник 3-розряду – 3ос;

машиніст 6-розряду – 1ос.

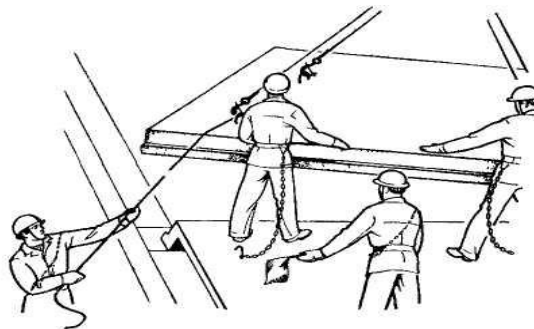
### Виконання будівельно-монтажних робіт

До монтажу плит треба перевірити положення опорні частини цегляного муру під перекриття, що знаходяться в одній площині (різниця у відмітках не більше 10мм.).

На захватці по периметру стін нівеліром чи водяним рівнем наносимо риски монтажного горизонту, на якому буде знаходитись низ перекриття . За цими вілмітками вкладається вирівнюючий шар розчину, який розрівнюють, а після того, як розчин набере 50% міцності, монтються плити, покладені на шар 3-4см свіжовкладеного розчину.

Плити покриття вкладають на цегляний мур і закріплюють відповідно до проєкту . При монтажі плит контролюють положення розміри площадок опирання, які приймають не менше за 50мм.

Для підйому використовують чотирикінцевий строп з гаками. Плити при монтажі вкладають в проєктне положення та не допускають перекосів і утворення надміпних зазорів.



### Рис.3.1 - Стропування плити перекриття

Для надання жорсткості перекриттю в цілому після їх монтажу шви між плитами заповнюють цементним розчином.

При монтажі плиту розвертають і направляють при її опусканні в робоче положення. Незначну рихтовку плит виконують монтажними ломами, переміщуючи плиту вздовж стіни. Переміщувати її в перпендикулярному до стін напрямку не можна. Перед тим як опустити плиту на розчин необхідно точно навести її на опорну частину стіни потрібної ширини.

Після монтажу плити перевіряють візуально горизонтальність стелі по її площині, а за необхідності - правилом чи нівеліром.

Два монтажники готують місце монтажу плити, подаючи лопатами на цегляну стіну цементний розчин і розкладаючи його під опорну частину плити. Інші два монтажники перевіряють міцність монтажних петель, очищають плиту і стропують за чотири монтажні петлі.

Один з монтажників подає сигнал машиністу крана на піднімання плити. По сигналу монтажника машиніст крана опускає плиту до рівня 0,3-0,5м. від рівня перекриття. Далі монтажники підводячи плиту до місця укладання подають сигнал машиністу крана на опускання. Укладену на розчин плиту ломом встановлюють у проектне положення. Після цього монтажники перевіряють правильність укладання, розстроповують плиту і подають сигнал машиністу крана на відведення стріли.

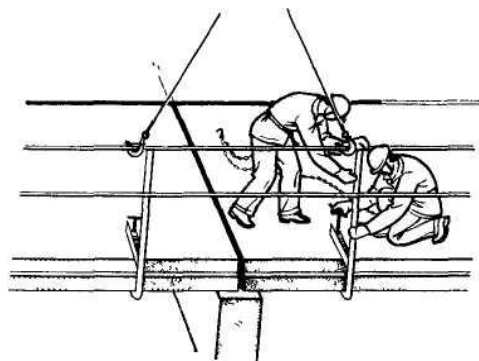


Рис.3.2 - Вкладання плити перекриття

### 3.3 Проектування календарного плану

#### Визначення об'ємів робіт

Виконання будівельно-монтажних робіт за зведення об'єкту має бути організовано з урахуванням суміщення у часі різних їх видів. Об'єкт, що споруджується, розбивають на захватки, межі і розміри яких визначають згідно з об'ємно-планувальними та конструктивними вирішеннями, технологією зведення та з урахуванням забезпечення просторової стійкості його частин. Об'єми будівельно-монтажних робіт (БМР) визначають за робочими кресленнями будівлі. Розрахунок об'ємів робіт подано у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Об'єми робіт за зведення будівлі

№	Назви робіт	Од. вим.	Об'єм робіт
1	Підготовчий період	дні	7
2	Зрізання рослинного шару	1000м <sup>2</sup>	2.33
3	Планування будівельного майданчика	1000м <sup>2</sup>	2.32
4	Розробка ґрунту в траншеї екскаватором	1000м <sup>2</sup>	0.21
5	Доробка ґрунту в ручну	100м <sup>2</sup>	0.07
6	Влаштування опалубки	100м <sup>2</sup>	4.93
7	Влаштування арматурної сітки	т	2.94
8	Бетонування	м <sup>3</sup>	148.8
9	Демонтаж опалубки	100м <sup>2</sup>	4.95
10	Зворотня засипка ґрунту бульдозером	1000м <sup>2</sup>	0.19
11	Влаштування гідроізоляції	100м <sup>2</sup>	1.31
12	Цегляна кладка внутрішніх стін	1м <sup>3</sup>	160.2
13	Цегляна кладка зовнішніх стін	1м <sup>3</sup>	295.3
14	Мурування перегородок	1м <sup>3</sup>	86.2
15	Монтаж перемичок	шт	124

16	Монтаж сходових маршів і площадок	100шт	0.04
17	Монтаж плит перекриття	100шт	0.67
18	Монтаж плит покриття	100шт	0.68
19	Влаштування утеплювача	1м <sup>3</sup>	89
20	Влаштування пароізоляції	100м <sup>2</sup>	5.83
21	Влаштування цемент-піщаної стяжки	100м <sup>2</sup>	5.84
22	Влаштування рулонної покрівлі	100м <sup>2</sup>	5.85
23	Влаштування стяжки під підлогу	100м <sup>2</sup>	5.16
24	Встановлення дверей	100м <sup>2</sup>	1.24
25	Встановлення вікон	100м <sup>2</sup>	1.31
26	Влаштування керамічної плитки на стіни	100м <sup>2</sup>	82.4
27	Влаштування підлоги з керамічної плитки	100м <sup>2</sup>	3.07
28	Влаштування лінолеуму	100м <sup>2</sup>	1.36
29	Влаштування ламінату	100м <sup>2</sup>	5.87
30	Підготовка поверхонь під фарбування	100м <sup>2</sup>	40.78
31	Водоемульсійне фарбування стель	100м <sup>2</sup>	11.25
32	Водоемульсійне фарбування стін	100м <sup>2</sup>	29.4
33	Фарбування дверних прорізів	100м <sup>2</sup>	1.25
34	Утеплення фасаду пінопластом	100м <sup>2</sup>	5.95
35	Облицювання цоколя	100м <sup>2</sup>	0.38
36	Влаштування асфальтного відмощення	100м <sup>2</sup>	1.52
37	Благоустрій території	%	1
38	Сантехнічні роботи	%	5
39	Електромонтажні роботи	%	5
40	Інші невраховані роботи	%	2

Трудомісткість робіт і кількості машинозмін

Таблиця 3. 4 - Відомість підрахунку трудомісткості і машино-змін.

№ п/п	Найменування	Одиниця	К-сть	Норма на одиницю		Труд оміс ткіст ь Люд/ Дні	склад ланки	найменування машин і мех.
				Люд- год	Всього го			
1	3	4	5	6	7	9	10	11
1	Підготовч.пері од	Дн.	7				Різноробоч.	
2	Зрізання росл. шару	100 м <sup>2</sup>	23.41	1.32	31,35	4,68	Маш. 6р-1 1 ос.	Т-150
3	Планування будів. майданчика	100 0 м <sup>2</sup>	2.34	1.94	4,56	0,68	Маш. 6р- 1 ос.	Т-150
4	Розробка грунту в транш. екскаватором	100 м <sup>3</sup>	0.2	14.83	2,96	0,44	Маш. 4р-1 ос.	ЕО- 1621
5	Доробка ґрунту вручну	100 м <sup>3</sup>	0.06	368.9	22,13	3,33	землекоп 2 ос.	
6.	Влашт. опалубки	1м <sup>2</sup>	494.1	0,54	251,9	37,78	Бетоняр 4р.- 3 2р.-3	
7.	Влашт. арматурної сітки	т	2.99	18,55	54,94	8,01	Бетоняр 5р.- 2 4р.3	
8.	Бетонування	1м <sup>3</sup>	148.7	0,27	34,2	5,12	Бетоняр 4р.- 1 2р.-1	
9.	Демонтаж	1м <sup>2</sup>	494,1	0,15	79,06	11,85	Бетон.3р.-2	



	опалубки						2р-4	
10.	Зворотня засипка ґрунту бульд.	100 м <sup>3</sup>	1.8	1.58	2,84	0,45	Машн. бр.-1 ос.	Т-150
11.	Влашт. Гідроізоляц.	100 м <sup>2</sup>	1.32	22.56	29,81	4,46	Муляр 3р.-1 1р.-1	
12.	Цегл. кладка внутр. стін	1м <sup>3</sup>	160.1	6.93	1107	115	4р.-3 3р.-3 2р.-3	
13.	Цегл. кладка зовн. стін	1м <sup>3</sup>	295.2	7.16	2115	316	4р.-6 3р.-8	
14.	Мурув. перегородок	1м <sup>3</sup>	86.2	6.3	543,1	81,6	4р.-3 3р.-3	
15.	Монтаж перемичок	100 шт	1,24	117.8	146,1	21,9	4р.-3 3р.-2	МКА-16
16.	Монтаж сход. маршів і площадок	100 шт	0.04	253.7	10,14	1,44	Монт.3р.-1; 1; маш.кр.-1	МКА-16
17.	Монтаж плит перекр.ю	100 шт	0.66	554.4	365,9	54	Монт.3р.-2; маш. кр.-1	МКА-16
18.	Монтаж плит покр.	100 шт	0.68	554.7	376,9	56,5	Монт. 3р.-1; 2р.-2 маш.кр.-1	МКА-16
19.	Влаштування утеплювача	1м <sup>3</sup>	87	5.74	499	74,7	Ізолювал. 4р.-5; 2р.-5	
20.	Влаштування пароіз-ії	100 м <sup>2</sup>	5.86	24.49	143,5	21,5	Ізолювал. 4р.-3; 2р.-4	
21.	Влаштування цем.-піщ. стяжки	100 м <sup>2</sup>	5.86	38.39	224,9	33,7	Бетонув. 4р.-4; 2р.-5 ос.	

22.	Влашт. рул. покрівлі	100 м <sup>2</sup>	5.86	30.1	176,3	26,1	,Покрівел. 4р.-2 2р.-3 ос.	
23.	Влашт. стяжки під підлогу	100 м <sup>2</sup>	5.17	56.25	290,8	43,6	Бетонув. 4р.-4 2р.-4 ос.	
24.	Встановл. дверей	100 м <sup>2</sup>	1.23	142	174,6	26,1	Столяр. 5р.-3 4р.-3 ос.	
25.	Встановл. вікон	100 м <sup>2</sup>	1.32	126	166,3	24,9	Столяр 4р.-3 3р.-3 ос.	
26.	Тинькування стін	100 м <sup>2</sup>	0,68	907.5	617,1	92,5	Обл. плит. 4р.-8;2р.-6	
27.	Влашт. підлоги з керамічної плитки	100 м <sup>2</sup>	3.07	167.5	514,2	77,1	Плиточн. 4р.-8; 2р.-6	
28.	Влашт. лінолеуму	100 м <sup>2</sup>	1.36	60.36	82,08	12,3	Плиточ.4р-2р; 2р-3 ос.	
29.	Влашт. ламінату	100 м <sup>2</sup>	5.86	54.31	318,2	47,7	Плиточ.4р-4; 2р-5 ос.	
30.	Підгот. поверхонь під фарбування	100 м <sup>2</sup>	40.78	20.3	827,8	124	Маляр 4р.-3 3р.-4 ос.	
31.	Водоемульс. фарбування стель	100 м <sup>2</sup>	11.29	63.79	720,1	108	Маляр. 4р.-7 2р.-7 ос.	
32.	Водоемульс.	100	29.5	50.19	1480	222	Маляр. 4р.-	

	фарбування стін	м <sup>2</sup>					7 2р.-11 ос.	
33.	Фарбування дверн. прорізів	100 м <sup>2</sup>	1.23	64.68	79,55	11,8	Маляр 4р.-5 ос.	
34.	Утепл. фасаду пінопластом	100 м <sup>2</sup>	5.95	19,5	116,1	17,4	Маляр 4р-7ос.	
35.	Облицюв. цоколя	100 м <sup>2</sup>	0.38	420.1	159,6	23,88	Плиточник 4р.-3; 3р.-3	
36.	Влашт. асф. відмощення	100 м <sup>2</sup>	1.54	48.11	74,08	11,4	Бетонщик 4р.-1; 2р.-3	
37	Благоустрій тер.-ії	%	1				Різнороб.	
38.	Сантехн. роботи	%	5				Сантехнік	
39.	Електромонтажні роботи	%	5				Електрик	
40.	Інші невраховані роб.	%	6				Різноробочі	

### 3.4 Проектування будгенплану

Спорудження ясел-садка вестиметься у м. Городку Львівської обл.. Площа будмайданчика 8640м<sup>2</sup> .

Будгенплан запроєктовано із тимчасовими дорогами, складами будматеріалів, побутовими приміщеннями тощо. Тимчасові двосторонні дороги запроєктовано шириною 6м. У місцях, необхідних для

завантажування машин, ширина дороги збільшується до 9м. Запроєктовані також водовідвідні канали перерізом 0,25x0,25 м.

Будівельним генеральним планом передбачено огороження ділянки будівництва інвентарними щитами розміром 2x2м. На площі необхідно встановити щити з правилами техніки безпеки на будмайданчиків. Складські приміщення прийнято інвентарними, площа яких вибирається за розрахунком. Тимчасовий водопровід запроєктовано об'єднаними системами, сталевими трубами діаметром, прийнятим за розрахунком. Труби вкладатимуться на глибину 0,8м.

### Проєктування тимчасових доріг

Будівельний майданчик має мати зручні під'їзди і дороги для безперебійного підвезення матеріалів, машин і обладнання протягом усього будівництва в будь-яку пору року і за будь-якої погоди. Ширина проїзної двосмугової частини дороги прийнята 6м.

Радіуси заокруглення доріг визначені, виходячи з маневрених можливостей автомашин і автопоїздів, тобто з урахуванням поворотоспроможності за руху вперед, без застосування заднього ходу. Мінімальний радіус заокруглення будівельних проїздів - 12 м.

При трасуванні доріг мають зберігатися мінімальні відстані: між дорогою та складським майданчиком 0,5-1,0 м, між дорогою і огороженням будівельного майданчика – не менше 1,5 м.

На будгенплані відмічено відповідними знаками і надписами в'їзди-виїзди транспорту, напрям руху, місця розворотів, роз'їздів, стоянок при розвантаженні та прив'язочні розміри.

Застосовуватимуться тимчасові дороги, зміцнені гравієм, щебенем чи іншими місцевими матеріалами.

### Розрахунок потреби в складах

Площа складу залежить як від кількості матеріалів, що потрібно зберігати, так і від методу укладання матеріалів.

Площу складу визначаємо за формулою:

$$S = \frac{Q_{ck}}{q k_{ck}},$$

де  $g$  – кількість матеріалу, що укладається на  $1 \text{ м}^2$  площі складу;

$K_{ck}$  – коеф. використання площі;

$$q = 85 \text{ шт.}$$

$$k_{ck} = 0,7.$$

Площа складу для зберігання цегли:

$$q = 62000 \text{ шт.}$$

$$k_{ck} = 0,7.$$

$$Q_{ck} = 14530 \text{ шт.}$$

$$S = \frac{62000}{0,7 \cdot 400} = 221 \text{ м}^2.$$

Мінімальна кількість матеріалу, необхідного для зберігати на складі:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{T} n K_1 K_2,$$

де  $Q_{\text{зап}}$  – запас матеріалу на складі,

$Q_{\text{заг}}$  – кількість матеріалів, деталей чи конструкцій, необхідних для будівництва протягом запланованого періоду виконання заданого об'єму робіт ( $\text{м}^2$ ,  $\text{м}^3$ , т. тощо)

$n$  – норма запасу матеріалів у днях;

$T$  – тривалість виконання будів. робіт, дні (за календарним графіком);

$K_1$  – коеф. нерівномірності поступлення матеріалів на склад (1,1);

$K_2$  – коеф. нерівномірності використання матеріалів, що поступають на склад, (1,3...1,5).

Таблиця 3.5 - Розрахунок площ складів

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Матеріали і деталі для зберігання	Одиниці вим.	Необхідна к-сть матеріалу, Qзаг	Тривалість вик, Дні, Т	Норма запасу матеріалу, дні n	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	Кіл-ть.маг,які вклад. На 1 м <sup>2</sup> площі, g	Коеф. Викор. Площі, Кск	Загальна площа складу, м <sup>2</sup> , S	Спосіб зберігання
Цегла на піддонах	тис. шт.	327.6	1.5	5.0	1.3	1.3	0.75	0.5	222	відкритий
Плити перекриття	шт	86	12	5.0	1.3	1.3	0.75	0.5	251	відкритий
Пісок, щебінь, гравій	м <sup>3</sup>	105.5	6.5	5.0	1.3	1.3	3.5	0.5	6.73	Відкритий
З/б перемички	м <sup>3</sup>	2.25	1.5	5.0	1.3	1.3	0.65	0.6	0.59	Відкритий
Блоки дверні	м <sup>2</sup>	84	1.5	8.00	1.3	1.30	44.00	0.50	10.81	Під навісом
Блоки віконні	м <sup>2</sup>	181	0.5	8.00	1.3	1.30	45.00	0.50	20.75	Під навісом
Плитка керамічна	м <sup>2</sup>	212	0.5	5.00	1.3	1.30	78.00	0.50	12.7	Під навісом

Таблиця 3.6 - Площі складів

Види складів		
Площа, м <sup>2</sup>	Відкриті	Під навісом
	474.88	44.44

Розрахунок площі тимчасових будівель і споруд

Визначення площ тимчасових будівель і споруд визначають за максимальною чисельністю працюючих і нормативній площі на одну особу.

Чисельність працюючих визначаємо за такою формулою:

$$N_{\text{заг}} = (N_{\text{роб}} + N_{\text{ітп}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{МОП}})k$$

де  $N_{\text{заг}}$  – загальна чисельність працюючих на будівельному майданчику;

$N_{\text{роб}}$  – чисельність робітників, прийнята за календарним планом;

$N_{\text{ітп}}$  – чисельність інженерно-технічних працівників (ІТП);

$N_{\text{служ}}$  – чисельність службовців;

$N_{\text{МОП}}$  – чисельність молодшого обслугов. Персоналу і охорони;

$k$  – коефіцієнт, що враховує поправки на відпустки, хвороби тощо (1,05).

К-ть робітників – 18 ос. – 85%; МТР – 2 ос. – 11 %; службовці – 1 ос. – 4 %

МОП і охорона – 1 чоловік – 1 %.

$$N_{\text{заг}} = (18 + 2 + 1 + 1)1,05 = 23,1.$$

Усі необхідні для будівництва тимчасові будівлі і споруди показані на будгенплані.

#### Розрахунок водопостачання на будмайданчику

Існуючі системи водопостачання мають бути враховані за проєктування водопостачання будівництва. За вирішення питання щодо тимчасового водопостачання будівельного майданчика постає питання визначення схеми розміщення, діаметра труб водопроводу для будмайданчика.

Загальні витрати води ( л/с) визначають за формулою:

$$Q_{\text{сум}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{гос}} + Q_{\text{пож}} ,$$

де  $Q_{\text{вир}}$ ,  $Q_{\text{гос}}$ ,  $Q_{\text{пож}}$ - витрати води на виробничі, господарські і пожежні потреби відповідно.

Витрати води на виробничі потреби  $Q_{\text{вир}}$ , л/с знаходять за формулою :

$$Q_{\text{вир}} = 1,2 \sum_{i=1}^n \frac{g_i K_i}{8,2 \cdot 3600} = 1,2 \sum_{i=1}^n \frac{400 \cdot 1,8}{8,2 \cdot 3600} = 3,2 \text{ л/с}$$

де 1,2 – коеф. що враховує невраховані витрати;

$K_1$  – коеф. нерівномірності використання води (1.5...2,0);

$g_i$  – середні виробничі витрати води у зміну для і-го виду робіт, л.

Витрати води на господарські потреби:

$$Q_{\text{гос}} = \frac{n_p}{3600} \left( \frac{n_1 K_1}{8.2} + n_2 K_2 \right) = \frac{20}{3600} \left( \frac{24 * 2}{8.2} + 34 * 0.4 \right) = 7$$

де  $n_p$  – максимальна кількість робітників у зміну;

$n_1$  – норма витрат води на 1 людину (20-25 л);

$n_2$  – норма витрат на прийом одного душу (30-35 л);

$K_1$  – коефіцієнт нерівномірності споживання води (1,1-2,7);

$K_2$  – коефіцієнт, який дорівнює 0,3-0,4.

Загальні витрати води (л/с) визначають за формулою:

$$Q_{\text{сум}} = 3 + 7 + 10 = 20 \text{ л/с} .$$

Якщо розхід води на проти пожежні норми  $Q_{\text{пож}} \geq Q_{\text{вир}} + Q_{\text{гос}}$ , то приймають  $Q_{\text{сум}} = Q_{\text{пож}}$ .

Необхідний діаметр тимчасового водопроводу  $d$  визначають за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{\text{сум}}}{\pi v 1000}} = \sqrt{\frac{4 * 200}{3.14 * 1 * 1000}} = 49 \text{ мм}$$

де  $Q_{\text{сум}}$  – сумарні витрати води, м<sup>3</sup>/с;

$v$  – швидкість руху води по трубах (приймають для труб великого діаметру 1.5 – 2 м/с, для труб малого діаметру - 0,7-1,2 м/с);

У випадку прокладки водопроводу тільки за протипожежними нормами його зовнішній діаметр приймається не менше 100 мм. Приймаємо діаметр тимчасового водопроводу  $d = 100$  мм.

Пожежні гідранти розміщуємо з урахуванням можливості прокладення від них пожежних рукавів до потенційно можливих місць гасіння пожежі на відстані не більше 150 м при водопроводі високого тиску. За нормами пожежні гідранти встановлюють на відстані не більше 100 м один від одного, і не більше 50 м і не менше 5 м від стін будівлі, що зводиться та не більше 2...5 м від звичайної дороги.



## Розрахунок електропостачання

Постачання електроенергією здійснюватиметься від існуючої мережі.

Джерелом світла прийнято прожектори з лампочками 1.5 кВт.

Джерела світла розміщені з урахуванням планування території, що освітлюється, по кутах будмайданчика.

Розрахункове навантаження на електромережу:

$$P_p = 1.1 \cdot \left( \sum_{i=1}^n \frac{P_c \cdot K_c}{\cos \varphi} + \sum_{i=1}^n \frac{P_t \cdot K_t}{\cos \varphi} + \sum_{i=1}^n P_{ос} \cdot k_{ос} + \sum_{i=1}^n P_{он} \right),$$

де  $\cos \varphi = 0.75$  – коеф. потужності;

$K_c = 0.36$ ;

$K_t = 0.5$ ;

$K_{ов} = 0.8$ ;

$\sum P_c$  – витрати електроенергії для живлення електродвигунів;

$\sum P_t$  – потужність на технологічні потреби;

$\sum P_{ов}$  – витрати електроенергії на освітлення майданчика;

$\sum P_{он}$  – для освітлення приміщень.

$$P_p = 1.1 \left( \frac{178 \cdot 0.36}{0.75} + \frac{92 \cdot 0.5}{0.75} + 9 \cdot 0.8 + 22.5 \right) = 194.12 \text{ кВт}$$

Для передачі електроенергії на будмайданчик використано комплектну трансформаторну підстанцію КТП СКБ потужністю 320 кВт розмірами 3.33x2.22 м.

#### 4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Виконували техніко- економічне порівняння показників сходовго майданчика 1СП30.13 за ДСТУ Б В.2.6-62:2008 розмірами 3 x 1,3 м, який армовано стрижневою арматурою класу А400 і сітками з дроту Вр-І та комбіновано армованго сталевібробетонного майданчика 1СПФ30.13, який армовано стрижневою і фібровою арматурою зі загнутими кінцями.

Таблиця 4.1. – ТЕП сходових майданчиків 1СП30.13 і 1СПФ30.13

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Залізобетонна сходовий майданчик–аналог 1СП30.13	Комбіновано армована сходовий майданчик 1СПФ30.13 на фібри зі загнутими кінцями
Витрати бетону	м <sup>3</sup>	0,384	0.313
Витрати цементу	кг	160.4	125.7
Витрати сталі (усього)	кг	29,3	31,5
у т.ч.:			
фібри;	кг	-	21,2
ненапруженої арматури;	кг	29.2	-
закладних деталей	кг	3,9	3,4
Собівартість приготув. бет. суміші	грн	302.3	322.3
Трудомісткість приготув. бет. суміші	Люд.-г.	0.512	0.57
Собівартість усіх			

видів сталі та приготування ненапруженої, арматури йі закл. деталей	грн	812,6	741,4
Трудові затрати із виготовлення ненапруженої, арматури та закладних деталей	Люд.-г.	3.79	3.22
Всі затрати на матеріали і їх переробку:			
вартість;	грн	1103.2	1024.4
трудомісткість	Люд.-г.	4.38	3.06
Собівартість робіт з укладання ненапруженої арматури і закл. деталей	грн	223.3	167.7
Також, трудомісткість	Люд.-г.	1.49	1.21
Собівартість формування з урахуванням витрат на зберігання форм та собівартості пари	грн	461	405
Трудові затрати із	Люд.-г.	3.72	3.72

формування			
Всі затрати в формовочному цеху			
Собівартість	грн	675.5	616.4
Трудомісткість	Люд.-г.	6.45	6.10
Розрахункова виробн. собівартість	грн	1888.7	1637.5
Трудомісткість виготовлення конструкції	Люд.-г.	4.83	3.84
Вартість (включаючи транспорт і монтаж)	грн	2292.8	1897.4
Також, трудомісткість	Люд.-г.	7.22	5.81
Капіталовклад.	грн	246.3	246.4
Привед. витрати	грн	2538.8	2143.5
Економія за привед.витратами:			
на плиту;	грн	-	395.4
на 1 м <sup>2</sup> площі майданчика	грн	-	101,36
Економія по трудовитратах:			
на майданчик	Люд.-г.	-	1.3
на 1 м <sup>2</sup> площі	Люд.-г.	-	0.34

майданчика			
------------	--	--	--

Розрахунок техніко-економічних показників обох сходових майданчиків засвідчив, що комбіноване армування стержневою арматурою класу А400 і фіброю зі загнутими кінцями є ефективнішим, ніж армування стрижнями і сіткою з дроту Вр-І. Економія на одну конструкцію сходового майданчика за приведеними витратами – 395,4 грн., а за трудовитратами – 1,3 люд.-год.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

Охорона праці – система законодавчих, соціально-економічних, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів – що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатність людини в процесі праці.

Конституційне право громадян України – вимагати безпеки умов праці – відображено в законі України «Про охорону праці», який був прийнятий 14.10.1992р. у Верховній раді України.

Діюча система охорони праці (трудове законодавство, виробнича санітарія й техніка безпеки) забезпечує належні умови праці робітникам-будівельникам, підвищення культури виробництва, безпека робіт і їх полегшення, що сприяє підвищенню продуктивності праці. Створення безпечних умов праці в будівництві тісно пов'язане з технологією й організацією виробництва.

При будівництві керуються ДБН, який містить перелік заходів, що забезпечують безпечні методи виробництва будівельних і монтажних робіт. Допуск до роботи знову прийнятих робітників на об'єкт здійснюється після проходження ними загального інструктажу з техніки безпеки, а також інструктажу безпосередньо на робочім місці. Крім цього, робітники навчаються безпечним методам робіт протягом трьох місяців від дня вступу, після чого одержують відповідні посвідчення. Перевірка знань робочих техніки безпеки проводиться щорічно.

Усі заходи щодо охорони праці здійснюються під безпосереднім державним наглядом спеціальних інспекцій (газової, санітарної, технічної й пожежної).

### Аналіз умов праці на об'єкті

До початку будівництва повинні бути споруджені тимчасові дороги, що забезпечують вільний під'їзд. На території будівництва повинні бути встановлені покажчики проїздів і проходів. Небезпечні для руху зони

повинні бути обгороджені, або слід виставляти на їхніх границях попереджувальні позначення, а в темний час доби - сигнальні вогні.

Проходи, проїзди, й вантажно-розвантажувальні майданчики необхідно очищати від сміття, будівельних відходів і не захаращувати. У зимовий час регулярно очищати проїзну частину від снігу й льоду, а тротуари й пішохідні доріжки, крім того, посипати піском.

При виробництві електрозварювальних робіт слід суворо дотримуватися діючих правил електробезпечності й виконувати вимоги по захисту людей від шкідливого впливу електричної дуги зварювання.

При виробництві малярських робіт необхідно виконувати наступні вимоги по охороні праці.

Поліпшення організації виробництва, створення на будівельному майданчику споруджуваного об'єкта умов праці, що усувають виробничий травматизм, професійні захворювання, що й забезпечують нормальні санітарно-побутові умови – одна з найважливіших завдань, від успішного розв'язку якої залежить подальше підвищення продуктивності праці на зводжуваному об'єкті.

В обов'язку адміністрації будівельної організації по охороні праці входять:

- дотримання правил по охороні праці, здійснення заходів щодо техніки безпеки й виробничої санітарії;
- розробка перспективних планів і угод колективних договорів по поліпшенню й оздоровленню умов праці;
- забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту;
- проведення інструктажів і навчання робітників правилам техніки безпеки;
- організація пропаганди безпечних методів праці, забезпечення будівельних об'єктів плакатами, попереджувальними написами й т.п.;

- організація навчання й щорічної перевірки знань, правил і норм охорони праці інженерно-технічного персоналу;
- проведення медичних оглядів осіб, зайнятих на роботах з підвищеною небезпекою й шкідливими умовами;
- розслідування всіх нещасних випадків і профзахворювань, ставшихся на виробництві, а також їх облік і аналіз;
- ведення документації й перевірка встановленої звітності по охороні праці;
- видання наказів і розпоряджень із питань охорони праці.

Загальне керівництво робіт з техніки безпеки й виробничої санітарії, а також відповідальність за її стан покладає на керівників (начальника й головного інженера) будівельної організації.

Ціль вступного інструктажу – ознайомити нових працівників із загальними правилами техніки безпеки, пожежної безпеки, виробничої санітарії, надання долікарської допомоги й поведінки на території будівництва, з питаннями профілактики виробничого травматизму, а також зі специфічними особливостями роботи на будівельному майданчику.

Вступний інструктаж, як правило, проводиться інженером по техніці безпеки. Програма вступного інструктажу розробляється з урахуванням місцевих умов і специфіки роботи на будівництві й затверджується головним інженером будівельної організації.

Інструктаж на робочім місці проводять із усіма робітниками, прийнятими в будівельну організацію, а також переведеними з інших ділянок або будівельних керувань, перед допуском до самостійної роботи з безпечних методів і прийманням робіт і пожежної безпеки безпосередньо на робочім місці.

Первинний інструктаж проводиться керівником робіт (майстром, виконавцем робіт, начальником ділянки), у підпорядкування якому спрямований робітник.



Ціль інструктажу – ознайомити робітника з виробничою обстановкою й вимогами безпеки при виконанні отриманої роботи.

### Організація безпеки праці на робочому місці

Вимоги безпеки перед початком роботи

1. Перед початком роботи зі зведення муляри зобов'язані:

а) пред'явити керівникові посвідчення про перевірку знань безпечних методів роботи;

б) надягти каску, спецодяг, спецвзуття встановленого зразка;

в) одержати завдання на виконання роботи в бригадира й пройти інструктаж на робочім місці.

2. Після одержання завдання в бригадира муляри зобов'язані:

а) підготувати необхідні засоби індивідуального захисту, перевірити їхню справність;

б) перевірити робоче місце й підходи до нього на відповідність вимогам безпеки;

в) підготувати технологічне оснащення, інструмент, необхідні при виконанні роботи, перевірити їхню відповідність вимогам безпеки.

3. Муляри не повинні приступати до виконання роботи при:

а) несправності технологічного оснащення, засобів захисту працюючих, зазначених в інструкціях заводів-виготовлювачів, при яких не допускається їхнє застосування;

б) несвоєчаснім проведенні чергових випробувань (технічному огляді) технологічного оснащення, інструмента й пристосувань;

в) несвоєчаснім проведенні чергових випробувань або витіканні строку експлуатації засобів захисту працюючих, встановленого заводом-виготовлювачем;

г) недостатньої освітленості робочих місць і підходів до них;

д) порушенні стійкості конструкцій будинків і споруджень.

Виявлені порушення вимог безпеки повинні бути усунуті власними

силами, а при неможливості зробити це муляри зобов'язано повідомити про них бригадирові.

*Вимоги безпеки під час роботи*

1. При кладці муляри зобов'язані:

а) розміщати цеглу й розчин на перекриттях таким чином, щоб між ними й стіною залишався прохід шириною не менш 0,6 м і не допускалося перевантаження робочого настилу;

б) застосовувати засобу колективного захисту або пояс запобіжний з канатом страховочним при кладці стін на висоту до 0,7 м від робочого настилу, якщо за зводимою стіною до поверхні стіни (перекриття) відстань більш 1,3 м;

в) зашпаровувати порожнечі в плитах до їхньої подачі до місця кладки в проектне положення.

2. Муляри зобов'язано здійснювати кріплення запобіжного пояса в місцях, зазначених керівником робіт, при кладці:

а) карнизів, парапетів, а також вивірці кутів, чищенню фасадів, монтажі, демонтажі й очищенню захисних козирків;

3. Перед початком кладки зовнішніх стін муляри повинні переконатися у відсутності людей у небезпечній зоні внизу, поблизу від місця роботи.

4. При переміщенні й подачі на робоче місце вантажопідйомними кранами цегли, балок слід застосовувати піддони, контейнери й вантажозахватні обладнання, що виключають падіння вантажу. Муляри, що здійснюють стропування вантажу, повинні мати посвідчення стропувальників і виконувати вимоги « Типової інструкції з охорони праці для стропувальників».

5. Щоб уникнути падіння переміщуваних краном піддонів, що звільнилися від цегли, перед їх стропуванням необхідно скласти їх у пакети.

6. При переміщенні пневмоколісним краном МКА-16 елементів збірних будівельних конструкцій (перемичок, сходових маршів, майданчиків і інших виробів) муляри зобов'язано перебувати за межами небезпечної зони, що

виникла при переміщенні вантажів кранами. Наближатися до зазначених елементів допускається тільки на відстань не більш 0,5 м після того, як вони будуть опущені над місцем установки в проектне положення.

7. Під час приймання елементів збірних будівельних конструкцій не слід перебувати між прийнятими елементами конструкцій і найближчим краєм зовнішньої стіни.

8. Установлювати елементи збірних будівельних конструкцій впливає без поштовхів і ударів по змонтованих елементах будівельних конструкцій.

9. При виконанні робіт із пробивання борозен, припасуванню цегли й керамічних каменів сколюванням муляри зобов'язано користуватися захисними окулярами.

#### Заходи з охорони довкілля

В результаті розвитку промисловості, збільшення кількості автотранспорту в містах нашої країни, все більш гостро ведеться питання охорони навколишнього середовища.

Проектований об'єкт буде розташований по вул. Шевченка в центрі м. Городок в II санітарно-охоронній природній зоні. Рельєф місцевості спокійний. Дерево-чагарникова рослинність на будівельному майданчику відсутня.

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища в м. Городок є автотранспорт і промислові підприємства. У процесі виробництва утворюються відходи, як організовані (сміття, відходи виробництва, дим), так і неорганізовані (можливі викиди шкідливих речовин в аварійних ситуаціях), які погіршують не тільки екологію промислового району, а й усього населеного пункту та його околиць. Результати спостережень центру з гідрометеорології показали, що основними компонентами забруднень атмосферного повітря є: сірчистий ангідрид, окис вуглецю, двоокис азоту, фенолу.

Будівництво проектного об'єкта також сприяє забрудненню навколишнього середовища. Для запобігання негативних наслідків забруднення навколишнього середовища в результаті будівництва проектного об'єкта передбачається ряд заходів.

. 1 Для охорони ґрунтово-рослинного шару:

- рослинний шар ґрунту потужністю 0,2 м зрізати при плануванні бульдозером ДТ-75, підгорнути і складувати з урахуванням орієнтації будівлі з південно-східної сторони на відстані 25 м від об'єкта;

- Отримані при виробництві робіт (отверділий бетон, розчин, бита цегла) збираються і використовуються для засипки пазах, а також для постійних доріг;

- Заправку і механічне обслуговування будівельних машин здійснювати на місцевій автозаправній станції (АЗС), розташованій на відстані 1,2 км від проектного об'єкта.

Місце заправки паливно-мастильних матеріалів (ПММ) АЗС обладнано бетонною основою з присипкою піском навколо нього, відповідно до ДБН. «Правила з охорони праці при вантажно-розвантажувальних роботах і розміщенні вантажів».

2 Для охорони поверхневих і підземних вод.:

- побутові стоки від тимчасових туалетів, душових через тимчасові мережі потрапляють у міську каналізацію;

- на майданчику, спланованою по ухилу, передбачені бетонні лотки для стоку зливових вод у міську каналізацію;

- при використанні розчинно-бетонного вузла (РБВ) влаштувати відстійники для очищення води, яка потім через лотки надходить в каналізацію.

3. Для охорони атмосферного повітря при будівництві.

- при вимушених простоях транспортні засоби стоять з вимкненими двигунами, тим самим зменшуючи загальний викид вихлопних газів.

Використовувані будівельні машини (екскаватор ЕО - 1621, бульдозер ДТ - 75, автосамосвал ГАЗ - 53Б) технічно справні, пройшли контроль на ТО.

- лакофарбові та сипучі матеріали (цемент, вапно) зберігати в закритому складі, розташованому на східній стороні майданчика, на відстані 15 м від будівлі. Всі матеріали мають заводську геометричну упаковку;

- Гідроізоляційні роботи проводяться за допомогою установки для підігріву бітуму на електричному приводі;

- У літній час перед початком використання тимчасових доріг їх поливають водою не рідше двох разів за зміну. Також проводиться вологе прибирання приміщень, а отримані при цьому відходи збираються в інвентарних контейнерах;

- вантажно-розвантажувальні роботи як з будівельними матеріалами і виробами, так і з відходами на поверхх виробляються за допомогою крана. Скидання будівельного сміття з поверхів будівлі заборонений.

Вода – один із найважливіших екологічних чинників без якого життя не можливе. Джерелами питної води є свердловини, технічної води є річки, озера, стави, а також атмосферні опади, що збираються і використовуються для господарських потреб.

Основні джерела забруднення є тваринницькі ферми, склади мінеральних добрив та отрутохімікатів стопи з машинних дворів, майстерень, складів пального і мастил, а також з рахунок каналізаційних стопів, які спадають в річки. Водні джерела мають властивість накопичувати продукти ерозії, від чого поступово міліють, втрачають свою екологічну роль. Щоб цьому запобігти у господарстві систематично повинні здійснюватися заходи запобігання замулювання річок і водосховищ. Серед них виділяють протиерозійну організацію території, задерніння схилів, лісомеліоративні заходи. Прибережні смуги вздовж річок повинні залишатися нерозорані, а їх русла розчищені. У комплексі заходів охорони водоймищ важливе місце займає облісіння крутосхилів, що прилягають до водоймищ з метою запобігання абразії (розливу берегів хвилями водоймища) здійснення

фільтрації стічних вод, які несуть в собі продукти ерозії з природо роздільних угідь до водоймища. У кожному господарстві повинен бути розроблений комплекс заходів захисту води з урахуванням його особливостей рельєфу місцевості.

6 НАУКОВА РОБОТА  
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СХОДОВОГО  
МАРШУ В ЕКСПЛУАТАЦІЙНІЙ СТАДІЇ

Сходовий марш виготовлятиметься з бетону класу С20/25 і армуватиметься в ребрах 2-ма стрижнями Ø14 А400С ( $A_S = 3,08 \text{ см}^2$ ). Повний розрахунок маршу подано в розділі 2 магістерської роботи.

Прогини, як і ширина розкриття тріщин, згідно з Єврокод 2, розраховуються з врахуванням квазіпостійних навантажень. Відповідно, згинальний момент від цих навантажень дорівнює:

$$M_l = \frac{q_l^n \cdot l_{eff}^2}{8 \cdot \cos \alpha} = \frac{5,9 \cdot 3^2}{8 \cdot 0,867} = 7,7 \text{ кНм.}$$

Марш має фактичну довжину:

$$l = \frac{l_{eff}}{\cos \alpha} = \frac{3}{0,867} = 3,46 \text{ м.}$$

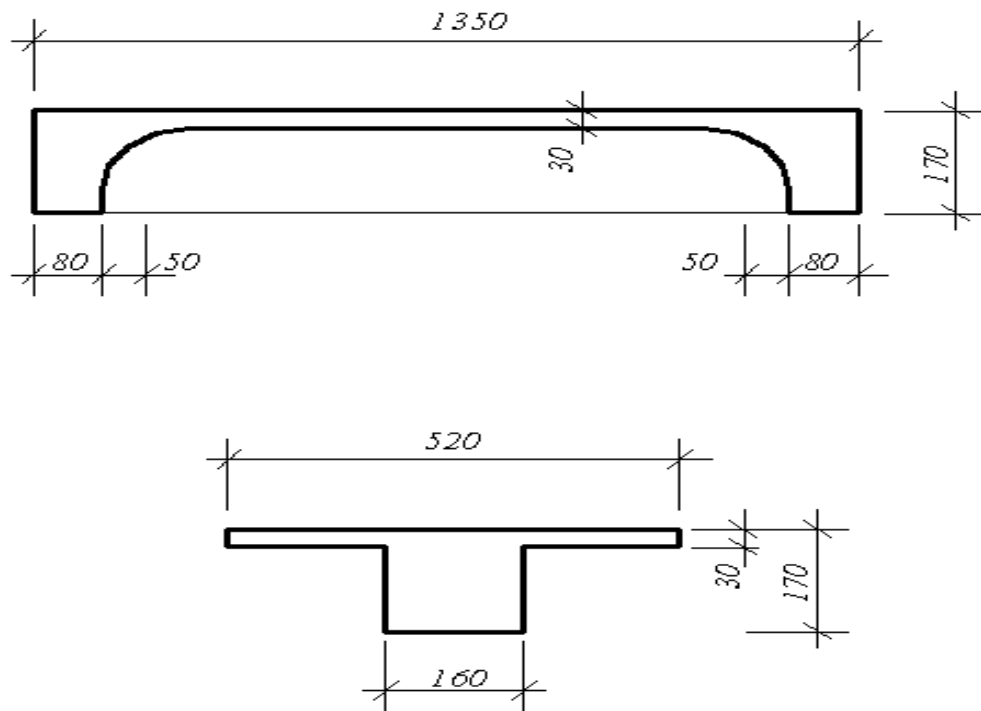


Рисунок 6.1 – До розрахунку сходового маршу

Його ширина дорівнює 1,1 м за висоти поверху - 3 м і кута нахилу  $30^\circ$ .

Повну висоту перерізу сходового маршу прийняли 170 мм. У розрахунковому перерізі прийняті розміри звисів полиці 180 мм, а її товщину – 30 мм, ширину ребра – 160 мм.

Деформаційна модель розрахунку маршу передбачає, що розрахунковим є деякий усереднений переріз. Деформації робочої арматури приймемо однаковими із бетоном, нехтуючи як малими зсувами робочої арматури після утворення тріщин. Також вважатимемо виконання чинною гіпотезу Бернуллі (гіпотезу плоских перерізів). Діаграми напруження – відносні деформації осей «напруження-деформації» для бетону і арматури виглядають так, як подан на рисунках 6.1 і 6.2 відповідно.

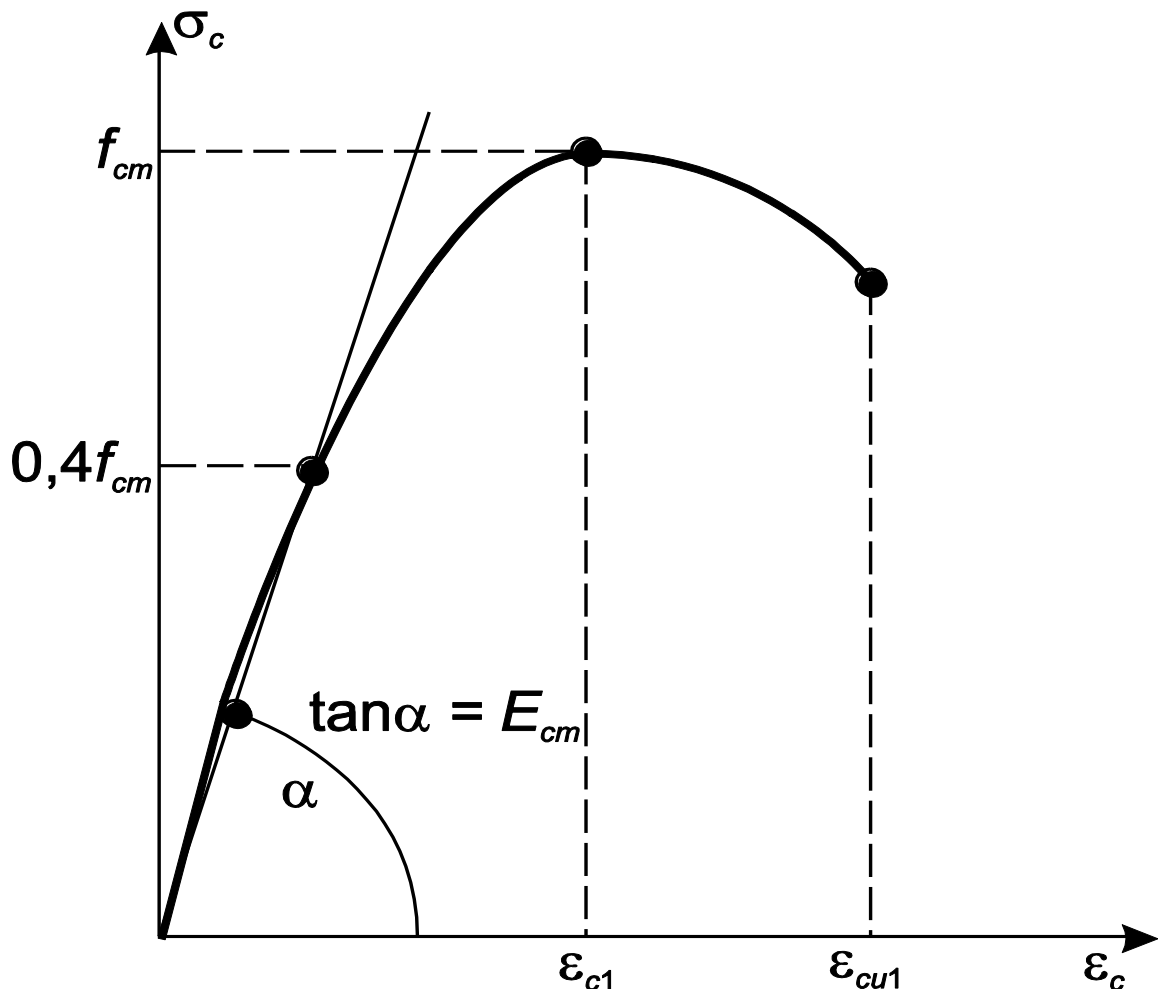


Рис.6.1– Діаграма 1 (за Єврокод 2) для бетону



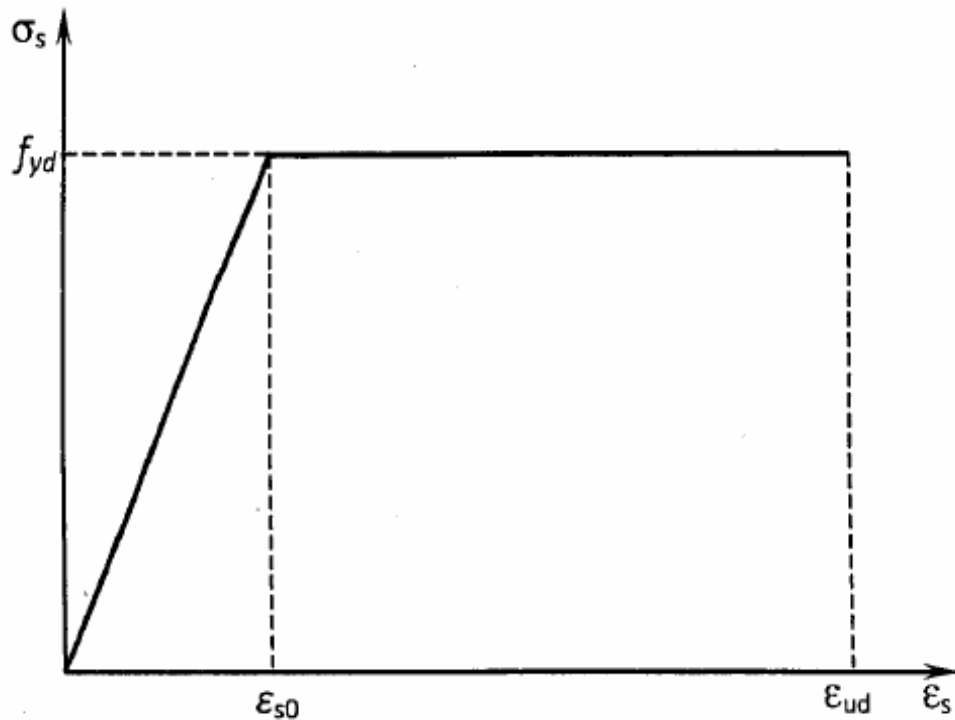


Рис. 6. 2 - Діаграма деформування (ідеалізована) для бетону за осьового стиску

НДС (напружено-деформований стан) для маршу описують, згідно з ДСТУ) системою рівнянь:

$$F(\mathcal{N}, \varepsilon_{c(1)}) - N = 0$$

$$\Phi(\mathcal{N}, \varepsilon_{c(1)}) - M = 0$$

де  $\mathcal{N} = \frac{1}{\rho} = \frac{(\varepsilon_{c(1)} - \varepsilon_{c(2)})}{h}$  – кривизна розглядуваного сходового маршу;  
 $\varepsilon_{c(1)}$ ,  $\varepsilon_{c(2)}$  – відносні деформації крайніх стиснутих і розтягнутих фібр сходового маршу;

$N$  і  $M$  – нормальна сила (якщо вона діє) і згинальний момент.

$F(\mathcal{N}, \varepsilon_{c(1)})$  і  $\Phi(\mathcal{N}, \varepsilon_{c(1)})$ :

$$F(\mathcal{N}, \varepsilon_{c(1)}) = \int_{F_c} \sigma_c(x) dF_c + \sum_{i=1}^n \sigma_{si} A_{si}$$

$$\Phi(\mathcal{N}, \varepsilon_{c(1)}) = \int_{F_c} \sigma_c(x) x dF_c + \sum_{i=1}^n \sigma_{si} A_{si} (x_1 - z_{si})$$

Усі позначення для цих рівнянь рівноваги подані на рис.6.3.

Ввідносні деформації арматури А400С:

$$\varepsilon_{si} = \aleph(x_1 - z_{si}) + \varepsilon_{si,0}$$

де  $\varepsilon_{si,0}$  -початкові деформації, які за відсутності попереднього напруження дорівнюють 0.

У рівняннях, поданих вище, при розрахунку моменту тріщиноутворення маршу внесені ті доданки, які враховують роботу бетону на розтягування. За утворення тріщин присутня третя форма рівноваги (показана на рис. 6.3 г), тобто тоді, коли нейтральна вісь знаходиться у ребрі. Деформації крайніх фібр бетону  $\varepsilon_{c(2)}$  за таких обставин дорівнюватимуть  $\varepsilon_{ctu} = 0,000191$ . Розрахунок маршу з урахуванням наших пропозицій виконано із використанням процесора Excel (табл. 6.1).

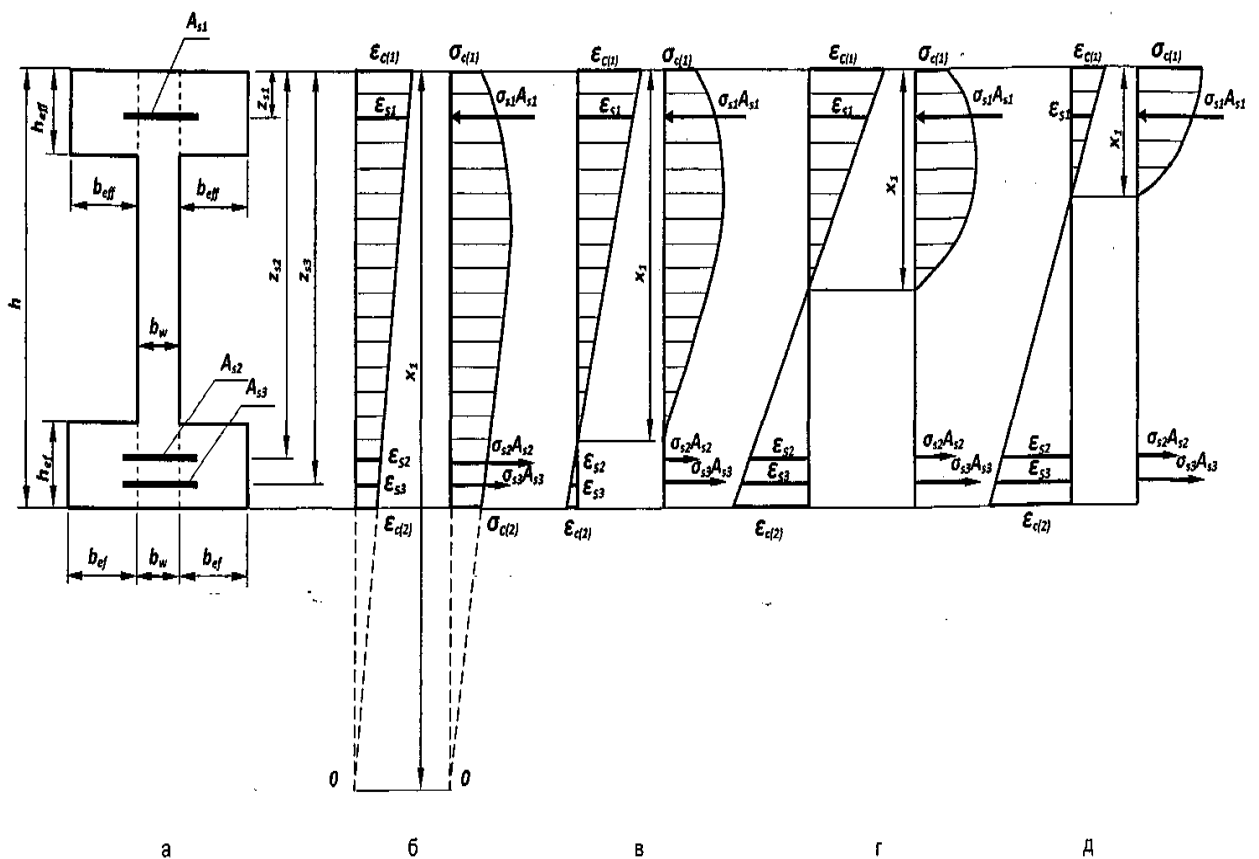


Рис. 6.3 - Чотири можливих (згідно з ДСТУ) форми рівноваги поперечного перерізу

Таблиця 6.1 – Напружено-деформований стан (НДС) плити за утворення тріщин

$\varepsilon_{c(1)}$	$\varepsilon_{c(2)}$	Кривизна елемента $N, 1/\text{см}$	Висота стиснутої зони, см $x_1 = \frac{\varepsilon_{c(1)}}{N}$	Напруження у арматурі, МПа $\sigma_s$	Момент утворення тріщин, кН·м
0,0001120	0,000191	1,7909E-05	6,32418	29,30118	1,9732

Нелінійний розрахунок свідчить, що при значенні експлуатаційних моментів, що дорівнює  $M_{expl} = 7,71$  кН·м, нейтральна вісь пролягає у ребрі (показано на рис. 6.3г). Із розв'язків інтегральних рівнянь рівноваги, як і подано в ДСТУ, отримуємо:

$$\frac{f_{cd}}{N} \left[ b_w \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^{k+1} + 2b_{eff} \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)} - \varepsilon_{eff,(2)}}{\varepsilon_{c1}^{k+1}} \right) \right] + \sum_{i=1}^n A_{si} \sigma_{si} - N = 0,$$

$$\frac{f_{cd}}{N^2} \left[ b_w \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^{k+2} + 2b_{eff} \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)} - \varepsilon_{eff,(2)}}{\varepsilon_{c1}^{k+2}} \right) \right] + \sum_{i=1}^n A_{si} \sigma_{si} \frac{\varepsilon_{c(1)} - N z_{si}}{N} - M = 0.$$

Результати розрахунку розглядуваного маршу (при дії експлуатаційних навантажень) в Excel подані у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати розрахунку сходового маршу за деформаційною методикою при дії експлуатаційного навантаження

$\varepsilon_{c(1)}$	$\varepsilon_{c(2)}$	$\varepsilon_s$	Напруження в арматурі, МПа $\sigma_s$	Висота стиснутої зони, см $x_1$	Згинальний момент $M$ , кН·м
0,000230386	0,00079	0,000648469	129,688	3,938	5,381

0,000262471	0,00092	0,000729047	145,811	3,912	6,011
0,000295348	0,0012	0,000809507	161/901	3,881	6,653
0,000329053	0,00113	0,000889846	177,973	3,840	7,272
0,0003514145	0,001166	0,000941999	188,401	3,802	7,691

Отже, при експлуатаційному навантаженні висота стиснутої зони – 3,8 см.

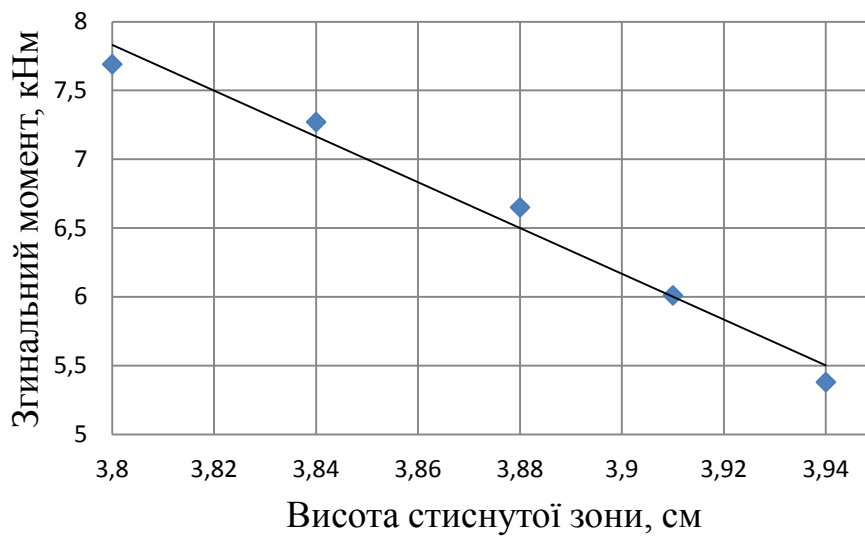


Рис. 6.4 – Висота стиснутої зони бетону маршу залежно від згинального моменту

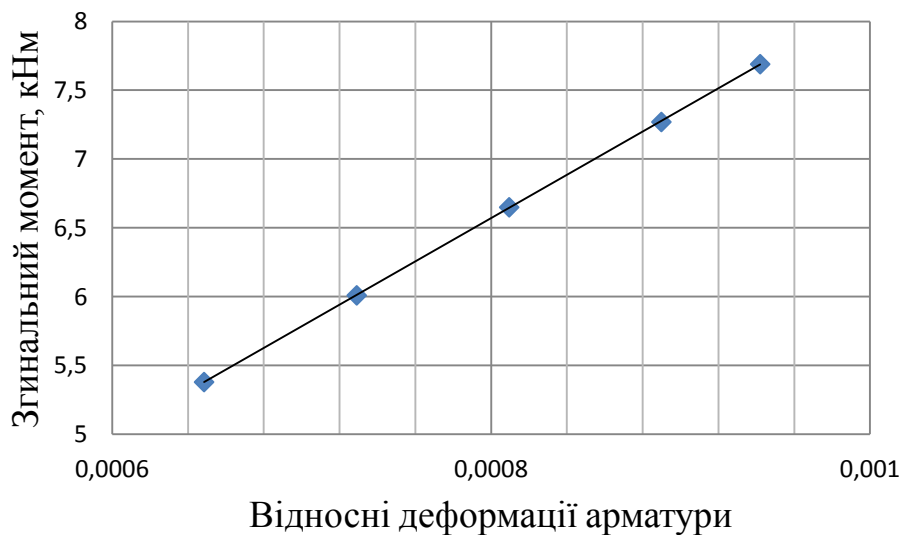


Рис. 6.5 – Деформації робочої арматури маршу за експлуатаційних навантажень

Нами отримано результати розрахунку в Excel сходового маршу за нелінійною (деформаційною) моделлю задля детального вивчення напружено-деформованого стану (НДС) за дій експлуатаційних навантажень ( $M_{expl} = 7,7$  кН·м), які чітко засвідчили наступне:

1. При експлуатаційних значеннях навантажень деформації крайніх стиснутих фібр бетону дорівнюють  $\varepsilon_{c(1)} = 0,000349$ , що за даними діаграми деформування бетону відповідає напруженню  $\sigma_c = 6,831$  МПа (менше, ніж половина міцності на стиск).

2. Відносні деформації арматурних стрижнів А400С для стадії експлуатації становлять  $\varepsilon_s = -0,000942$ , а це відповідатиме напруженню у ній  $\sigma_s = 188,41$  МПа (див. табл.6.2).

3. Стиснута зони бетону у сходовому марші за експлуатації дорівнюватиме  $x_1 = 38,22$  мм, іншими словами - нейтральна вісь знаходитиметься в обох ребрах маршу.

4. За розрахунком з використанням деформаційної моделі кривизна при експлуатаційному навантаженні становитиме  $8,919 \cdot 10^{-5}$ .

5. Значення кривизни і напружень арматури, отримані за результатами розрахунків у нелінійній постановці, використані для визначення значень прогинів маршу й ширини розкриття нормальних тріщин в ньому.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Таким чином, в рамках виконання кваліфікаційної магістерської роботи розроблено проектні пропозиції щодо проектування дитячих ясел-садку у м. Городок Львівської області. Запропоновані архітектурно-планувальні і конструктивні рішення, які можна реалізувати в реальному проектуванні за відповідних детальних долпрацювань. На основі нелінійного розрахунку маршу сходів виконане оцінювання напружено-деформованого стану цього елемента будівлі за дії експлуатаційних навантажень, що дозволяє зробити висновки про надійність розробленої конструкції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барашиков А.Я. Залізобетонні конструкції: Підручник . К.: Вища школа, 1995. 591 с.
2. Білозір В. В. Деформаційний метод розрахунку згинальних сталевібро-бетонних елементів. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. Сер. Теорія і практика будівництва. 2012. № 742. С. 18 – 24.
3. Білозір В. Деформаційний метод розрахунку прогинів залізобетонних балок за тривалої дії навантаження. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Сер. Архітектура і сільськогосподарське будівництво. 2014. № 15. С. 61 – 68.
4. Голишев О. Б., Бамбура А. М. Курс лекцій з основ розрахунку будівельних конструкцій і з опору залізобетону. К.: Логос, 2004. 340с.
5. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. [Чинні від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України, 2006. 61с.
6. ДБН Д.2.2-9-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. 36.9.Металеві конструкції. [Чинні від 2000-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України, 1999. 71с.
7. ДБН Д.2.2-11-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. 36.11. Підлоги. [Чинні від 2000-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України, 1999. 26 с.
8. ДБН В.2.3-15:2007. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. [Чинні від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 56с.
9. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. [Чинні від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. 51с.
10. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. [Чинні від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. 54с.
11. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво в сейсмічних районах України. [Чинні від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. 68с.

- 12.ДБН В.1.3-2-2010 Геодезичні роботи у будівництві. [Чинні від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 61с.
13. ДБН В.2.5-56:2010 Системи протипожежного захисту. [Чинні від 2011-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України, 2006. 61с.
- 14.ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Чинні від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 67с.
- 15.ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. [Чинні від 2011-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 97с.
- 16.ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва. [Чинні від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 65с.
- 17.ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. [Чинні від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 65с.
- 18.ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. [Чинні від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 69с.
- 19.ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. [Чинні від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 71с.
- 20.ДСТУ Б А.2.4-7-95. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. [Чинні від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України, 1996. 581с.
21. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. [Чинні від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. 68с.
- 22.Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98: 2009. Введ. в дію 01.07.2011.К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.



23. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1: 2004, IDT): ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1: 2010 – Введ. в дію 01.07.2013.– К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с.