

**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: «Продуктовий магазин площею 1030 м<sup>2</sup> у м. Жовкві Львівської області з аналізом напружено-деформованого стану плити перекриття в експлуатаційній стадії»

Студент	_____	<u>Клуб Д. А.</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»

1. Студенту \_\_\_\_\_ Клуб Д. А.

Тема роботи Продуктовий магазин площею 1030 м<sup>2</sup> у м. Жовкві Львівської області з аналізом напружено-деформованого стану плити перекриття в експлуатаційній стадії

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

Затверджена наказом ЛНАУ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

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

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

1. 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. Методика розрахунку плити на основі деформаційної моделі для експлуатаційної стадії роботи.

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

---

---

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота: Продуктовий магазин площею 1030 м<sup>2</sup> у м. Жовкві Львівської області з аналізом напружено-деформованого стану плити перекриття в експлуатаційній стадії. Клуб Д. А. 74 с. текст. част., 14 табл., 17 рис., 31 літ. дж. – Дипломна магістерська робота. Кафедра будівельних конструкцій. – Дубляни, Львівський НАУ, 2021.

Запроектовано продуктовий магазин площею 1030 м<sup>2</sup> у м. Жовкві Львівської області. Будівля каркасного типу зі збірного залізобетону за серією ИИ-04-2. Зовнішні стіни – з керамзитобетонних самонесучих панелей. Покриття будівлі – плоске рулонне із внутрішнім водовідведенням. Перекриття поверхів – багатопустотні плити 6x1,5 м.

Розроблена деформаційна методика для розрахунку багатопустотних плит перекриття ПП 60. 15 в експлуатаційній стадії.

Зміст	Стор
РЕФЕРАТ.....	3
ВСТУП.....	5
1. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	6
1.1 Генплан.....	6
1.2 Об'ємно-планувальне рішення.....	8
1.3 Конструктивне рішення.....	9
1.4 Опорядження будівлі.....	9
1.5 Санітарно-технічне устаткування.....	9
1.6 Протипожежні заходи.....	10
2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	12
2.1 Розрахунок балки прямокутного перерізу.....	12
2.2 Розрахунок колони середнього ряду.....	14
2.3 Розрахунок фундаменту під колону середнього ряду.....	19
2.4 Розрахунок і конструювання попередньо напруженої багатопустотної плити перекриття ПП 60.15.....	22
3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....	34
3.1. Технологічна карта на монтаж ригелів та плит покриття.....	34
3.2 Календарне планування.....	39
3.3. Будгенплан.....	46
4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА.....	52
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	56
6 НАУКОВА РОБОТА.....	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	71
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	72

## ВСТУП

У даний час будівництво є однією з галузей народного господарства, що найдинамічніше розвиваються в Україні.

У сучасній економіці України все більшої ваги набирають приватні форми будівельних організацій, для яких характерним є відносно високий рівень конкуренції, що змушує будівельні організації боротись за замовників за допомогою, перш за все, цінової політики. Тому, поряд зі всім іншим, визначення ціни об'єкту будівництва є чи не найважливішим завданням будівельної організації.

Аби домогтися корінного підйому будвиробництва, потрібно прагнути швидкого і динамічного розвитку технічного прогресу в будівельній індустрії, активно впроваджувати прогресивні методи зведення будівель, удосконалювати організацію будівельного виробництва, підвищувати ефективність сучасних проектних рішень. Основними напрямками наукових досліджень щодо впровадження їх результатів у практику, очевидно, є:

- удосконалення організаційних форм виконання будівельно-монтажних робіт;
- раціональне розміщення мережі будівельних організацій;
- підвищення організаційно-технічного рівня підготовки будівництва;
- використання потокових методів будівництва;
- розвиток механізації і автоматизації будівельних робіт;
- використання новітніх будівельних матеріалів та конструкцій;
- розвиток способів матеріального стимулювання праці.

Усі підняті вище питання стосуються також і міського будівництва. Останніми роками все більше капіталовкладень поступає у цивільне будівництво соціальну інфраструктуру мікрорайонів м. Жовкви.

Дана дипломна робота вирішує питання як об'ємно-планувальних, так і конструктивних і технологічно-організаційних вирішень щодо зведення будівлі продуктового магазину площею 1030 м<sup>2</sup> у м. Жовква Львівської області.

# 1. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Генплан

Графічна частина проекту містить фрагмент забудови м. Жовкви.

Усі будівлі зорієнтовані за сторонами світу так, аби забезпечити необхідну інсоляцію приміщень через вікна й вітрини.

На ділянці показані: запроектований двоповерховий продуктовий магазин, універмаг, житлові будинки. Передбачені усі об'єкти, що створюють зручності за повсякденних покупок у кварталі. До кожної будівлі забезпечено доступ, обладнані тротуари, автомобільні проїзди з асфальтобетонним покриттям.

До запроектованого магазину транспорт може під'їжджати з боку головного і дворового фасаду, забезпечуючи розділення потоків (машин і людей). Майданчики перед магазином заощені плиткою.

На території об'єкту передбачені квітники і газони для створення привабливості фасаду. На ділянці озеленення є квітучі дерева і кущі: яблуні, бузок, а також дуб, клен тощо. Прийняті для посадки дерева, кущі, багаторічні трави і квіти, за необхідності, можуть бути замінені.

На території ділянки присутні елементи благоустрою: крамнички, альтанки, що забезпечує комфортні умови проживання у мікрорайоні.

### ТЕП генплану

• Загальна площа ділянки, м <sup>2</sup>	16325	100%
• Площа забудови, м <sup>2</sup>	7327	45,6%
• Площа озеленення, м <sup>2</sup>	3322	26,4%
• Площа заощення, м <sup>2</sup>	4325	28%

## 1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Будівля продуктового магазину має торгівельну площу 385,78 м<sup>2</sup> таї призначається для обслуговування населення в одному з мікрорайонів міста Жовкви.

Продуктовий магазин має прямокутну у плані форму з розміри в осях 36 х30 м.

Будівля двоповерхова, безпідвальна з висотоюа поверху 3,3 м, а максимальна відмітка парапету – 6,95 м.

Запроектовано парадний вхід у будівлю, ганок і п'ять службових входів. Стіни будівлі - збірні керамзитобетонні панелі.

Магазин запроектований у каркасному виконанні, плити перекриття вкладаються у поздовжньому напрямі і опираються на балки.

Усі приміщення відповідають будівельним нормам, а їх кількість організації торгівлі.

Торгівельний зал має площу 385,78 м<sup>2</sup>. Також запроектовано робочі, службові й допоміжні приміщення. Сюди відносяться комори для овочів, камери охолодження, приміщення зберігання склотари, камера харчових відходів, приміщення для зберігання пакувальних матеріалів, фасувальні й прибиральні кімнати,а також венткамери, електрощитові, туалети тощо.

На другому поверсі розташовано гардероби, душова кімната, кімнати для переодягання, для приймання їжі, кабінет директора, конторське приміщення тощо.

Просторова жорсткість і стійкість будівлі в цілому забезпечується спільною роботою як елементів каркасу, так і дисків перекрить.

Покрівля будівлі - плоска із внутрішнім організованим водостоком.

Загалом об'ємно-планувальне вирішення прийняте таким, щоб цілком відповідати функціональним, архітектурним та економічним вимогам, нормам щодо світлового режиму у приміщеннях та акустики, санітарно-медичним вимогам.

## ТЕП

Будівельний об'єм – 5225,80 м<sup>3</sup>.

Площа забудови – 1094,66 м<sup>2</sup>.

Корисна площа – 1398,5 м<sup>2</sup>.

Робоча площа – 1033,5 м<sup>2</sup>.

Корисна площа на 1 м<sup>2</sup> торгової площі - 3,32 м<sup>2</sup>.

### 1.3 Конструктивне рішення

Рішення щодо конструктивних елементів та вузлів, а також всієї конструктивної системи проектованої будівлі загалом визначається призначенням будівлі, об'ємно-планувальним вирішенням і загальним архітектурно-конструктивним рішенням.

Будівлю продуктового магазину запроектовано у збірному каркасному варіанті, утвореного колонами та ригелями за серією П-04-2. Будівля з одного боку має вітринне заскління.

Фундаменти – стаканного типу, стрічкові збірні. Глибина закладення фундаменту прийнята нижче за глибину промерзання ґрунту у Жовкві.

Зовнішні стіни передбачені з керамзитобетонних стінових панелей. Товщина панелей визначена за теплотехнічним розрахунком.

Стіни внутрішні та перегородки передбачені зі силікатної цегли М-75 об'ємною вагою 1800 кг/м<sup>3</sup> на розчині М50. Перегородки запроектовані товщиною 120 мм.

Каркас складається зі збірних колон та ригелів серії П-04-2.

Плити перекриття та покриття запроектовані збірними залізобетонними багатопустотні.

Сходи складаються зі збірних залізобетонних маршів та площадок.

Покрівля – чотиришарова, що складається з руберойду зі захисним гравійним покриттям.



Підлоги у приміщеннях запроектовані з керамічної плитки, бетону і лінолеумові.

Вітрини запроектовано непрохідними з глухим внутрішнім і зовнішнім засклінням і зі склопластику.

Двері – броньовані зовнішні та дерев'яні внутрішні шириною від 0,7 – 1,2 м..

Опорядження будівлі – покращене.

#### 1.4 Опорядження будівлі

Поверхні стін та перегородок оштукатурюватимуться цементно-вапняним розчином, стелі ретельно затиратимуться, шви між плитами перекриття та покриття розшиватимуться, а потім фарбуватимуться водоемульсійною фарбою.

У туалетах та душових в опорядженні передбачено облицювання стін глазурованою керамічною плиткою. В інших приміщеннях стіни матимуть водоемульсійне фарбування. Стелі після підготовки також фарбуватимуться водоемульсійними фарбами.

Огородження сходів покриватиметься фарбою по металу за два рази.

Підлоги в будівлі передбачені в основному із керамічної плитки та лінолеуму на тепло- і звукоізолюючій основі.

У приміщеннях, призначених для обслуговування інженерного устаткування. Підлоги запроектовано бетонними.

У цілому якість опорядження будівлі прийнята покращеною.

#### 1.5 Санітарно-технічне обладнання

Інженерне обладнання призначається для створення необхідних умов проведення технологічних процесів та забезпечення задовільних санітарно-гігієнічних умов праці.

Внутрішні системи водопостачання та водовідведення, електро- і теплопостачання, телефонна мережа працюють від центральних міських мереж відповідно гарячого та холодного водопостачання, місцевої електричної підстанції, центральних тепломереж і телефонних мереж.

Санітарні прилади (унітази, мийки, раковини тощо) забезпечуються гарячим і холодним водопроводом згідно з ДБН.

Система опалення складається з теплопроводів та нагрівальних приладів. Опалення будівлі взимку здійснюється з центральної міської системи водяного опалення.

Для забезпечення нормального повітряного середовища передбачена система припливно-витяжної вентиляції з механічним та природним приводом. Кондиціювання повітря здійснюється вентиляційними установками та кондиціонерами.

Водопостачання здійснюється через центральну мережу міста. Напір на введенні господарського водопроводу – 10 метрів, а при пожежогасінні – 12-18 метрів.

Архітектурне підсвічування фасадів будівлі передбачене прожекторами з галогенними лампами та з розрядними лампами високого тиску. Зовнішнє освітлення забезпечуватиметься світильниками з галогенними та ртутними лампами. Внутрішнє електроосвітлення – люмінесцентними світильниками та лампами розжарювання.

Телефонний зв'язок, радіофікація, охоронна та пожежна сигналізація забезпечуватимуться через пристрої, встановлені відповідними службами з підключеним до міських мереж.

## 1.6 Протипожежні заходи

Пожежна безпека будівлі визначається ступенем її вогнестійкості. Для даної будівлі прийняті вогнетривкі конструкції, які важко згоряють, а це

відповідає II ступеню вогнестійкості. Перекриття мають бути негорючими з межею вогнестійкості не менше однієї години.

У сходовій клітці площадки і марші також мають бути негорючими. У випадку пожежі перекидання в будівлі є протипожежними перешкодами, як і цегляні стіни сходових кліток, які забезпечують евакуацію людей.

Велике значення при проектуванні продовольчого магазину має його пожежна безпека. Виходячи з технологічного процесу будівлі, в ній знаходиться одночасно велика кількість людей, а тому необхідно забезпечити їх надійну і швидку евакуацію у випадку пожежі. Сходова клітка в даній будівлі одна, і веде з другого поверху на перший та є еваковиходом. Крім того, запроектовано службові входи, що дозволить евакуювати покупців та персонал якомога швидше. Двері із приміщень та коридорів не мають зменшувати ширину евакуаційних проходів і повинні відкриватися назовні.

Перший поверх магазину обладнаний вогнегасниками, пожежними рукавами з брандспойтами для гасіння пожежі. Їх кількість та кількість пожежних кранів нормується відповідним ДБН. Відповідальним за здійснення протипожежних заходів є директор магазину. До його обов'язків входить суворе дотримання правил пожежної безпеки, навчання працівників, виконання правил пожежної безпеки та дій у разі пожежі.

При плануванні магазину забезпечено виключення перетинів потоків покупців зі шляхами вантажного транспорту. Земельна ділянка складається з двох зон: для покупців та для розвантаження товарів. Ця зона розташована з боку двору.

При розробленні генплану вжито заходів пожежної безпеки, дотримано необхідних норм протипожежних розривів між будівлями та спорудами, забезпечено дороги та під'їзд пожежних автомобілів, будмайданчик забезпечено кількістю пожежних гідрантів згідно з нормами.

## 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Розрахунок балки прямокутного перерізу

Спочатку зберемо навантаження на балку (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на збірну балку

Вид навантаження	Підрахунок	Характеристичне, кН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
<b>1. Постійне навантаження</b>				
Залізобетонна панель зі зведеною товщиною 10,0см $\gamma=2500\text{кг/м}^3$	0,1x25	2,5	1,1	2,75
Щар керамзитобетону $\gamma=1000\text{кг/м}^3$ $\delta=50\text{ мм}$	0,05x10	0,5	1,3	0,65
Стяжка з цементно-піщаного розчину $\gamma=1800\text{кг/м}^3$ $\delta=20\text{ мм}$	0,02x18	0,36	1,3	0,46
Керамічна плитка $\gamma=1800\text{кг/м}^3$ $\delta=10\text{ мм}$	0,01x18	0,18	1,2	0,21
Разом постійне		$g^n = 3,54$		$g = 4,07$
<b>2. Тимчасове навантаження</b>				
Навантаження на перекриття		$p^n = 4,0$	1,2	$p = 4,8$
Навантаження від перегородок		0,5	0,1	0,55
		$q^n_{\text{пер}} = 8,04$		$q_{\text{пер}} = 9,42$

Навантаження на 1 пог. м. балки :

Навантаження на 1м<sup>2</sup> перекриття з таблиці  $q_{\text{пер}}=9,42\text{кПа}$

Навантаження на 1м від власної ваги балки:

$$g_{\text{балки}} = b \cdot h \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 1,1 = 2,75\text{кН/м}$$

Навантаження на 1м балки з врахуванням її власної ваги за довжини вантажної площі 1вант = 6,0м дорівнює::

$$q = q_{\text{пер}} \cdot l_{\text{вант}} + g_{\text{балки}} = 9,42 \cdot 6,0 + 2,75 = 66,19\text{кН/м}$$

З урахуванням коефіцієнта  $\gamma_n=0,95$

$$q = 0,95 \cdot 66,19 = 62,88\text{кН/м}$$

Розрахункова довжина балки  $l_0$ :

$$l_0 = 1 - 40 - l_{\text{оп1}}/2 - l_{\text{оп2}}/2 = 6000 - 40 - 180/2 - 180/2 = 5780\text{мм}$$

Визначаємо максимальні значення  $M$  моментів і поперечних сил  $V$ :

$$V = q \cdot l_0/2 = 62,88 \cdot 5,78/2 = 188,01 \text{кН}$$

$$M = q \cdot l_0^2/8 = 62,88 \cdot 5,78^2/8 = 281,07 \text{кН} \cdot \text{м}$$

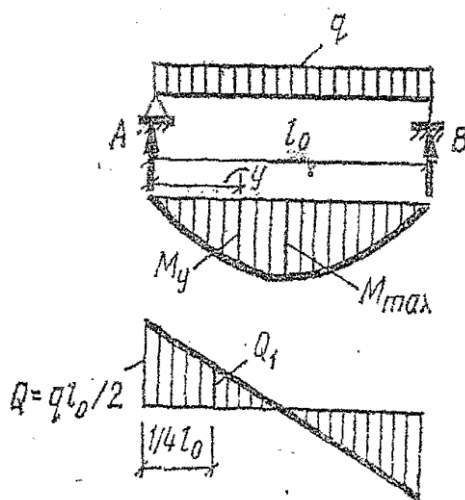


Рис.2.1 – Розрахункова схема балки

Приймаємо бетон класу С30/35 і арматуру стержневу класу А400:

$$f_{cd} = 19,5 \text{МПа}; f_{ctd} = 1,30 \text{МПа}; E_{cd} = 34 \cdot 10^5 \text{МПа} ;$$

$$f_{yd} = 365 \text{МПа}; f_{ywd} = 255 \text{МПа}; E_s = 20 \cdot 10^4 \text{МПа}$$

Розрахункову висоту перерізу прийmemo такою:

$$d = h - a = 50 - 5 = 45 \text{см}$$

Знаходимо коефіцієнт  $A_0$ :

$$A_0 = \frac{M}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{28107}{20 \cdot 45^2 \cdot 1,755} = 0,395$$

$$A_0 = 0,395 < A_{olim} = 0,405$$

Коефіцієнт  $\eta = 0,73$  при  $A_0 = 0,395$  (за таблицями)

Необхідна площа арматури:

$$A_s = \frac{M}{\eta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{28107}{0,73 \cdot 45 \cdot 36,5} = 23,44 \text{ см}^2$$

Приймаємо 3Ø32 A400 ( $A_s = 24,13 \text{ см}^2$ )

Перевіряємо коефіцієнт армування балки:

$$\rho_s = \frac{A_s}{bd} \cdot 100 = \frac{24,13}{20 \cdot 45} \cdot 100 = 2,54\%$$

Процент армування більший за мінімальний (0,05%).

Визначаємо монтажну арматуру:

$A'_s \approx 0,1 \cdot A_s = 0,1 \cdot 24,13 = 2,413 \text{ см}^2$ , приймаємо 3Ø12, A240,  $A'_s = 3,39 \text{ см}^2$

Прийmemo поперечні стрижні діаметром:

$$d_{sw} \geq 0,25ds = 0,25 \cdot 32 = 8 \text{ мм}$$

Прийmemo поперечні стержні Ø10 A400  $A_{sw} = 1,57 \text{ см}^2$

Поперечні стержні прийmemo з кроком  $s = 150 \text{ мм}$  в крайніх чвертях довжини балки і 350 мм в середній частині, що не суперечить Єврокоду 2.

Поперечна сила, яку здатні сприйняти лише поперечні стрижні при прогоні зрізу  $2,5d$ :

$$\begin{aligned} V_{Rd,s} &= \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta = \frac{1,57}{15} 0,9 \cdot 45 \cdot 25,5 \cdot 2,5 = 270,24 \text{ кН} > V_{Ed} \\ &= 188,01 \text{ кН} \end{aligned}$$

Таким чином, залізобетонну балку перекриття поперечним перерізом 200x500мм армуємо відповідно до розрахунку з робочою поздовжньою арматурою 3Ø32 A400. Поперечні стрижні Ø10A400 поставлені з кроком 150мм на опорних ділянках та з кроком 350мм у середині прогону балки.

## 2.2. Розрахунок колони середнього ряду

Розраховуємо середню колону каркасної будівлі продуктового магазину. Сітка колон будівлі - 6 x 6 м. Тимчасове навантаження на міжповерхові перекриття -  $4,0 \text{ кН/м}^2$ , у т.ч. тривале -  $2,0 \text{ кН/м}^2$ .

Конструктивно будинок є повнокаркасним. Членування колон поповерхове, балки опираються на консолі колон. Клас бетону колон за міцністю на осьовий стиск С25/30, поздовжня арматура класу А400.

Визначення навантажень та зусиль

Вантажна площа від перекриттів та покриттів при сітці колон  $b \times b_m$  дорівнює в даному випадку дорівнює  $36,0 \text{ м}^2$ .

Висота  $h$  і ширина  $b$  перерізу балки прийняті  $50 \text{ см}$  і  $20 \text{ см}$  відповідно.

При цих розмірах маса балки на  $1 \text{ м}$  довжини становитиме:

$$h \times b \times \rho = 0,5 \times 0,2 \times 2500 = 250 \text{ кг.}$$

Переріз колон попередньо приймаємо  $b_c \times h_c = 30 \times 30 \text{ см}$ .

Розрахункова довжина колони дорівнює висоті поверху  $l_0 = H_f = 3,3 \text{ м}$ , а для першого поверху з урахуванням деякого затискання колони у фундаменті:

$$l_0 = 0,7 H_1 = 0,7 \times (2,8 + 0,7) = 2,45 \text{ м.}$$

Власна вага колони на один поверх:

$$G_{c2} = b_c \times h_c \times H_f \times \rho \times \gamma_f$$

$$G_{c2} = 0,3 \times 0,3 \times 2,8 \times 25 \times 1,1 = 6,93 \text{ кН.}$$

Таблиця 2.2- Характеристичні і розрахункові навантаження на колону

Вид навантаження	Характеристичне навантаження $H/\text{м}^2$	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження $H/\text{м}^2$
Постійні навантаження на покриття			
Захисний шар із гравію $\delta=5 \text{ мм}$ , $\rho=2000 \text{ кг/м}^3$	100	1,2	120
4-и шарова покрівля з руберойду $\delta=25 \text{ мм}$ , $\rho=800 \text{ кг/м}^3$	200	1,2	240
Стяжка із цементно-піщаного розчину $\delta=20 \text{ мм}$ , $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$	360	1,3	470
Утеплювач – ніздрюватий бетон $\delta=220 \text{ мм}$ , $\rho=400 \text{ кг/м}^3$	880	1,2	1060
Пароізоляція у два шари	50	1,2	60
Залізобетонна круглопустотна плита (приведена товщина $\delta=100 \text{ мм}$ , $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$ )	2500	1,1	2750
Балка з\б (за попереднім розрахунком)	385	1,1	430
Разом:	4680		5350
Тимчасове(сніг):	1310	1,25	2100

Всього від покриття	6180		7450
Від перекриття Постійне:			
Плиткова підлога з керамічної плитки $\delta=10\text{мм}$ , $\rho=1800\text{ кг/м}^3$	180	1,2	210
Цементний розчин $\delta=20\text{мм}$ , $\rho=1800\text{ кг/м}^3$	360	1,3	470
Шар керамзитобетону $\delta=50\text{мм}$ , $\rho=1000\text{ кг/м}^3$	500	1,3	650
Панель перекриття приваде-ною товщиною $100\text{мм}$ , $\rho=2500\text{ кг/м}^3$	2500	1,1	2750
Балка залізобетонна (за попереднім розрахунком)	385	1,1	430
Всього:	3925		4510
Тимчасове:	4000		
в т.ч. тривале	2000	1,3	2600
короткотривале	2000	1,3	2600
Всього від перекриття	7925		9710

Підрахунок розрахункового навантаження на колону подано в таблиці 2.2. Розрахунок навантаження від покриття та перекриття виконаний множенням їх значень за таблицею на вантажну площу  $A_c=36\text{м}^2$ , з якою навантаження передається одну колону. У таблиці навантаження по поверхах подані послідовним підсумовуванням зверху до низу.

За розрахунковий переріз колон приймалися перерізи на рівні стиків колон, а для підвального поверху – на рівні позначки верху фундаменту.

Таблиця 2.2- Підрахунок розрахункового навантаження на колону

Поверх	Навантаження від перекриття і покриття, кН		Власна вага колон, кН	Розрахункове навантаження, кН		
	Довготривале	Короткотривале		Довготривале	Короткотривале	Повне
2	255	59,1	6,9	261,9	59,1	321
1	1454,2	497,5	36,4	1490,6	497,5	1988,1

#### Розрахунок колони першого поверху

Зусилля з урахуванням  $\gamma_n = 0,95$  будуть:

$$N_1 = 1988,1 \times 0,95 = 1889 \text{ кН};$$

$$N_{ld} = 1490,6 \times 0,95 = 1416,1 \text{ кН},$$



Переріз колони  $b_c \times h_c = 30 \times 30$ . Бетон класу C25/30,  $f_{cd} = 17$  МПа. Арматура зі сталі класу A400,  $f_{yd} = 365$  МПа.

Попередньо обчислюємо відношення  $N_{ld}/N_1$ :

$$N_{ld} / N_1 = 1416,1 / 1889 = 0,7496$$

Гнучкість колони  $\lambda = l_0/h_0 = 280/30 = 9,33 > 4$ . Отже, необхідно враховувати прогин колони.

Розрахункова довжина колони  $l_0 = 280 \text{ см} < 20 h_c = 20 \times 30 = 600 \text{ см}$

Задаємо відсоток армування  $\rho = 1\%$  (коефіцієнт  $\rho = 0,01$ ) та обчислюємо:

$$\alpha = \frac{\rho \cdot f_{yd}}{f_{cd} \cdot \gamma_c} = \frac{0,01 \cdot 365}{8,5 \cdot 0,9} = 0,47$$

при  $N_{ld}/N_1 = 0,7496$  і  $\lambda = l_0/h_0 = 280/30 = 9,33$ , визначимо по таблиці коефіцієнт  $\varphi_c = 0,94$  і, вважаючи, що

$A_{ms} < 1,3 (A_s + A_{1s})$   $\varphi_p = 0,915$ , а коефіцієнт  $\varphi = \varphi_c + 2 (\varphi_p - \varphi_c) \alpha$

$$\varphi = 0,9 + 2(0,915 - 0,94)0,47 = 0,904 < \varphi_p = 0,915$$

Необхідна площа перерізу поздовжньої арматури:

$$(A_s + A_s^1) = \frac{N_1}{\varphi \cdot \gamma_s \cdot f_{yd}} - \frac{b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot \varphi_{c2}}{f_{yd}} = \frac{1889000}{0,904 \cdot 1,365} - \frac{30 \cdot 30 \cdot 17 \cdot 0,94}{365} = 57,25 - 39,41 = 17,84 \text{ см}^2$$

Приймаємо 4Ø25A400 ( $A_s = 19,63 \text{ см}^2$ ).

Відсоток армування:

$$\rho = 19,63 / 900 \times 100 = 2,18\%, \text{ що більше раніше прийнятого } \mu = 1\%.$$

Діаметр поперечної арматури визначимо з умови:

$$d_{sw} \geq 0,25 d_s = 0,25 \cdot 25 = 6,25 \text{ мм}$$

Поперечну арматуру приймаємо Ø8A240 з кроком 300 мм.

### Розрахунок консолі

Розрахуємо консоль колони на рівні 2 поверху. Ширина консолі  $b_c = 30 \text{ см}$ , тобто. дорівнює ширині перерізу колони, ширина ригеля дорівнює 20 см.

Максимальна реакція від балки становить  $\gamma_n = 0,95$

$$V = 14,3 \times 6,8 \times 3,1 \times 0,95 = 287 \text{ кН}$$

Мінімальний виліт консолі  $l_{pm}$ :

$$l_{pm} = \frac{V}{b \cdot f_{cd} \cdot \gamma_c} = \frac{287000}{20 \cdot 8.5 \cdot 100 \cdot 0.9} = 16.76 \text{ см}$$

Враховуючи зазор між торцем ригеля і гранню колони 50 мм, виліт консолі:

$$l_c = l_{pm} + 5 = 16.76 + 5 = 21.76 \text{ см.}$$

Приймаємо виліт консолі, кратний 5 см,  $l_c = 25 \text{ см}$ .

Висоту перерізу консолі знайдемо за формулами:

$$d \leq \frac{V}{2.5 \cdot f_{ctd} \cdot b_c}$$

$$d \geq \frac{\sqrt{V \cdot a}}{1.5 \cdot f_{ctd} \cdot b_c}$$

Визначимо  $a$  - відстань від точки прикладання опорної реакції до грані колони:

$$a = l_c - \frac{V}{2b \cdot f_{cd} \cdot \gamma_c} = 25 - \frac{287000}{2 \cdot 20 \cdot 8.5 \cdot 0.9 \cdot 100} = 11.62 \text{ см}$$

Максимальна висота  $d$ :

$$d = \frac{287000}{2.5 \cdot 0.75 \cdot 100 \cdot 0.3} = 54.1 \text{ см}$$

Мінімальна висота  $d$ :

$$d = \frac{\sqrt{287000 \cdot 11.62}}{1.5 \cdot 0.75 \cdot 100 \cdot 0.3} = 43.2 \text{ см}$$

Повну висоту перерізу консолі призначимо 50 см, тоді

$$d = 50 - 3 = 47 \text{ см}$$

$h_1 = h - l_c \cdot \text{tg}45^\circ = 50 - 25 \cdot 1 = 25 \text{ см} > h/3 = 50/3 \approx 17 \text{ см}$  – умова задовольняється.

Розрахунок армування консолі

Розрахунковий згинальний момент  $M$ :

$$M = 1.25 \cdot V \cdot \left( l_c - \frac{V}{2b \cdot f_{cd} \cdot \gamma_c} \right) = 1.25 \cdot V \cdot a = 1.25 \cdot 287000 \cdot 11.62 = 4168700 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$A_0 = \frac{M}{f_{cd} \cdot \gamma_c \cdot b_c \cdot d^2} = \frac{4168700}{8.5 \cdot 0.9 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 47^2} = 0.083$$

За обчисленням значенням  $A_0$  знаходимо  $\eta = 0,955$ ;  $\xi = 0,09$

Необхідна площа арматури:

$$A_s = \frac{M}{\eta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4168700}{0.955 \cdot 47 \cdot 365 \cdot 100} = 2.55 \text{ см}^2$$

Приймаємо 2Ø14A400 ( $A_s = 3,08 \text{ см}^2$ ). Цю арматуру приварюють до закладних деталей консолі, на які встановлюють та кріплять на зварюванні балку.

Призначаємо поперечне армування при  $h = 50 \text{ см} > 2,5a = 2,5 \cdot 11,62 = 29 \text{ см}$ . Консоль армуватиметься відігнутими стрижнями та горизонтальними хомутами по всій висоті.

Мінімальна площа відігнутої арматури:

$$A_{s, inc} = 0,002 \cdot b_c \cdot h_{oc} = 0,002 \cdot 30 \cdot 47 = 2,22 \text{ см}^2$$

Приймаємо відгини 2Ø12 A400 ( $A_s = 2,26 \text{ см}^2$ ).

Хомути приймаємо класу Ø6A240 з кроком 10см.

Схеми армування колони з консолями подані в графічній частині роботи.

### 2.3. Розрахунок фундаменту під колону

Необхідно розрахувати фундамент під колону середнього ряду будівлі продуктового магазину. Переріз колони - 30x30 см. Зусилля у колоні біля закладення у фундамент:  $N_1 = 1889 \cdot 0,95 = 1416,1 \text{ кН}$ .

Оскільки значення ексцентриситету малі, то фундамент колони розраховуємо як завантажений центрово. Значення коефіцієнта надійності за навантаженням 1,15, характеристичне зусилля  $N_{kh} = 1416,1/1,15 = 1231,4 \text{ кН}$ .

Розрахунковий опір ґрунту  $R_0 = 0,35 \text{ МПа}$ ; бетон важкий класу C1215;  $f_{ctd} = 0,75 \text{ МПа}$ ; арматури класу A400;  $f_{yd} = 348 \text{ МПа}$ . Вага об'єму бетону фундаменту та ґрунту на його обрізах  $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$ .

Висоту фундаменту попередньо прийємо  $H = 90$  см (кратною 30 см), глибину закладення  $H_1 = 230$  см.

Площа підшви фундаменту:

$$A = \frac{N}{R_0 - \gamma H_1} = \frac{1231,4 \cdot 10^3}{0,35 \cdot 10^6 - (20 \cdot 2,3)10^3} = \frac{123,14 \cdot 10^4}{31,4 \cdot 10^4} = 3,92 \text{ м}^2.$$

Розмір сторони квадратної підшви  $a = 1,98$  м. Приймаємо розмір  $a = 2,1$  м (кратний 0,3 м),  $A_f = 4,41 \text{ м}^2$ .

Тиск на ґрунт від розрахункового навантаження  $p_{sf}$  складе:

$$p_{sf} = N/A_f = 1231,4/4,41 = 280 \text{ кН/м}^2.$$

Робоча висота фундаменту із умов продавлювання:

$$h_0 = -\frac{h_c + b_c}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N_1}{0,9 \cdot R_{br} + p_{sf}}}$$

$$h_0 = -\frac{0,3+0,3}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1231,4 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,75 \cdot 10^3 + 280}} = 37,9 \text{ см.}$$

Визначимо висоту фундаменту:

$$H_{f \min} = h_0 + a_b = 37,9 + 4 = 41,9 \text{ см}$$

Повну висоту фундаменту встановіємо із умов: продавлювання і зароблення колони у фундаменті та анкерування арматури колони  $\text{Ø}25 \text{ A}400$ .

Висота фундаменту з умов зароблення колони:

$$H = 1,5h_{coi} + 25 = 1,5 \cdot 30 + 25 = 70 \text{ см}$$

З конструктивних міркувань висоту фундаменту рекомендується приймати рівною не менше:

$$H_f \geq h_{gf} + 20 \text{ см} = 60 + 20 = 80 \text{ см}$$

$h_{gf}$  -глибина фундаменту,  $h_{gf} = 30d + \delta = 30 \cdot 2,5 + 5 = 60 \text{ см}$

$d = 2,5 \text{ см}$  - діаметр поздовжніх стрижнів колони,

$\delta = 5 \text{ см}$  -зазор між торцем колони та дном склянки

Приймаємо фундамент висотою  $H = 80 \text{ см}$ , двоступінчастий. Товщина дна склянки  $30+5=35$  див.

Мінімальну робочу висоту першого ступеня (знизу) визначимо за формулою:

$$d_1 = \frac{p_{sf}(a - h_c - 2h_0)}{2 \cdot \sqrt{k_2 \cdot R_{br} \cdot p_{sf}}} = \frac{28 \cdot (210 - 30 - 2 \cdot 76)}{2 \cdot \sqrt{2 \cdot 0,75 \cdot 28}} = 34,49 \text{ см}$$

Приймаємо  $h_1 = 40$  см,  $d_1 = 40 - 4 = 36$  см

Перевіримо, чи виконується умова міцності за поперечною силою.

$$Q_1 = 0,5(a - h_c - 2h_0)p_{sf} = 0,5(2,1 - 0,3 - 2 \cdot 0,76) \cdot 28 = 59,2 \text{ кН}$$

Мінімальне поперечне зусилля  $V_c$ , що сприймається бетоном:

$$V_c = \varphi_c \cdot \gamma \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot (100) \cdot 100 \cdot 36 = 145000 \text{ Н} = 145 \text{ кН}$$

Розміри другого ступеня фундаменту приймаємо так, щоб внутрішні грані східців не перетинали пряму, проведену під кутом  $45^\circ$  до грані колони по верху фундаменту.

Перевіримо міцність фундаменту на продавлювання поверхнею піраміди, обмеженою площинами, проведеними під кутом  $45^\circ$  до бокових граней колони за формулою:

$$F \leq \gamma_c \cdot f_{ctd} \cdot d \cdot u_m, \text{ де}$$

$$u_m = 4 \cdot (d + h_c) = 4 \cdot (76 + 30) = 424 \text{ см.}$$

Перевіряємо, чи відповідає робоча висота нижнього ступеня фундаменту  $d_2 = 35 - 4 = 31$  см умовою міцності по поперечній силі в похилому перерізі, що починається в перерізі I-I

$$F = N - A_{offp} \cdot p_{sf} = 1231,4 \cdot 103 - 33,1 \cdot 103 \cdot 28 = 304,6 \cdot 103 \text{ Н} = 304,6 \text{ кН}$$

$$A_{offp} = (h_c + 2h_0)^2 = (30 + 2 \cdot 76)^2 = 33,1 \cdot 103 \text{ см}^2$$

$$V = \gamma_c \cdot f_{ctd} \cdot d \cdot u_m = 0,9 \cdot 0,75 \cdot (100) \cdot 76 \cdot 424 = 2175,1 \cdot 103 \text{ Н} = 2175 \text{ кН}$$

$2175 \text{ кН} > 304,6 \text{ кН}$  – умова міцності на продавлювання задовільняється.

При розрахункові арматури фундаменту за розрахункові приймаємо згинальні моменти за перерізами, як для консолі із защемленим кінцем.

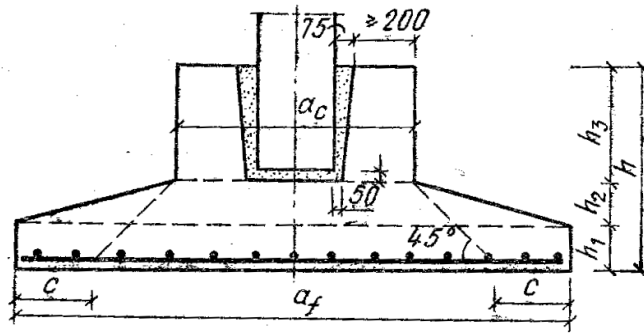


Рис 2.2 - Переріз фундаменту

Розрахункові згинальні моменти в перерізах I-I і II-II:

$$M_I = 0,125 p_{sf} \cdot (a - a_1)^2 \cdot b = 0,125 \cdot 280 \cdot (2,1 - 1,2)^2 \cdot 2,1 = 73,5 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{II} = 0,125 p_{sf} \cdot (a - h_{col})^2 \cdot b = 0,125 \cdot 280 \cdot (2,1 - 0,3)^2 \cdot 2,1 = 258,14 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Площа перерізу арматури:

$$A_{sI} = M_I / 0,9 d_1 f_{yd} = \frac{73,5 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 36 \cdot 348 \cdot (100)} = 8,102 \text{ см}^2;$$

$$A_{sII} = M_{II} / 0,9 d_2 f_{yd} = \frac{258,14 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 76 \cdot 348 \cdot (100)} = 13,478 \text{ см}^2.$$

Приймаємо зварну сітку з однаковою в обох напрямках робочою арматурою з 11 стрижнів  $\varnothing 14$  A400 з кроком  $s=200$ мм ( $A_s=16,92 \text{ см}^2$ ).

Відсоток армування розрахункового перерізу

$$\rho_{II} = A_{sII} 100 / b_1 d = 16,92 \cdot 100 / 120 \cdot 76 = 0,186\%$$

що більше  $\rho_{\min} = 0,1\%$ .

Верхню сходинку армуємо конструктивно горизонтальними сітками з арматури діаметром  $\varnothing 8$  A240 з кроком 150 мм.

Розташування арматурних виробів фундаменту показано у графічній частині дипломної роботи.

#### 2.4 Розрахунок і конструювання попередньо напруженої багатопустотної плити перекриття ПП 60.15

Навантаження на  $1 \text{ м}^2$  плити ПП 60.15 подані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на плиту ПП 60.15

Вид навантаження	Характеристичне значення навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f$	Розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
Постійні навантаження: від підлоги з плитки керамічн. 0,015 * 2,0 * 9,81 * 0,95 ;	0,28	1,1	0,31
цем. –піщ. розчин 20 мм товщ. $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$ 0,02 * 2,0 * 9,81 * 0,95 ;	0,37	1,3	0,48
шар шлакобетону 30 мм товщ. густиною $\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$ 0,03 * 1,5 * 9,81 * 0,95 ;	0,42	1,3	0,55
Власна вага багатопустотної плити ПП 60.15 0,12 * 2,5 * 9,81 * 0,95 .	2,8	1,1	3,08
Разом:	3,87		4,42
Тимчасові навантаж.: характеристичні; квaziпостійні.	7 2,5	1,2 1,2	8,4 3
Повне навантаження на 1 м. кв. плити ПП 60.15	13,37		15,82

Навантаження на 1 пог. метр довжини

1. Розрахункове (повне):  $q = 15,82 \times 1,5 = 23,731 \text{ кН/м.}$
2. характеристичне (експлуатаційне):  $q_n = 13,37 \times 1,5 = 20,052 \text{ кН/м.}$

3. характеристичне тривале:  $q_{nl} = (3,87 + 7) \times 1,5 = 16,303$  кН/м.
4. характеристичне короткочасне:  $v_{nsh} = 2,5 \times 1,5 = 3,751$  кН/м.

Плита ПП 60.15 має такі розміри:  $l = 5,98$  м;  $b_f = 149$  см;  $b'_f = 147$  см;  $h = 22$  см;

$$b_f = 2b_{eff} + b_w; \quad b'_f = 2b_{ef} + b_w;$$

$$h_f = h_{eff} = (h - \varnothing_{ome}) / 2 = (22 - 15,9) / 2 = 3,052 \text{ см.}$$

Прийmemo товщину полиць  $h_{eff} = 3,052$  см.

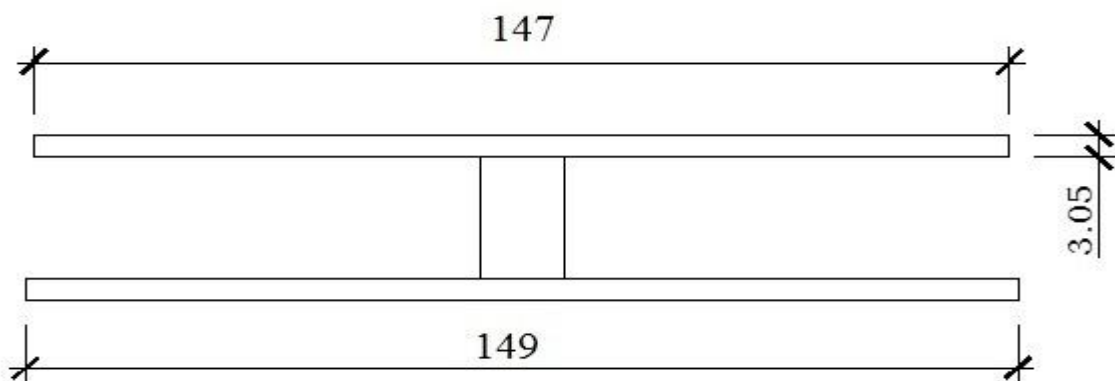


Рисунок 2.1 – Поперечний розрахунковий переріз плити ПП 60.15

Товщина ребра:

$$b_w = b'_f - 6\varnothing_{ome} = 147 - 7 \cdot 15,9 = 35,71 \text{ см.}$$

Так як  $b'_f = 3/22 = 0,136 > 0,1$ , то у розрахунки введем повну ширину полицки:  $b'_f = 147,0$  см.

Визначимо робочий проліт згідно з п.6.31 ДСТУ. Багатопустна плита має довжину  $l = 598$  см. Довжина її опирання на стіни:

$$a_1 = a_2 = \min\left(\frac{t}{2}; \frac{h}{2}\right); \quad \frac{t}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ см}; \quad \frac{h}{2} = \frac{22}{2} = 11 \text{ см.}$$

Оскільки  $a_1 = a_2 = 6$  см, то  $l_n = 598 - 2 \cdot 12 = 574$  см (відстань у чистоті між гранями опор), то  $l_{eff} = 574 + 2 \cdot 6 = 586$  см.



Визначимо максимальні значення згинальних моментів:

- від повного навантаження на плиту ПП 60.15:

$$M_d = \frac{ql_{eff}^2}{8} = \frac{23,73 \cdot 5,86^2}{8} = 101,851 \text{ кНм};$$

- від повного характеристичного навантаження на на плиту ПП 60.15:

$$M_{d,n} = \frac{q_n l_{eff}^2}{8} = \frac{20,05 \cdot 5,86^2}{8} = 86,06 \text{ кНм};$$

- від характеристичного тривалого на плиту ПП 60.15:

$$M_{d,n,l} = \frac{q_{n,l} l_{eff}^2}{8} = \frac{16,30 \cdot 5,86^2}{8} = 69,962 \text{ кНм};$$

- від характеристичного короткочасного на плиту ПП 60.15:

$$M_{d,n,sh} = \frac{q_{n,sh} l_{eff}^2}{8} = \frac{3,75 \cdot 5,86^2}{8} = 16,091 \text{ кНм}.$$

Максимальні значення поперечних сил на опорах плити ПП 60.15:

- від розрахункового навантаження:

$$V_{Ed} = \frac{ql_{eff}}{2} = \frac{23,73 \cdot 5,86}{2} = 69,521 \text{ кН};$$

- від повного характеристичного:

$$V_{Ekh} = \frac{q_n l_{eff}}{2} = \frac{20,05 \cdot 5,86}{2} = 58,742 \text{ кН};$$

- від характеристичного тривалого

$$V_{E,n,l} = \frac{q_{n,l} l_{eff}}{2} = \frac{16,30 \cdot 5,86}{2} = 47,75 \text{ кН}$$

Визначаємо положення нейтральної осі. Робочу висоту прийємо  $d = 19$  см. Арматура класу А800, бетон – С25/30.

$$M = f_{cd} b_f h_f' \left( d - \frac{h_f'}{2} \right) = 1,67 \cdot 147 \cdot 3 \left( 19 - \frac{3}{2} \right) = 128,9 \text{ кНм} > M_d = 101,85 \text{ кНм}.$$

Нейтральна вісь згнаходиться в полиці.

$$\text{Відомо, що згідно з нормами } \sigma_s = f_{pd} + \left( \frac{f_{pk}}{\gamma_s} - f_{pd} \right) \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{po}}{\varepsilon_{ud} - \varepsilon_{po}}.$$

Якщо  $\varepsilon_s = \varepsilon_{ud}$ , то:

$$\sigma_s = 637,5 + \left( \frac{840}{1,2} - 637,5 \right) \cdot 1 = 700 \text{ МПа.}$$

Призначимо площу арматури  $A_p$ , маючи на увазі, що:

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

$$\text{Звідси: } A_p \geq \frac{10185}{70 \left( 19 - \frac{3}{2} \right)} = 8,31 \text{ см}^2$$

Прийемо 7Ø12A800,  $A_s = 11,31 \text{ см}^2$ .

Визначаємо напружено-деформований стан (НДС) поперечного перерізу перед початком прикладання зовнішнього навантаження. Для цього визначаємо параметри розрахункового перерізу.

Коефіцієнт приведення арматури:

$$\alpha_e = \frac{E_p}{E_{ck}} = \frac{1,9 \cdot 10^5}{23 \cdot 10^3} = 8,261.$$

Площа цього перерізу:

$$A_{red} = A_c + \alpha_e A_p = 147 \cdot 22 - \frac{7 \cdot 3,14 \cdot 15,9^2}{4} + 8,26 \cdot 11,31 = 3234 - 1389,1 + 93,42 = 1938 \text{ см}^2.$$

Статичний момент цього перерізу відносно низу плити:

$$S_{red} = S_c + \alpha_e A_p a_p = 147 \cdot 22 \cdot 11 - 6 \cdot \frac{3,14 \cdot 15,9^2}{4} \cdot 11 + 8,26 \cdot 11,31 \cdot 3 = 22756 \text{ см}^3.$$

Відстань до центра ваги від низу плити:

$$y = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{22756}{1938} = 11,74 \text{ см.}$$

Відстань від центра ваги до арматури:

$$y_p = y - a = 11,7 - 3 = 8,7 \text{ см.}$$

$$I_{red} = I_c + \alpha_e A_p y_p^2 = \frac{147 \cdot 22^3}{12} - \frac{7 \cdot 3,14 \cdot 15,9^4}{64} + 8,26 \cdot 11,31 \cdot 8,7^2 = 115559 \text{ см}^4$$

Момент опору відносно низу плити:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{h - y} = \frac{115559}{22 - 11,74} = 11263 \text{ см}^3.$$

Момент опору відносно верху плити:

$$W'_{red} = \frac{I_{red}}{h-y} = \frac{115559}{11,74} = 9843 \text{ см}^3.$$

Розрахунковий переріз плити - двотавровий.

Площа отвору плити:

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

За рівністю моментів інерції квадрата і круга:

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

$$h_1 = \sqrt{\frac{12I}{A}} = \sqrt{\frac{12 \cdot 3135,7}{198,4}} = 13,76 \text{ см.}$$

Товщина полиці:

$$h_f = h'_f = \frac{22 - 13,76}{2} = 4,12 \text{ см.}$$

Ширина ребра:

$$b_w = 147 - 7 \cdot 13,76 = 50,68 \text{ см.}$$

Пружно-пластичний момент опору відносно низу плити:

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,5 \cdot 11263 = 16894,5 \text{ см}^3,$$

де  $\gamma = 1,5$  для двотаврових перерізів за  $2 < \frac{b'_f}{b} \leq 5$ .

Пружно-пластичний момент опору відносно верху плити:

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,5 \cdot 9843 = 14764,5 \text{ см}^3$$

Призначимо зусилля обтиску так, щоб на рівні верху плити напруження при обтиску не перевищували  $f_{ctm} = 1,9$  МПа.

На рівні низу плити:

$$\sigma_c = \frac{P}{A_{red}} + \frac{P \cdot y_p \cdot y}{I_{red}} \leq 0,3 f_{cd} = 0,3 \cdot 11,5 = 3,45 \text{ МПа} = 0,345 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Звідси:

$$\frac{P}{1938} + \frac{P \cdot 8,7 \cdot 11,74}{115559} \leq 0,345.$$

$$P \leq 310,75 \text{кН.}$$

На рівні верху плити:

$$\begin{aligned} \sigma_{ct} &= \frac{P}{A_{red}} - \frac{P y_p \cdot (h - y)}{I_{red}} = \frac{310,75}{1938} - 115559 = \\ &= -0,08 \text{кН/см}^2 = -0,8 \text{МПа} < f_{ctm} = -1,9 \text{МПа} \end{aligned}$$

Тріщин на рівні верху плити під час обтиску не буде.

Тому приймаємо:

$$P_{max} = 1,15 \cdot P = 1,15 \cdot 310,75 = 357,362 \text{кН};$$

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

$$\sigma_{p,max} \leq 0,8 f_{pn} = 0,8 \cdot 840 = 672,0 \text{МПа};$$

$$\sigma_{p,max} \leq 0,9 f_{p0.1k} = 0,9 \cdot 765 = 688,5 \text{МПа}.$$

Звідси  $\sigma_{p,max} = 672 \text{МПа} > 0,3 \cdot f_{p0.1k} = 0,3 \cdot 765 = 229,5 \text{МПа}$ .

$$P_{max} = 11,31 \cdot 67,2 = 760,03 \text{кН}.$$

Це зусилля прийmemo для решти розрахунків.

Визначення втрат зусиль попереднього напруження за нормами

Миттєві втрати:

від релаксації арматури за нормами:

$$\Delta P_r = 0,03 A_p \cdot \sigma_{p,max} = 0,03 \cdot 11,31 \cdot 67,2 = 22,80 \text{кН};$$

від температурного перепаду за нормами:

$\Delta P_\theta = 0$  (при тепловій обробці форма для виготовлення плити

деформується одночасно разом з арматурою);

від деформації сталеві форми за нормами:

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

$$\Delta P_3 = 3,0 \cdot A_p = 3,0 \cdot 11,31 = 33,93 \text{кН};$$

внаслідок миттєвої деформації бетону за нормами:

$$\Delta P_{el} = A_p \cdot E_p \cdot \sum \left[ \frac{j \Delta \sigma_c(t)}{E_{cm}(t)} \right]$$

$$j = \frac{n-1}{2n} = \frac{7-1}{2 \cdot 7} = 0.43,$$

де  $n$ - кількість стрижнів, що натягують неодноразомно.

$$P_1 = P_{\max} - \Delta P_r - \Delta P_3 = 358 - 22,8 - 33,93 = 301,27 \text{ кН}$$

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_c(t) &= \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 \cdot y_p \cdot (y-a)}{I_{red}} = \frac{301,27}{1938} + \frac{301,27 \cdot 8,7 \cdot (11,74-3)}{115559} = \\ &= 0,155 + 0,199 = 0,354 \text{ кН/см}^2 \approx 3,54 \text{ МПа} \end{aligned}$$

$$E_{cm(t)} = 0,8 E_{ck} = 0,8 \cdot 23 \cdot 10^3 = 18,4 \cdot 10^3 \text{ МПа}$$

$$\Delta P_{el} = 11,31 \cdot 19000 \cdot \frac{0,43 \cdot 0,354}{1840} = 17,7 \text{ кН}.$$

Після усіх миттєвих втрат в арматурі збережеться зусилля:

$$P = P_{\max} - \Delta P_2 - \Delta P_3 - \Delta P_{el} = 358 - 22,8 - 33,93 - 17,7 = 283,57 \text{ кН}$$

Втрати попереднього напруження, що залежні від часу, за нормами

Втрат від повзучості нема, оскільки деформації в стиснутій зоні є пружними.

Деформації від усадки визначаєм згідно норм:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca},$$

де  $\varepsilon_{cd} = 0$  (тепловологічне твердіння бетону за вологості 100%).

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot (15 - 10) \cdot 10^{-6} = 12,5 \cdot 10^{-6}.$$

Прийmemo за нормами:

$$\varepsilon_{ca} = \varepsilon_{ca}(\infty) = 12,5 \cdot 10^{-6}.$$

Втрати зусилля від усадки з-ат нормами:

$$\Delta T_{cs} = A_p \cdot \varepsilon_{ca} \cdot E_p = 11,31 \cdot 12,56 \cdot 10^{-6} \cdot 1,9 \cdot 10^4 = 2,69 \text{ кН}.$$

Втрати зусилля від тривалої релаксації сталі за нормами:

$$\Delta T_{red} = 0,8 \cdot \Delta T_{cs} = 0,8 \cdot 2,69 = 2,15 \text{ кН}.$$

Після усіх втрат зусилля в арматурі:

$$P = 283,57 - \Delta T_{cs} - \Delta T_{red} = 283,57 - 2,69 - 2,15 = 278,72 \text{ кН}.$$

Напруження в арматурі А800:

$$\sigma_{p_o} = \frac{P}{A_p} = \frac{278,73}{11,31} = 24,64 \text{ кН/см}^2 = 246 \text{ МПа}.$$

Деформації арматури:

$$\varepsilon_{s_o} = \varepsilon_{s,o} = \frac{\sigma_p}{E_p} = \frac{246}{1,9 \cdot 10^5} = 12,91 \cdot 10^{-4}$$

Після врахування додаткових втрат зусилля в арматурних стрижнях  $P=283,57 \text{ кН}$ .

Передавальна міцність  $f_{c,cube}$  прийнята  $13,34 \text{ МПа}$ .

Перевіряємо додатково виконання вимог норм.

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

$$P_{m(o)(x)} = P_{\max} - \Delta P_2 - \Delta P_3 - \Delta P_{el} = 358 - 22,8 - 33,93 - 17,7 = 283,57 \text{ кН}$$

$$P_{pm(o)(x)} \leq 0,75 f_{pk} = 0,75 \cdot 840 = 630 \text{ МПа}.$$

$$P_{pm(o)(x)} \leq 0,85 f_{p0,1k} = 0,85 \cdot 765 = 650,25 \text{ МПа}.$$

Таким чином,  $283,57 \text{ кН} < 11,31 \cdot 63 = 712,53 \text{ кН}$

Отже, втрати зусиль та початкові деформації, необхідні для деформаційного розрахунку, встановлені.

#### Розрахунок плити ПП 60.15 за граничними станами І групи.

Розрахунок виконувався за деформаційним методом із використанням Excel. На стадії руйнування деформації  $\varepsilon_{c(2)}$  і  $\varepsilon_{c(1)}$  прийняті так, щоби висота стиснутої зони  $x_1 \leq h'_f$ .

На стадії граничної рівноваги отримано:

$$M_{Rd} = 103,12 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_s = 503,91 \text{ МПа}$$

$$x_1 = 4,15 \text{ см}$$

За руйнування деформації арматури досягнуть граничних ( $\varepsilon_{ud} = 0,012$ ). На стиснутій грані плити  $\varepsilon_{c(1)} = 0,025$ , а це менше ніж  $\varepsilon_{cu1,cd} = 0,00359$  і більше за  $\varepsilon_{c1,cd} = 0,00162$ , що означає роботу бетону на спадній вітці діаграми.

Відношення моментів  $\frac{103,12}{101,85} = 1,012$ , що можна вважати задовільним.

### Розрахунок несучої здатності по похилих перерізах

#### Перевірка необхідність встановлення поперечної арматури

Визначали розрахункове значення опору зсуву згідно з п.4.6.2 ДСТУ:

$$V_{rd,c} = \left[ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d$$
$$f_{ck} = 15 \text{ МПа}$$
$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{190}} = 2,026 \leq 2.$$

Отже  $k = 2$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{11,31}{35,7 \cdot 19} = 0,01661 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{ed}}{A_{red}} = \frac{278,73}{1938} = 0,143 \text{ КН/см}^2 = 1,43 \text{ МПа} < 0,2 f_{cd} = 0,2 \cdot 11,5 = 2,31 \text{ МПа}$$

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

$$k_1 = 0,15.$$

Таким чином отримано:

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,14 \cdot 2 (100 \cdot 0,0166 \cdot 11,5)^{1/3} + 0,15 \cdot 1,43 \right] \cdot 0,357 \cdot 0,19 = 0,0641 \text{ МН} = 64,1 \cdot 10^{-3} \text{ МН} = 64,13 \text{ кН} > V_{Ed} = 58,74 \text{ кН}$$

Крім цього, несуча здатність згідно з п.4.6.2.7 ДСТУ має бути:

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

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

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot 0,357 \cdot 0,19 \cdot 0,564 \cdot 11,5 = 0,219 \text{ МН} = 219 \cdot 10^{-3} \text{ МН} = 219 \text{ кН}$$

Отже поперечна арматура, згідно з розрахунком, не потрібна. Також необхідно перевірити несучу здатність за ф.(4.40) ДСТУ:

$$V_{Rd,c} = \frac{l_{bw}}{S} f_{ctd}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = \frac{1,3}{1,5} = 0,86 \text{ МПа}$$

$$I = 115559 \text{ см}^4$$

$$S = (147 - 50,68) \beta \cdot (22 - 11,74 - 1,5) + \frac{50,68(22 - 11,74)^2}{2} = 5198,76 \text{ см}^3$$

$$V_{Rd,c} = \frac{115559 \cdot 35,7}{5198,76} \cdot 0,086 = 68,24 \text{ кН} > V_{Ed} = 58,74 \text{ кН}$$

Несуча здатність похилих перерізу забезпечена.

### Розрахунок плити ПП 60.15 за граничними станами II групи

Розрахунок проведемо із використанням деформаційного методу.

Напруження в арматурі за нормами:

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

$$\text{де: } f_{polk} = 765 \text{ МПа}; f_{pk} = 840 \text{ МПа}; \varepsilon_{uk} = 0.018; \varepsilon_{po} = \frac{f_{polk}}{E_p} = 4,02 \cdot 10^{-3}.$$

Розрахунком в Ехсел отримано:

момент тріщиноутворення:  $M_{cr} = 95,31 \text{ кН} \cdot \text{м};$

момент від характеристичного тривалого навантаження:  $M_{d,n} = 86,06 \text{ кН} \cdot \text{м}$

До утворення тріщин можна вважати, що зв'язок між  $M$  і  $\frac{1}{r}$  є лінійним. З

пропорції:

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

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

знаходимо кривизну:

$$\left( \frac{1}{r} \right)_{d,n} = 2,61 \cdot 10^{-5}$$

Гранична міра повзучості  $\varphi_e(\infty, t_0) = 3$ , а кривизна:



$$\frac{1}{r} = 1.41 \cdot 10^{-5} \cdot 3 = 4.23 \cdot 10^{-5}.$$

Отримуємо прогин плити:

$$f = k \frac{1}{r} l^2 = 4.23 \cdot 10^{-5} \frac{5}{48} \cdot 586^2 = 1.32 \text{ см}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1.32}{586} = \frac{1}{415} < \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}$$

Розрахунок ширини розкриття тріщин, як нормальних так і похилих, не виконується, оскільки за дії квазіпостійних навантажень вони не виникнуть.

### 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

#### 3.1. Технологічна карта на монтаж ригелів та плит покриття

Розробку техкарт починаємо з детального вивчення архітектурно-будівельних креслень, конструктивного вирішення будівлі, особливостей технології будівельних процесів. Техкарта виконання монтажних робіт складається з таких розділів:

- ✓ Область застосування
- ✓ Організація та технологія будівельного процесу
- ✓ Техніко-економічні показники
- ✓ Матеріальні ресурси

#### Область застосування технологічної карти

До монтажних робіт приступають після ретельної перевірки правильності виконання фундаментів, їх приймання за актами на приховані роботи та влаштування гідроізоляції. Мають бути закінчені всі інші будівельні роботи нульового циклу, забезпечене постачання матеріалів, механізмів і обладнання.

У цій роботі необхідно розроблена технологічна карта на монтаж ригелів і плит покриття. До номенклатури робіт увійдуть наступні процеси:

монтаж ригелів;

монтаж залізобетонних плит покриття.

Роботи проводитимуться влітку, в суху погоду, у дві зміни. До початку робіт необхідно підготувати і очистити основу під монтаж колон і ригелів, закласти отвори, загнути монтажні петлі конструкцій нульового циклу. Крім цього, доставити у зону виконання робіт усі необхідні матеріали та інструменти. Далі монтуватимуться елементи каркасу продуктового магазину: колони, ригелі, плити перекриття першого поверху. Після цього приступають до монтажу каркасу другого поверху та плит покриття.

#### Вибір монтажного крана за технічними параметрами

Мінімальна необхідна відстань від рівня стоянки крана до верху стріли:

$$H_{стр} = h_0 + h_3 + h_e + h_c + h_{п},$$

де  $h_0 = 6,27$  м - висота елемента, що монтується,  $h_3 = 0,8$  м - запас висоти,  $h_e = 0,3$  м - висота елемента,  $h_c = 1,2$  м - висота стропування,  $h_{п} = 1$  м - висота стягнутого поліспада .

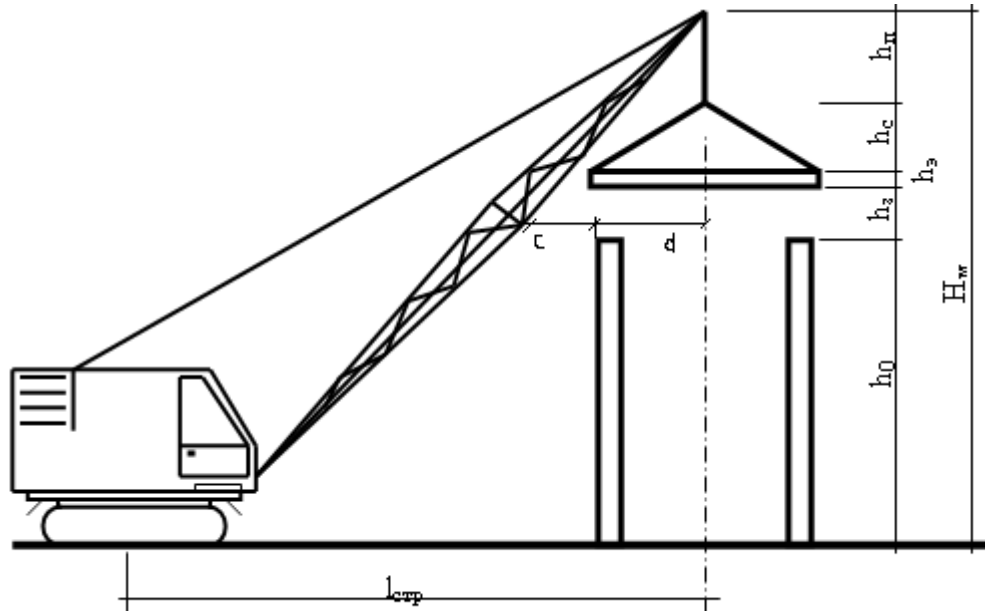


Рис. 3.1 – До вибору монтажного крана

$$H_{стр} = 6,27 + 0,8 + 0,3 + 1,2 + 1 = 8,65 \text{ м.}$$

Визначимо найменший виліт стріли:

$$l_{стр} = (e + c + d)(H_{стр} - h)/(h_c + h_{п}) + a$$

де  $e = 0,4$  м - половина товщини стріли на рівні верху елемента, що монтується;

$c = 0,8$  м – мінімальний зазор між стрілою і елементом, що монтується;

$d = 1,5$  м-відстань від центру тяжкості до наближеного до стріли краю елемента;

$h = 2$  м – відстань від рівня стоянки крана до осі повороту стріли;

$a = 1,2$  м - відстань від центру ваги крана до осі повороту стріли.

Підставивши значення, отримаємо:

$$l_{стр} = (0,4 + 0,8 + 1,5)(8,65 - 2)/(1,2 + 1) + 1,2 = 2,7 * 6,65/2,22 + 1,2 = 9,28$$

$$l_{стр} = 9,28 \text{ м.}$$

$$L_{\text{стр}} = \sqrt{(l_{\text{стр}} - a)^2 + (H_{\text{стр}} - h)^2}$$

$$L_{\text{стр}} = \sqrt{(9,28 - 1,2)^2 + (8,65 - 2)^2} = 10 \text{ м.}$$

Приймаємо кран КС - 4561 з довжиною стріли 10,5 м, вантажопідйомністю 16 т.

### Організація та технологія будівельного процесу

#### Вибір монтажних пристроїв

Для монтажу збірних залізобетонних конструкцій потрібні вантажозахватні пристрої, що забезпечують безпечне виконання робіт зі встановлення, вивіряння та тимчасового закріплення конструкцій.

До всіх пристроїв відносяться стропи, траверси та спеціальні захвати з напівавтоматичним пристроєм розстроповування конструкцій з рівня землі. Пристосуваннями для встановлення, вивіряння та тимчасового закріплення конструкцій є клини, розчалки, розпірки.

До пристроїв, які забезпечують безпеку роботи, відносяться сходи, майданчики, підмощування, вишки, тимчасові огороження тощо. Усі ці пристрої мають мати невелику масу та бути універсальними, а отже придатними для монтажу кількох різнотипних елементів.

Вантажозватні пристрої вибирають залежно від маси і розмірів конструкцій та обраного способу монтажу. При стропуванні будівельних конструкцій потрібно дотримуватися умов:

- ✓ стропування має забезпечувати підйом та подавання елементів до місця монтажу у проектному положенні;
- ✓ рівномірного розподіляти зусилля у вітках стропів і траверс, щоб унеможливити пошкодження монтованих конструкцій запобігти вириванню монтажних петель;
- ✓ при стропуванні сталевими канатами в місцях озоплення встановити прокладки для уникнення пошкодження чи каната чи сколу бетону;
- ✓ розстроповування допускається тільки після надійного закріплення монтованого елемента;
- ✓ пристрої тимчасового закріплення мають забезпечувати стійкість конструкції з можливістю її вивіряння та закріплення.

Роботи на об'єкті виконуватимуться поточним методом. За монтажну ділянку прийнято проліт будівлі, ряд прольотів. Спеціалізований монтажний потік поділено на низку окремих потоків: мотаж колон, ригелів і т.д.

Паралельно з монтажем виконуються роботи зі зварювання, замонолічування стиків, заповнення швів між плитами та шви між панелями зовнішніх стін.

Монтаж конструкцій будемо виконувати відповідно до робочих креслень будівлі та затвердженого проекту виконання робіт.

Методи монтажу мають забезпечувати стійкість змонтованої частини будівлі на всіх стадіях.

Структура монтажного будпроцесу включає повторювані операції: подача конструкції зі складу до місця монтування, підготовка місця для установки конструкції, її встановлення, вивірювання положення, тимчасове та постійне розкріплення, зароблення стиків.

#### Обґрунтування та вибір методу монтажу

При монтажі будівлі магазину в основі робіт покладені такі принципи:

всі монтажні процеси виконуються потоковим методом за використання комплекту машин та механізмом, пов'язаних між собою за продуктивністю;

порядок монтажу має забезпечувати послідовну передачу окремих ділянок для подальшого виконання на них загальнобудівельних чи спеціальних робіт;

послідовність монтажу збірних конструкцій має забезпечувати геометричну незмінність змонтованої частини споруди на всіх стадіях монтажу та несучу здатність усіх монтажних з'єднань;

прийнятні методи монтажу мають відповідати вимогам безпечного виконання усіх робіт на об'єкті за суміщеним графіком.

Метод монтажу - це технічні рішення, що визначають спосіб приведення конструкції в проектне положення та послідовне спорудження будівлі.

Вибору методу монтажу будівлі передуює розбивка його на захватки як частини будівлі з однаковими будівельними процесами. Метод організації робіт

за захватками дає можливість скоротити тривалість будівництва іноді більш ніж на третину.

Монтаж каркасної будівлі здійснюється такими методами:

- ✓ залежно від послідовності монтажу конструкцій – комплексний;
- ✓ залежно від подачі конструкцій на монтаж із попередньою розкладкою із місця монтажу - монтаж «зі складу»;
- ✓ залежно від послідовності зведення будівлі по висоті – нарощуванням.

У даній роботі передбачено застосування методу монтажу зі складу. При цьому монтовані конструкції розкладаються в місці складування елементів, розташованому за межами будівлі, що зводиться, але входить в зону дії крана.

Колони монтуватимуться диференційованим способом, тобто з попередньою установкою всіх колон будівлі, а комплексним методом виконання монтажних робіт монтуватимуться всі інші конструкції в межах одного чи двох кроків колон. Елементи, що залишилися, монтуватимуться після того, як будуть вивірені і закріплені елементи попередньої секції.

Перевагою тут є більш швидке відкриття фронту наступних видів робіт, і також можливість більш раннього виділення захваток для монтажу технологічного устаткування, що призводить до загального скорочення тривалості робіт. Такий порядок установки конструкцій, правда, вимагає одночасного виконання монтажу конструкцій, використання різної оснастки робіт ланки, так як пов'язаний із багаторазовою зміною робочих місць монтажників та одночасним виконанням різноманітних операцій.

Захваткою вважатимемо два блоки будівлі магазину. Ділянкою буде один поверх. На початку монтуватимуться колони диференційованим методом, потім ригелі, сходові марші з майданчиками та решта конструкцій.

При монтажі плит кран переміщатиметься посередині прольоту поперечного напрямку будівлі. Плити монтуватимуться за готовності монтажного горизонту. Плити покриття укладатимуться у штабелі висотою не більше 2,5 м через дерев'яні прокладки. Для стропування застосовуватимуться

4-и вітковий строп. Перед підйомом плити треба забезпечити інвентарну огорожу, прикріплену до монтажних петель. У крайніх плит ці огороження залишатимуться на весь період роботи на покрівлі, в інших – зніматимуться після установки суміжних плит. Розстроповування плит покриття виконуватимуть відразу після встановлення в проектне положення.

Економічність прийнятого рішення за розроблення технологічної карти визначається такими техніко-економічними показниками:

- ✓ Обсяг робіт - 168 збірних елементів
- ✓ Тривалість робіт - 7 днів
- ✓ Загальні трудовитрати нормативні 53 люд/днів
- ✓ Витрати машино-змін 13 маш/змін
- ✓ Загальні трудовитрати прийняті 50 люд/днів
- ✓ Витрати праці на 1 елемент збірних конструкцій - 0,31 люд/год.
- ✓ Максимальне число робітників за зміну 5 осіб.
- ✓ Продуктивність праці:
  - нормативна 100%;
  - прийнята 102,5%;
- ✓ Рівень механізації 89%.

### 3.2 Календарне планування

За вибору методів виконання робіт з будівництва продуктового магазину потрібно керуватися вимогами, викладеними в ДБН, у яких зазначено, що до основних робіт дозволяється приступати лише по закінченню підготовчих робіт. Враховуючи, що нормативний термін будівництва будівлі – 7 місяців, то підготовчий період —1 місяць.

Прийнята тривалість будівництва будівлі не має перевищувати нормативну тривалість.

Вирішено будівництво провадити потоковим методом. Роботи максимально поєднуюватимуться в часі, не порушуючи технологічної

послідовності будвиробництва із дотриманням вимог щодо техніки безпеки. Вирішуючи завдання комплексної механізації робіт, вибрано високопродуктивні машини і механізми, прогресивні методи праці.

Для виконання земляних робіт прийняли екскаватор Е-302 і бульдозер на базі Т-100. Грунт у траншеях під фундаменти розроблятиметься бічним вибоєм, а в котловані - лобовим вибоєм. Земляні роботи виконуватимуться у дві зміни протягом 2 днів.

Влаштування стаканного типу фундаментів під колони виконуватиметься у збірному варіанті зі залізобетону. На цих роботах буде зайнято 4 робітники протягом 3 днів у 2 зміни.

Зворотна засипка проводитиметься механізовано та вручну у дві зміни за 1 день.

Влаштування каркасу продуктового магазину є трудомістким і виконується за 38 днів бригадою з 7 осіб. Монтажні роботи займають достатній обсяг при будівництві. Монтажний кран визначено за розрахунком, прийнята марка КС-4572. Після влаштування каркасу зводиться зовнішні стіни будівлі магазину з керамзитобетонних панелей.

Кран переміщатиється по периметру будівлі зовні, подаючи матеріали за зведення першого поверху. Далі монтуватимуться плити перекриття та елементи сходів. Потім зводиться стіни другого поверху продуктового магазину, монтуватимуться плити, сходи, укладатимуться перемички над проймами, монтуватимуться збірні елементи, закінчуючи плитами покриття.

Паралельно виконується електрозварювання стиків та зароблення швів. У такий спосіб буде споруджено коробку будівлі зі залученням бригади монтажників з 10 осіб, що працюватимуть у 2 зміни. Монтовані конструкції братимуть з приоб'єктного складу. Кам'яна кладка виконуватиметься з багаторядною системою перев'язки швів. Тичкові ряди застосовуються обов'язково в нижньому першому і останньому рядах конструкцій, а також на рівні обрізів стін.



Ведення робіт з влаштування покрівлі відбуватиметься в такій послідовності: пароізоляція основи, теплоізоляція з плитного газобетону, цементно-піщана стяжка, 4-и - шаровий килим з руберойду.

М'яка покрівля виконуватиметься протягом 10 робочих днів з залученням бригади з 11 покрівельників, що працюють в одну зміну.

Над заповненням отворів працюватимуть 6 теслярів. Вони, згідно з календарним планом, виконають роботу за 3 дні, встановлюючи віконні блоки повної готовності, дверні блоки. у несучих стінах та перегородках та вітражі з кольорового скла.

Підлоги в будівлі продуктового магазину прийняті дощаті, керамічні, бетонні і мозаїчні на 1-му поверсі. На улаштуванні підлог працюватимуть від 4 до 8 осіб, причому засипка, ущільнення щебенем і підготовка виконуватиметься в одну зміну.

До робіт опоряджувального циклу включені: внутрішня штукатурка стін, облицювальні й малярні роботи. Ці роботи займають багато часу (6 оздоблювачів працюватимуть в одну зміну 38 днів). У цьому циклі працюватимуть задіяні субпідрядні організації з бригадами електриків, сантехніків, слабострумівих робіт і благоустрою території.

За результатами планування потокового будівництва продуктового магазину він буде побудований за 158 робочих днів включно підготовчий період (7міс.) за нормативного терміну будівництва об'єкту 8 місяців.

Після розрахунку об'ємів робіт розроблено відповідну відомість підрахунку працекмісткості і витрат машинного часу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Відомість підрахунку працемісткості, витрат машинного часу

№	Види робіт	Об'ємробіт		Працемісткість, люд/год		Витрати машинного часу, машино/год		Склад ланки
		Од. Вим.	К-сть	На од. вим.	На весь об'єм	На од. вим	На весь об'єм	
1	2	4	5	6	7	8	9	10
	<b>I. Підземний цикл</b>							
	<b>Земляні роботи</b>							
1	Зрізання рослинного шару	МЗ	276	0,0115	3	0,0115	3	Мш 6-1
2	Розробка ґрунту екскаватором глибиною до 5 м.	МЗ	2704	0,00552	15	0,0055	15	Мш 5-1
3	Зворотня засипка бульдозером	МЗ	2048	0,00537	12	0,0054	12	Мш 6-1
4	Ущільнення ґрунту вібротрамбоаками	МЗ	2048	0,105	215			Зем 3-1
	<b>Влаштування фундаментів</b>							
5	Монтаж фундаментних стаканів під колони	Шт	45	1,94	88	0,432	19,5	Мш 6-1 Мон 4-1 Мон 3-1, 2-1
6	Монтаж фундаментних балок l=6м.	Шт	34	1,08	37	0,514	17,5	Ті ж
	<b>II. Надземний цикл</b>							
	<b>Зведення каркасу будівлі</b>							
7	Установка колон нижнього ряду	шт	45	4,12	186	0,91	41	Монт.2,3,4,5р -1. Маш.6р-1
8	Установка колон верхнього ряду	шт	10	7,51	75	0,873	9	

1	2	4	5	6	7	8	9	10
9	Вкладання балок перекриття довжиною б.м.	шт	32	13,5	127	0,74	7	Ті ж
10	Вкладання плит перекриття і покриття	шт	150	2,74	411	0,176	27	Ті ж
11	Кладка перегородок з цегли	М <sup>2</sup>	86	1,21	104			Мулярі 4,3,2 р.-1
12	Укладка елементів сходів	шт	4	2,37	9,5	0,462	2,1	Монт. 4,5,3р-1, Мш 6р-1
13	Укладка панелей зовн. стін керамзитобетонних	шт	120	5,66	679	1,23	143	Ті ж
14	Укладка панелей внутр. стін	шт	34	2,44	83	0,292	10	Ті ж
	<b>Влаштування покрівлі</b>							
15	Влаштування оклеєчної гідроізоляції	М <sup>2</sup>	1080	0,155	168,3			Покр. 3р-1 2р-1
16	Укладка плитного утеплювача	М <sup>2</sup>	1080	0,186	202			Ті ж
17	Влаштування цементно-піщаної стяжки	М <sup>2</sup>	1080	0,243	263			Покр 4р-1 3р-1
18	Влаштування чотиришарової рулонної покрівлі з захисним шаром з гравію	М <sup>2</sup>	1080	0,26	282			Ті ж + 5р-1
	<b>Заповнення проїм</b>							
19	Установка дерев'яних оконних блоків	М <sup>2</sup>	54	1,18	64			Стол. 4р-1 3р-1
20	Установка дерев'яних дверних блоків стін і перегородок	М <sup>2</sup>	98,24	0,9	88,4			Ті ж
	<b>Влаштування підлог</b>							
21	Ущільнення ґрунту щебенем	М <sup>2</sup>	1005	0,681	685			Бет. 3р-1 2р-1
22	Гідроізоляція підлог	М <sup>2</sup>	54	0,416	23			Ті ж

23	Влаштування бетонних підготовок	M2	1119	0,153	172			Ті ж
24	Влаштування цем.-піщ. стяжок	M2	249	0,36	90			Ті ж
25	Влаштування бетонних покриттів	M2	318	0,402	128			Ті ж
26	Влаштування дер. підлог товщ. 36 мм	M2	114	0,601	69			Ті ж
27	Влаштування лежнів дер. підлог	M2	114	0,251	29			Ті ж
28	Влаштування підлог з керам. плитки	M2	249	1,06	264			Плит. 4р-1 3р-1
29	Влаштування мозаїчних покриттів	M2	550	1,83	1007			Обл. 4р-1 3р-1
	III Опоряджувальний цикл							
	<b>Штукатурні роботи</b>							
30	Покращена штукатурка стін і перегородок	M2	172	0,74	127,3			Шт 4р-1 3р-1
31	Підготовка стін і стель під фарбування	M2	4645	0,13	604			Ті ж
32	Оздоблення стін глазуровано плиткою на висоті 1,8м	M2	266,5	2,08	554			Обл 4р-1 3р-1
	<b>Малярні роботи</b>							
33	Поліпшене фарбування стель	M2	913	0,49	447			Ті ж
34	Пофарбування водоемульсійною фарбою всередині приміщень	M2	2130	0,39	831			Ті ж
35	Покращене масляне пофарбування дверних блоків	M2	275	0,84	231			Маляр. 4р-1 3р-1
36	Масляне пофарбування дощатих підлог	M2	114	0,218	24			Ті ж
37	Поліпшене пофарбування віконних блоків	M2	104	1,92	138			Маляр. 4р-1 3р-1

38	Вапняна побілка стін і стедь	M <sub>2</sub>	1602	0,081	130			Ті ж
	<b>Зовнішнє опорядження</b>							
39	Опорядження цоколя фасадною плиткою	M <sub>2</sub>	132	2,5	330			Обл4р-1 3р-1
40	Фарбування стін креміїорганічною емаллю	M <sub>2</sub>	565	0,611	345			Маляр. 4р-1 3р-1
	<b>Різні роботи</b>							
41	Влаштування основ під відмостку	M <sub>3</sub>	44	3,24	143			Бетонув 2р-1 3р-1
42	Влаштування покриття відмостки асфальтобетонною сумішшю	M <sub>2</sub>	132	0,943	124			Бетоншув 4р-1 3р-1
43	Влаштування вхідного ганку	M <sub>2</sub>	18	2,86	51			Ті ж
	Разом загальнобудівельні роботи				9634 люд/год = 1204люд/д н		316маш/ год= 39 маш/год	
	<b>IV Спеціальний цикл</b>							
44	Сантехнічні роботи	25			163 л./д.			
45	Електромонтажні роботи	10			65 л./д.			
46	Слабострумові роботи	4			26 л./д.			
47	Благоустрій	8			96 л./д.			
48	Інші роботи	9			108 л./д.			
					458 л./д.			
					1662 лд			

### 3.3. Будгенплан

Будгенплан є важливим документом з проекту виконання робіт. Це план будівельного майданчика, на якому, крім запроектованих і існуючих будівель і споруд, показано розташування тимчасових будівель, складських майданчиків, доріг, комунікацій, механізмів, необхідних для БМР.

При проектуванні будгенплану прагнуть дотримуватися певних принципів:

- обсяг будівництва тимчасових споруд має бути якомога меншим;
- розміщуючи тимчасові будівлі та споруди треба дотримуватись правил техніки безпеки та протипожежних норм;
- тимчасові будівлі мають бути зручними за експлуатації та бути інвентарними чи пересувними;
- тимчасові дороги і склади розміщують таким чином, щоб кількість перезавантажень і переміщень будівельних вантажів була мінімальною.

Вихідними даними для складання будгенплану є:

- генплан ділянки з нанесеними на ньому існуючими та спроектованими будинками і мережами підземних комунікацій;
- календарний план чи сітковий графік мають узгоджуватися зі зведеним графіком потреби в робітниках;
- перелік та кількість будмашин та механізмів;
- відомість потреби у будконструкціях, виробках та матеріалах;
- перелік, кількість і розміри тимчасових будівель, споруд, складів;
- нормативні дані щодо проектування будгенпланів.

Будгенплан розроблено на період зведення надземної частини будівлі.

#### Розрахунок інвентарних тимчасових будівель та споруд

До тимчасових будівель на будмайданчику належать виробничі і службові будівлі та споруди, склади, санітарно-побутові приміщення.

Номенклатура тимчасових споруд включає автодороги і проїзди, колії і під'їзди з майданчиками під механізми і пішохідні доріжки, інженерні мережі тощо. Визначення кількості тимчасових будівель та споруд і їх площ виконується за максимальною чисельністю працюючих на будмайданчику та нормативної площі на одну особу, яка користується цим приміщенням.

Чисельність працюючих визначають за формулою:

$$N = (N_{\text{роб}} + N_{\text{ітп}} + N_{\text{служ.}} + N_{\text{моп.}})k,$$

де  $N_{\text{роб.}} = 20$  ос. - тах чисельність робітників за календарним планом,

$N_{\text{ітп}}$  - чисельність інженерно-технічних працівників,

$N_{\text{служ}}$  - чисельність службовців,

$N_{\text{моп}}$  - чисельність молодшого обслуговуючого персоналу та охорони.

За таблицею визначають співвідношення категорій працюючих:

$N_{\text{ітп}} = 0,158 * 20 = 2,8$  Приймаємо 3 особи ІТП.

$N_{\text{служ}} = 0,217 * 3 = 0,65$  Приймаємо одного службовця.

$N_{\text{моп}} = 0,217 * 1 = 0,217$  - не приймаємо молодший обслуговуючий персонал;

$K = 1,06$ -коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби, виконання громадських обов'язків.

Підставляємо ці значення і отримуємо:

$$N = (20 + 3 + 1 + 0) * 1,06 = 25 \text{ осіб}$$

Розрахунок площ тимчасових будівель подано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Розрахунок площ тимчасових будівель

Тимчасові будівлі	К-ть працюючих	К-ть користувачів, %	Площа приміщення, м <sup>2</sup>		Типи і розміри будівель
			На 1 ос.	всього	
Контора	3	100	4	12	Пересувні вагони 9х2,7 – 3 шт.
Світлиця	25	100	0,75	17,3	
Гардероб	25	70	0,7	11,3	
Умивальня	25	50	0,2	2,3	
Душова	25	50	0,54	6,2	
Сушарка	25	40	0,2	1,9	
Приміщення для робітників	25	50	0,1	2,3	
Туалет	25	100	0,1	2,3	Дерев'яний

## Розрахунок площ складів

Необхідна площа складів будконструкцій визначається за формулою:

$$F = \frac{P \cdot \alpha \cdot n \cdot k \cdot \beta}{T},$$

де  $P = \frac{P_1}{q_1} + \frac{P_2}{q_2} + \dots + \frac{P_n}{q_n}$  - загальна кількість конструкцій, необхідна для

будівництва, поділена на норму складування;

$\alpha = 1,1$ -коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склади;

$n = 3$  – норма запасу у днях;

$k = 1,3$  – коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалів,

$\beta = 2$  – коефіцієнт, що враховує проходи та проїзди на території складів;

$T = 35$  днів - тривалість зведення коробки будинку на днях.

$$\begin{aligned} P &= 976 / 0,8 + 71 / 0,4 + 784 / 0,45 + 510 / 2 \\ &= 1220 + 177,5 + 1742,2 + 255 = 3394,7 \end{aligned}$$

$$F = 3394,7 * 1,1 * 3 * 1,3 * 2 / 35 = 1165 \text{ м}^2.$$

Приймаємо відкриті склади з боків будівлі за їх ширини 3 – 5 м, при цьому прийнята площа складів дорівнюватиме 1200м<sup>2</sup>, що більше мінімально необхідної за розрахунком, отже, достатньо для складування всіх конструкцій та матеріалів.



### Розрахунок електропостачання

Основним джерелом енергоресурсів, що використовуються за будівництва будівель та споруд, є електроенергія. Живлення машин та механізмів, електрозварювання та технологічних потреб забезпечується силовою електроенергією, джерело якої - високовольтні мережі.

Потреба в електроенергії:

$$P_n = \alpha \left( \frac{\sum P_c * K_{1c}}{\cos \varphi} + \frac{\sum P_m * K_{2c}}{\cos \varphi} + \sum P_{0c} * K_{3c} + \sum P \right), \text{ (кВт):}$$

Кількість прожекторів для тимчасового освітлення будівельного майданчика визначається за такою формулою:

$$n = \frac{\rho_{пит} * E * S * K}{P_A}, \text{ (шт),}$$

де  $\rho_{пит}$  - питома потужність;

E - освітленість, лк;

K = 1,5 – коефіцієнт запасу;

$P_A$  - потужність лампи прожектора.

Для освітлення будмайданчика використовують прожектори ПЗС-45:

$$n = \frac{0,3 * 2 * 11440 * 1,5}{1000} = 8шт.$$

Таблиця 3.3 – Розрахунок тимчасового електропостачання

Струмоприймачі	Марка	Кільк. к.	Заг. потужн., кВт	Розр. потужн., кВт
Екскаватор	ЭО 3322А	1	40	16
Разчинонасос	СО-126	1	7,5	11,66
Установка для приймання розчину	УПРТ-2Т	1	22	34,2
Знижуючий трансформатор	ИПП-2,5	1	2,5	1,84
Зварювальний трансформатор	ТС-500	2	24	42
Освітлення будмайданчика	ПЗС-45	8	8	8
Освітлення площадки	ПЗС-45	120 0	16	16

склада, м <sup>2</sup>				
Освітлення приміщень. м <sup>2</sup>		110	3,1	2,5
Разом				134

Загальна потужність електроспоживачів:

$$P_{\text{заг}} = \alpha * \sum P_n = 1,1 * 134 = 147,4 \text{ (кВт)}.$$

За розрахованою потужністю вибираємо трансформатор ТМ-180-10 потужністю 180 кВт.

#### Розрахунок потреби будівництва у воді

Водопостачання будівництва має здійснюватися з урахуванням діючих систем водопостачання. При влаштуванні мереж тимчасового водопостачання слід прокладати та використовувати мережі запроектованого водопроводу. При вирішенні питання щодо тимчасового водопостачання будівельного майданчика необхідно визначити схему розташування мережі та діаметра трубопроводу:

Виробничі (Ввир.)

Господарсько-побутові (Вгосп.)

Душові установки (Вдуш.)

Пожежогасіння (Впож.)

Повна потреба у воді становитиме:

$$V_{\text{заг}} = 0,5 (V_{\text{вир.}} + V_{\text{госп.}} + V_{\text{душ.}}) + V_{\text{пож.}}$$

Витрата води на виробничі потреби визначається на підставі як календарного плану, так і норм витрат води.

Таблиця 3.4 - Питома витрата води на виробничі потреби

Процеси і споживачі	Од. виміру	Питомі витрати, л.	Трив. спожив.
Робота екскаватора	Маш.-год.	10-15	8
Заправка екскаватора	1 маш.	80-120	8
Поливання бетону	м <sup>3</sup>	200-400	24
Штукатурні роботи	м <sup>2</sup>	7-8	8
Малярні роботи	»	0,5-1	8
Заправка і обмивання тракторів	1 маш	300-600	24
Зволоження ґрунту при ущільненні	м <sup>3</sup>	150	8
Поливання ущільненого щебню (гравію)	»	4-10	8
Живлення компресора	м <sup>3</sup> повітря	5-10	8

За максимальною потребою знаходять секундну витрату води на виробничі потреби. Кількість води на господарсько-побутові потреби визначається на підставі запроєктованого бюджетплану, кількості працюючих, які користуються послугами та норм споживання води.

Витрати води на пожежогасіння на будмайданчику воеба приймати 10 л/с, тобто передбачати одночасну дію двох гідранті по 5 л/с. Таким чином,

$$V_{\text{заг.}} = 0,5 (0,8+0,2+0,7) + 10 = 10,85 \approx 11 \text{ л/с}$$

Діаметр трубопроводу для тимчасового водопроводу за розрахунком - Ø100мм.

#### 4. ЕКОНОМІКАБУДІВНИЦТВА

Виконано аналіз техніко- економічних показників (ТЕП) плит перекриттів 6,0 x 1,5 м, що армовані стержнями і сітками, з одного боку, та плит, армованих стержнями меншого діаметра і фіброю з кінцевими анкерами.

Таблиця 4.1. – Техніко- економічні показники (ТЕП) багатопустотних плит перекриттів ПП 60.15 і ППФ60.15 розмірами 6,0 x 1,5 м

Найменування показників	Одиниця виміру	Залізобетонна плита– аналог ПП 60.15	Плита– аналог ППФ60.15 а на анкерній фібрі з дроту
Витрата бетону	м <sup>3</sup>	0.68	0.68
Витрата цементу	кг	276	276
Витрати сталі (усього),	кг	68,7	75,71
у тому числі:			
Фібр;	кг	–	39,21
напруженої арматури;	кг	13,32	9,61
ненапруженої арматури;	кг	16,63	–
закладних деталей	кг	8,81	7,92
Собівартість виготовлення бетонної суміші	грн	473.23	512.64
Трудомісткість приготування бетонної (сталефіробетонної) суміші	Люд.-г.	0.632	0.681

Собівартість усіх видів сталі та приготування арматури та закладних деталей	грн	851,42	890,53
Трудовитрати із приготування арматури та закладних деталей	Люд.-г.	3.74	1.32
Усі витрати на матеріали і їх перероблення:			
вартість;	грн	1002.21	991.24
Трудомісткість.	Люд.-г.	4.38	1.99
Собівартість натягування напруженої арматури, вкладанню ненапруженої арматури та закладних деталей	грн	23.4	15.6
Теж, трудомісткість	Люд.-г.	0.74	0.63
Собівартість формування включно зі затратами на зберігання сталевих форм і собівартості	грн	552,12	502,41

пари			
Трудові витрати з формування виробів	Люд.-г.	7.72	7.47
Всі витрати формувального цеху:			
собівартість;	грн	575.45	517.68
Трудомісткість.	Люд.-г.	8.47	8.09
Розрахункова виробнича собівартість плит	грн	1819.47	1852.39
Трудомісткість виготовлення плит	люд.-г.	12.83	10.08
Вартість включно з транспортом і монтажем (у ділі),	грн	2168.46	2196.97
а також, трудомісткість	люд.-г.	16.24	13.49
Капіталовкладення	грн	446.24	246.87
Приведені витрати	грн	2235.65	2115.34
Економія по приведених витратах:			
на плиту;	грн	—	195.21
на 1 м <sup>2</sup> площі плити;	грн	—	21,69
Економія по трудовитратах:			
на плиту;	Люд.-г.	—	2.78
на 1 м <sup>2</sup> площі плити	Люд.-г.	—	0.31

Розрахунки ТЕП багатопустотних плит перекриттів ПП 60.15 і ППФ60.15 розмірами 6,0 x 1,5 м засвідчили, що використання фібри, що містить кінцеві анкери, ефективніше за використання сіток з каркасами. Витрати фібри складають 39,21 кг. Економічна ефективність використання плит ППФ60.15 забезпечується через суттєве зниження трудомісткості виготовлення у порівнянні з плитами ПП 60.15.

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

### Аналіз потенційної небезпеки та шкідливості за зведення продуктового магазину

Запроектована будівля продуктового магазину є двоповерховою, прямокутної форми у плані.

Розглянемо об'єкт з погляду виробничого травматизму, професійних захворювань, пожеж та вибухонебезпечності з одночасним забезпеченням комфортності за максимальної продуктивності.

Відступ від нормального режиму роботи та порушення вимог техніки безпеки, поданих у цьому розділі, можуть призвести до погіршення здоров'я працюючих та зниження продуктивності праці.

Поліпшення умов праці та підвищення її безпеки на етапі будівництва призведе до зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

При роботах підготовчого періоду можуть статися небезпечні та шкідливі виробничі фактори, такі як обвалення земляного масиву на працюючих у котловані, падіння людей у котлован, перекидання будівельних машин.

При зварювальних роботах можливе ураження електричним струмом, вплив шкідливих газів та випарів, вплив променистої енергії

При зведенні надземної частини будівлі та монтажних робіт можливим є падіння крана внаслідок втрати стійкості, просідання кранових шляхів, падіння елементів, що монтуються. Падіння навісних колісок, рихтовання, робочого інструменту, падіння людей, тривала дія сонячної радіації. Небезпека під час роботи з вантажопідйомними механізмами.

При бетонних роботах шкідливий виробничий фактор – це вплив шуму та вібрації при укладанні бетонної суміші. Наслідки – перевтома, головний біль, зниження слуху.

При опоряджувальних роботах негативним є вплив цементного та вапняного пилу, вплив випарів фарб.



При електротехнічних роботах виникає небезпека ураження струмом під час перевірки та використання механізмів, приладів та систем електропостачання.

При покрівельних роботах можливе падіння матеріалів та самих робітників з висоти.

За вантажно-розвантажувальних робіт можливе падіння робітників з машин, падіння деталей, можливе зіткнення людей, машин і механізмів, що рухаються, в тому при фізичній роботі. Наслідки – травми, забиті місця, перелому, запаморочення, головний біль.

### Санітарія та гігієна праці

Будівництво будівлі продуктового магазину виконуватиметься понад півроку, тому особливу увагу потрібно приділити санітарії та гігієні праці.

Відповідно до «Гігієнічних вимог до влаштування та обладнання санітарно-побутових приміщень для робочих будівельних та будівельно-монтажних організацій» до складу санітарно-побутових приміщень (при кількості працюючих у найбільш численній зміні від 15 осіб та вище) запроектовано: вбиральні, вмивальні, душові, туалети, приміщення для сушіння спецодягу та взуття розраховуються на всіх робітників, а приміщення для особистої гігієни жінок – за загальної кількості жінок 100 і більше.

Вбиральні служать для зберігання вуличного, домашнього, робочого одягу та взуття. Способи зберігання одягу: відкритий (на вішалках або у відкритих шафах), закритий (у закритих шафах) та змішаний. Допускається у побутових приміщеннях, розрахованих на бригаду з 10-15 осіб, зберігання всіх видів спецодягу в одному приміщенні, але у різних шафах.

Приміщення для сушіння спецодягу розраховуються по 0,2 м<sup>2</sup> на кожного працюючого, що користується сушінням у найбільш численній зміні, і розташовуються суміжно з вбиральницею. Вони забезпечуються опалювальними установками.

Туалети розміщені на відстані не більше 100 м від найбільш віддаленого робочого місця, а при розміщенні їх поза будівлею – на відстані не більше 200 м. Кількість унітазів у туалетах розраховують залежно від кількості працюючих в одній зміні. Наприклад, при кількості працюючих до 25 осіб у чоловічому та жіночому туалетах обладнують на 1 очко, при 26-40 – на 2 очки, при 86-100 відповідно на 5 та 6 очок. Приміщення туалетів обладнують тамбурами з дверима, що самозакриваються. Кабіни відокремлюються перегородками заввишки не менше 1,7 м. Перегородки не сягають підлоги на 20 см. Кабіни в осях розмірами 1,2 x 0,9 м.

Питні установки розміщені на відстані не більше ніж 75 м від робочих місць. Роздача води провадиться за допомогою фонтанчиків. Душові обладнуються у спеціально обладнаних вагонах із розрахунку одна душова сітка на 5 осіб при розрахунковій дії душової 45 хвилин після кожної зміни.

#### Техніка безпеки

Допуск до роботи новоприйнятих робітників здійснюється за правилами ДБН - після проходження ними загального інструктажу з техніки безпеки, а також інструктажу безпосередньо на робочому місці. Робітники навчаються безпечним методам робіт протягом трьох місяців з дня надходження, після чого одержують відповідні посвідчення. Перевірку знань робітників техніки безпеки проводимо щороку.

Відповідальність за безпеку робіт покладено у законодавчому порядку на технічних керівників будівництв – головних інженерів та інженерів з охорони праці, виконавців робіт та будівельних майстрів. Керівники будівництва організують планування заходів щодо охорони праці та протипожежної безпеки та забезпечують проведення цих заходів у встановлені терміни.

Усі заходи з охорони праці здійснюємо під безпосереднім державним наглядом спеціальних інспекцій.

Для забезпечення безпечних умов виконання земляних робіт вжито наступних заходів.

Земляні роботи у зоні розташування діючих підземних комунікацій виконуються лише з письмового дозволу організацій, відповідальних їх експлуатацію.

Технічний стан землерийних машин регулярно перевіряється із своєчасним усуненням виявлених несправностей. Під час роботи екскаватора перебування людей у межах призми обвалення та у зоні розвороту стріли екскаватора заборонено.

За цим проектом завантаження автомобілів екскаватором виконуємо так, щоб ківш подавався збоку або ззаду кузова, а не через кабіну водія. Пересування екскаватора із завантаженим ковшем забороняється.

До монтажу збірних конструкцій та виробництва допоміжних такелажних робіт допускаються робітники, які пройшли спеціальне навчання та досягли 18-річного віку. Не рідше одного разу на рік проводитиметься перевірка знань безпеки методів робіт у робітників та інженерно-технічних працівників адміністрацією будівництва. Основні рішення щодо охорони праці, передбачені у проекті організації робіт, повинні бути доведені до відома монтажників,

До монтажних робіт на висоті допускаються монтажники, що пройшли один раз на рік спеціальний медичний огляд. Під час роботи на висоті монтажники оснащуються запобіжними поясами. Під місцями виконання монтажних робіт рух транспорту та людей забороняється. На всій території монтажного майданчика відповідно до ДБ встановлено покажчики робочих проходів та проїздів та визначено зони, небезпечні для проходу та проїзду. При роботі в нічний час монтажний майданчик висвітлюється прожекторами, до початку робіт перевіряється справність монтажного та підйомного обладнання, а також захватних пристроїв. Вантажопідйомні механізми перед пуском їх в експлуатацію випробовують відповідальними особами технічного персоналу будівництва зі складанням акта відповідно до правил інспекції Держгіртехнагляду. Такелажні та монтажні пристрої для підйому вантажів випробовують вантажем, що перевищує на 10% розрахунковий. Всі захоплюючі

пристрої систематично перевіряємо в процесі їх використання із записом в журналі.

Для запобігання впливу небезпеки проводимо контроль положення крана при проведенні робіт. Забороняємо виконувати підйом конструкцій, що мають вагу більшу максимально допустимої в паспорті крана. Проведення робіт з підготовки та ущільнення майданчика роботи крана; контроль справності підйомних механізмів, обмежувачів підйому та повороту; контроль справності стропувальних пристроїв, гаків, захватів; дотримання правил та послідовності ведення монтажу кожної конструкції; способи стропування також мають контролюватися. Стropування елементів робимо так, щоб забезпечувалася їх подача до місця встановлення в положенні, близькому до проектного; забороняємо підйом збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель або міток, правильне стропування та монтаж; на ділянці, де ведуться монтажні роботи, не допускаємо виконання інших робіт та перебування сторонніх осіб; не допускаємо перебування людей під монтованими елементами конструкцій до встановлення в проектне положення.

Залишати підняті елементи на вазі на гаку крана під час обідніх та інших перерв категорично забороняється.

Для запобігання впливу небезпеки не допускаємо перебування людей на елементах конструкцій та обладнання під час їхнього підйому; не допускаємо виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру понад 15 м/с, ожеледиці, грозі, тумані, що виключає видимість у межах фронту робіт; у процесі монтажу конструкцій монтажники повинні перебувати на раніше встановлених надійно закріплених конструкціях або засобах підмоцнування. Монтажники, що знаходяться на конструкціях, що не дають можливість улаштування риштування, повинні застосовувати монтажні пояси та страхувальні канати. Робоче місце монтажника не повинно бути слизьким, захаращеним будівельним сміттям, інвентарними інструментами; робітникам-монтажникам у комплекті одягу видаються будівельні каски, чоботи з підошвою, що перешкоджає ковзанню, рукавиці.

При виробництві електрозварювальних робіт суворо дотримуємося чинних правил електробезпеки та виконуємо вимоги щодо захисту людей від шкідливого впливу електричної дуги зварювання.

У проєктованій будівлі зовнішні і внутрішні стіни і перегородки виконані з цегли, і великий фронт робіт - цегляна кладка, тому необхідно приділити особливу увагу техніці безпеки при цегляній кладці.

Робочі - муляри крім вступного інструктажу та інструктажу на робочому місці проходять навчання безпечним способам роботи за відповідною програмою.

Для переміщення та подачі на робоче місце вантажопідйомними кранами цегли застосовуємо піддони, що виключають падіння вантажу під час підйому. Забороняється знаходитись у небезпечній зоні роботи підйомного крана. Усі робітники, що знаходяться на майданчику, знаходяться на робочому місці в касках. Забороняємо виконувати підйом конструкцій, що мають вагу більшу максимально допустимого в паспорті крана. Стропування піддонів з цеглою провадиться за позначені на них місця.

Для запобігання впливу небезпеки проводиться: правильне кріплення конструкцій риштовання, лебідок; контроль стану тросів; застосовуємо захисні козирки по периметру будівлі.

Для запобігання впливу небезпеки: не допускаємо перебування людей на елементах конструкцій та обладнання під час їх підйому; не допускаємо виконання робіт кладок на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру більше 15 м/с, ожеледиці, грозі; не допускаємо кладку зовнішніх стін у положенні стоячи на стіні.

Для захисту працюючих від сонячної радіації кожні 45 хвилин робочого часу влаштовуємо перерву 15 хвилин, коли робітники можуть сховатися під навісом; забороняємо вести роботи на відкритому повітрі при температурі нижче  $-35\text{ C}^0$ . Під час технологічної та обідньої перерви робітники можуть обігріватися у побутових приміщеннях. У зимовий час робочим видаємо ватяні рукавиці, ватяні штани, теплі підшоломники, тілогрійки, валянки

Робочі місця мулярів обладнаємо необхідними захисними та запобіжними пристроями та пристроями, у тому числі огорожами. Відкриті отвори у стінах та перекриттях огорожуються на висоту не менше одного метра. Одночасно виконання робіт у двох і більше ярусах по одній вертикалі без відповідних захисних пристроїв неприпустимо. Кладку кожного ярусу стіни виконуємо з розрахунком, щоб рівень кладки після кожного переміщення був на один - два ряди вище за робочий настил. При кладці стін з внутрішніх риштувань, по всьому периметру будівлі встановлюємо зовнішні захисні козирки. Ширина захисного козирка не менше 1,5 м. Площина козирка становить із площиною стіни кут 70 градусів. Зберігати матеріали та ходити на козирках забороняється. Ліси та підмости необхідно робити міцними та стійкими. Настили і риштування, а також драбини огорожуємо міцними поруччями висотою не менше 1 метра і бортовою дошкою висотою не менше 15 см. Настили і риштування регулярно очищаємо від будівельного сміття, а в зимовий час від снігу і льоду і посипаємо піском.

У будівлі запроектовано плоску покрівлю з рулонних матеріалів на бітумній мастиці. При влаштуванні покрівлі дотримуємося особливої обережності, щоб уникнути опіків гарячим в'язким розчином (бітум, мастика). Допуск робітників до виконання покрівельних робіт дозволяється після огляду виконробом або майстром спільно з бригадиром справності несучі конструкції даху та огорожі. До робіт з влаштування покрівлі з руберойду допускаються особи не молодші 18 років і які пройшли медичний огляд, спеціальну теоретичну та практичну підготовку, які склали іспити та посвідчення покрівельника. Котли для варіння мастик встановлюємо на відведених для цього та огорожених майданчиках, віддалених від найближчих будівель, що згоряються, не менше ніж на 25 метрів. Запас сировини і палива за правилами знаходиться на відстані не менше 5 метрів від котла. Всі проходи і драбини, якими проводиться підноська мастик, а також робочі місця, обладнання, механізми, інструмент і т.д. перед роботою оглядаємо та очищаємо від залишків мастики, бітуму, бетону, сміття та бруду, а взимку від снігу та криги.

Робітники, зайняті підноскою мастики, одягають щільні рукавиці, брезентові костюми та шкіряне взуття. При ожеледиці, густому тумані, зливовому дощі або сильному снігопаді ведення покрівельних робіт не виконується. При облаштуванні покрівлі забезпечуємо робоче місце засобами пожежогасіння: пінними вогнегасниками, ящиками з піском, лопатами, азбестовим полотном, аптечкою з набором медикаментів.

Робота з оштукатурювання всередині приміщення проводиться як з підлоги, так і з інвентарних риштовань. Підмостики перед початком робіт перевіряємо на міцність та стійкість. Усіх робітників, що мають справу зі штукатурними розчинами, забезпечуємо спецодягом та захисними респіраторами, окулярами тощо. Місце розчинонасосів і робоче місце оператора, пов'язані справною сигналізацією. Розчинонасоси, компресори та трубопроводи піддаються випробуванню на півторакратний робочий тиск. Справність обладнання перевіряють щодня на початок робіт.

При виконанні малярних та шпалерних робіт виконуємо такі вимоги щодо охорони праці. Фарбування методом пневматичного розпилення, а також швидковисихаючими лакофарбовими матеріалами, що містять шкідливі леткі розчинники, виконуємо із застосуванням респіраторів та захисних окулярів. Оскільки ми використовуємо масляні фарби, то приміщення постійно провітрюємо. Перебування робітників у приміщенні, свіжопофарбованому масляними та нітрофарбами, більше 4-х годин неприпустимо. Всі апарати та механізми, що працюють під тиском, випробувані та мають справні манометри та запобіжні клапани.

Поліпшення організації виробництва, створення на будівельному майданчику умов праці, що усувають виробничий травматизм, професійні захворювання забезпечують нормальні санітарно - побутові умови - одне з найважливіших завдань, від успішного вирішення якого залежить подальше підвищення продуктивності праці на будові.

В обов'язки з охорони праці адміністрації будівельних організацій за цим проектом входять:

- дотримання правил з охорони праці, здійснення заходів з техніки безпеки та виробничої санітарії,
- розробка перспективних планів та угод колективних договорів щодо покращення умов праці,
- забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту,
- проведення інструктажів та навчання робочих правил техніки безпеки,
- організація пропаганди безпечних методів праці, забезпечення будівельних об'єктів плакатами, запобіжними написами тощо,
- організація навчання та щорічної перевірки знань, правил та норм охорони праці інженерно-технічного персоналу,
- проведення медичних оглядів осіб, зайнятих на роботах із підвищеною небезпекою та шкідливими умовами.
- розслідування всіх нещасних випадків та профзахворювань, що трапилися на виробництві, а також їх облік та аналіз,
- ведення документації та перевірка встановленої звітності з охорони праці,
- видання наказів та розпоряджень з питань охорони праці.

Обов'язки відповідальних осіб адміністративно-технічного персоналу будівництва за стан техніки безпеки та виробничої санітарії визначено ДБН.

Загальне керівництво виконанням робіт з техніки безпеки та виробничої санітарії, а також відповідальність за її стан покладається на керівників (начальників та головних інженерів) будівельних організацій.

Вступний (загальний) інструктаж з безпечних методів робіт проводиться з усіма робітниками та службовцями, які вступають до будівельної організації (незалежно від професії, посади, загального стажу та характеру майбутньої роботи).

Мета вступного інструктажу – ознайомити нових працівників із загальними правилами техніки безпеки, пожежної безпеки, виробничої санітарії, надання долікарської допомоги та поведінки на території будівництва,



з питаннями профілактики виробничого травматизму, а також зі специфічними особливостями роботи на будівельному майданчику.

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

Інструктаж на робочому місці проводять з усіма робітниками, прийнятими до будівельної організації, а також переведеними з інших ділянок або будівельних управлінь, перед допуском до самостійної роботи з безпечних методів та прийомів робіт та пожежної безпеки безпосередньо на робочому місці.

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

Мета інструктажу - ознайомити робітника з виробничою обстановкою та вимогами безпеки під час виконання отриманої роботи.

## 6. НАУКОВА РОБОТА

### Аналіз напружено-деформованого стану плити перекриття в експлуатаційній стадії

Багатопустотна плита ПП 60.15 виготовлятиметься з бетону класу С25/30 і армуватиметься  $7\emptyset 12A800$  ( $A_p = 11,31 \text{ см}^2$ ). Плита має повну висоту 220 мм і робочу висоту  $d = 190$  мм. Звиси полиць - 556,5мм, а їх товщина - 30,5 мм, ширина ребра - 357 мм. Несуча здатність плити (розрахункова) -  $M_d = 103,12 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , момент від експлуатаційних навантажень -  $M_{expl} = 86,06 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Деформаційна методика передбачає, що розрахунковим є усереднений переріз, в якому приймаються відносні деформації стержнів арматури рівними деформаціям бетону, що зчеплений з арматурою як при розтягові, так і при стискові. Приймається також гіпотеза плоских перерізів (гіпотеза Бернуллі). Діаграми «напруження-відносні деформації» бетону С25/30 і арматури класу А800 прийняті за ДБН і ДСТУ, подані на Рис. 6.1 і 6.2

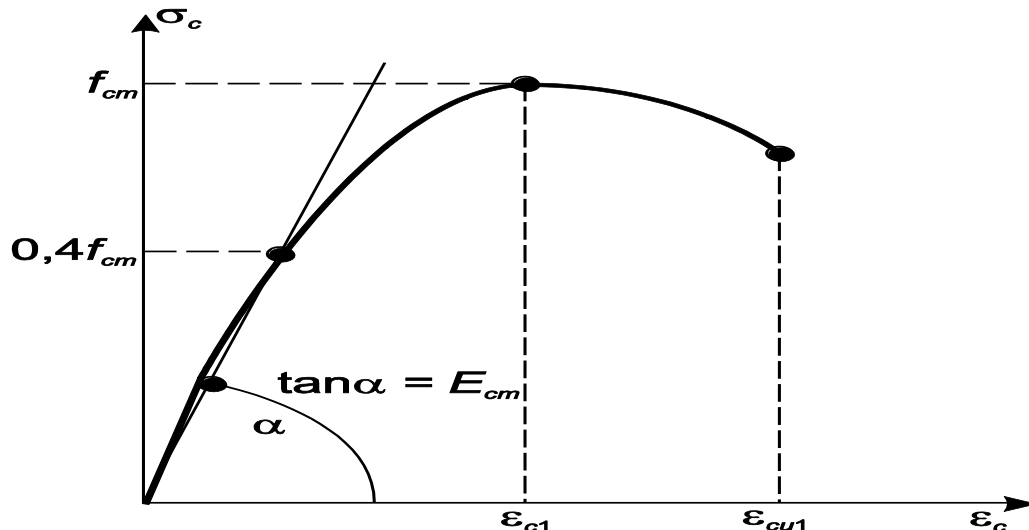


Рис.6.1– Діаграма деформування бетону класу С 25/30 при стискові

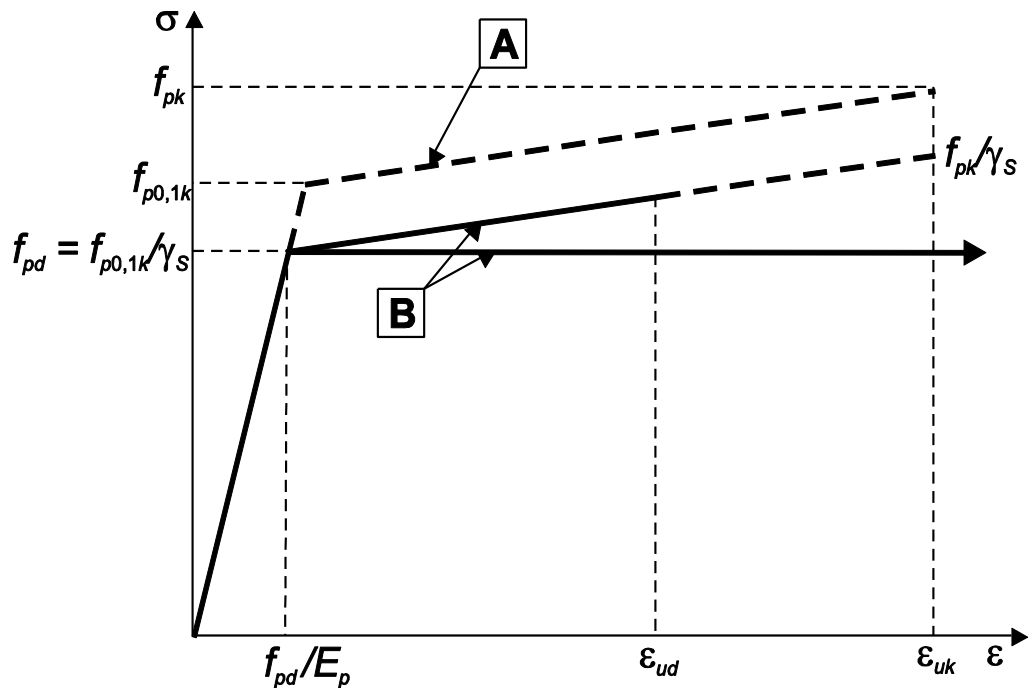


Рис. 6. 2 - Діаграми деформування попередньо напруженої арматури класу А800 за розтягу

Інтегральні рівняння рівноваги поперечних перерізів плит описуються такими рівняннями:

$$\begin{aligned} F(\aleph, \varepsilon_{c(1)}) - N &= 0 \\ \Phi(\aleph, \varepsilon_{c(1)}) - M &= 0 \end{aligned} \quad (6.1)$$

де  $\aleph = \frac{1}{\rho} = \frac{(\varepsilon_{c(1)} - \varepsilon_{c(2)})}{h}$  – кривизна по довжині елемента;  
 $\varepsilon_{c(1)}$  – відносні деформації крайніх стиснутих фібр плити;  
 $\varepsilon_{c(2)}$  – відносні деформації крайніх розтягнутих волокон плити;  
 $N$  і  $M$  – зовнішня поздовжня сила та згинальний момент.

$F(\aleph, \varepsilon_{c(1)})$  і  $\Phi(\aleph, \varepsilon_{c(1)})$  можна записати:

$$F(\aleph, \varepsilon_{c(1)}) = \int_{F_c} \sigma_c(x) dF_c + \sum_{i=1}^n \sigma_{si} A_{si} \quad (6.2)$$

$$\Phi(\aleph, \varepsilon_{c(1)}) = \int_{F_c} \sigma_c(x) x dF_c + \sum_{i=1}^n \sigma_{si} A_{si} (x_1 - z_{si}) \quad (6.3)$$

Напруження в арматурі визначаємо за діаграмами а деформації – по формулі:

$$\varepsilon_{si} = \aleph(x_1 - z_{si}) + \varepsilon_{si,0} \quad (6.4)$$

у якій  $\varepsilon_{si,0}$  початкові деформації арматури зі врахуванням втрат зусиль.

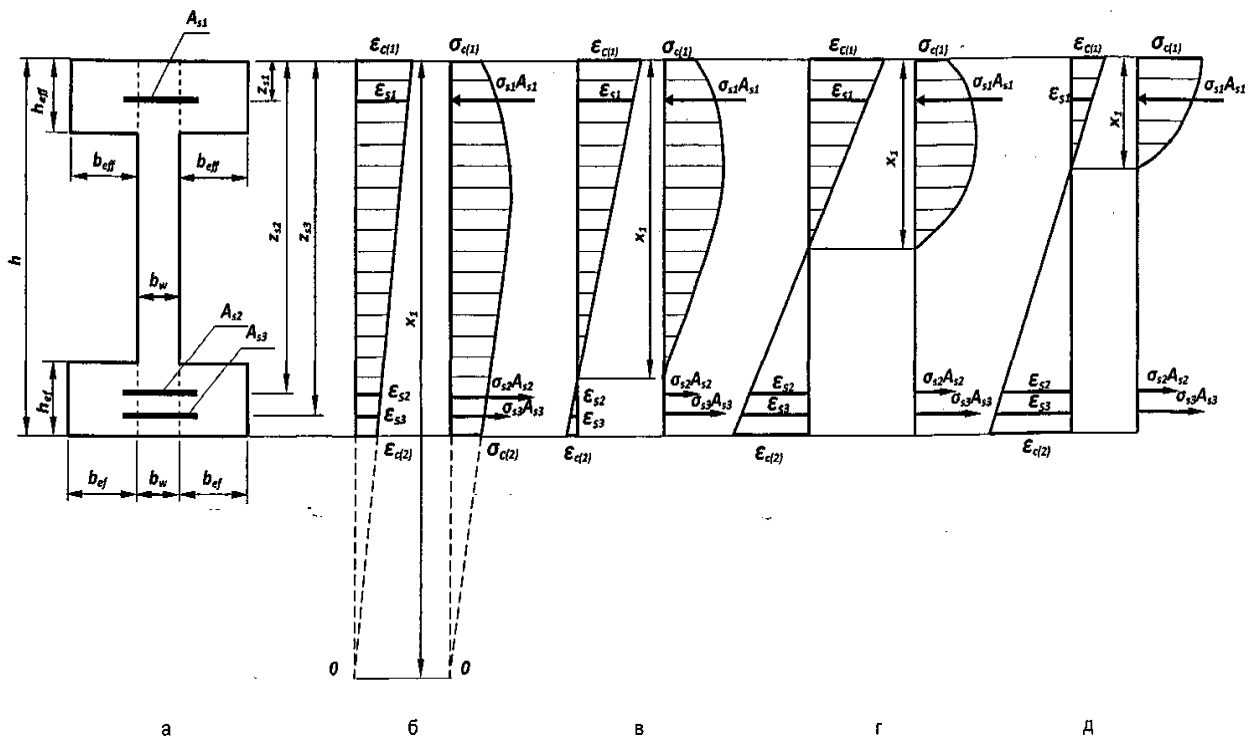


Рис. 6.3. - Форми рівноваги, згідно з ДСТУ, елементів двотаврового перерізу

За розрахунку тріщиноутворення враховувалась робота бетону на розтяг в нижній зоні плити. Розрахунковий переріз був у третій формі рівноваги ( Рис. 6.3 г). Деформації крайніх розтягнутих волокон  $\epsilon_{c(2)}$  дорівнювали граничним  $\epsilon_{ctu} = 0,0001351$ . Розрахунки виконані в табличному процесорі Excel.

Таблиця 6.1 – Характеристики НДС (напружено-деформованого стану) плити за моменту утворення тріщин  $M_{cr}$

$\epsilon_{c(1)}$	$\epsilon_{c(2)}$	$x_1$ , см	$\sigma_s$ , МПа	$M$ , кН·м
0,00044031	$13,51 \cdot 10^{-5}$	16,84	385,045	95,311

Момент від характеристичних квазіпостійних навантажень  $M_{expl} = 86,061$  кН·м є меншим  $M_{cr}$ , отже в експлуатаційній стадії плита буде працювати без тріщин. Розрахунок засвідчує, що за  $M_{expl} = 86,06$  кН·м нейтральна вісь знаходиться в ребрі. Розгорнуті розв'язки системи рівнянь рівноваги (6.2) та (6.3) виглядають так:

$$\frac{f_{cd}}{N} \left[ b_w \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^{k+1} + 2b_{eff1} \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)} - \varepsilon_{eff,(2)}^{k+1}}{\varepsilon_{c1}^{k+1}} \right) \right] + \sum_{i=1}^n A_{si} \sigma_{si} - N = 0,$$

$$\frac{f_{cd}}{N^2} \left[ b_w \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^{k+2} + 2b_{eff1} \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)} - \varepsilon_{eff,(2)}^{k+2}}{\varepsilon_{c1}^{k+2}} \right) \right] + \sum_{i=1}^n A_{si} \sigma_{si} \frac{\varepsilon_{c(1)} - N z_{si}}{N} - M = 0.$$
(6.5)

Враховували тут і роботу розтягнутого бетону. Початкові деформації стрижнів А800  $\varepsilon_{S0} = 0,00129$  (див. Розділ 2).

Розрахунок плити ПП 60.15 за дії експлуатаційних навантажень виконаний в Excel (див. табл. 6.2).

Таблиця 6.2– НДС (напружено-деформований стан) плити в експлуатаційній стадії

$\varepsilon_{c(1)}$	$\varepsilon_{c(2)}$	$x_1$ , см	$\sigma_s$ , МПа	$M$ , кН·м
0,0035125	$11,06 \cdot 10^{-5}$	14,223	642,329	86,06

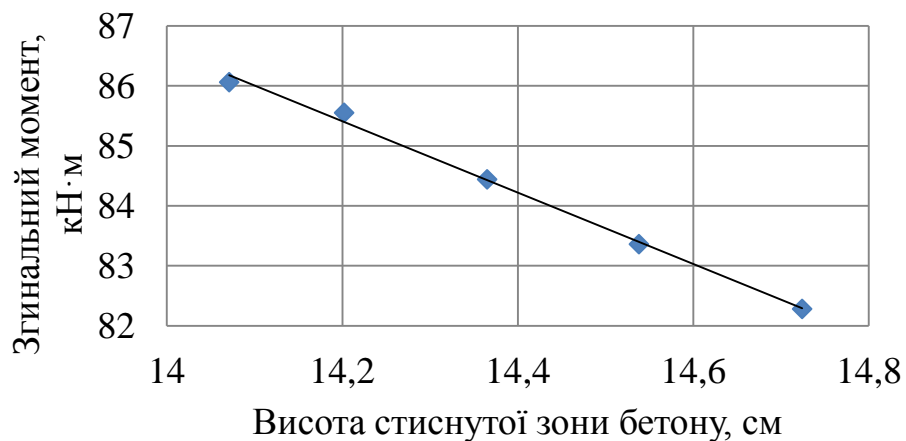


Рис. 6.4 – Зміна висоти стиснутої зони бетону плити ПП 60.15 залежно від моменту на стадії експлуатації

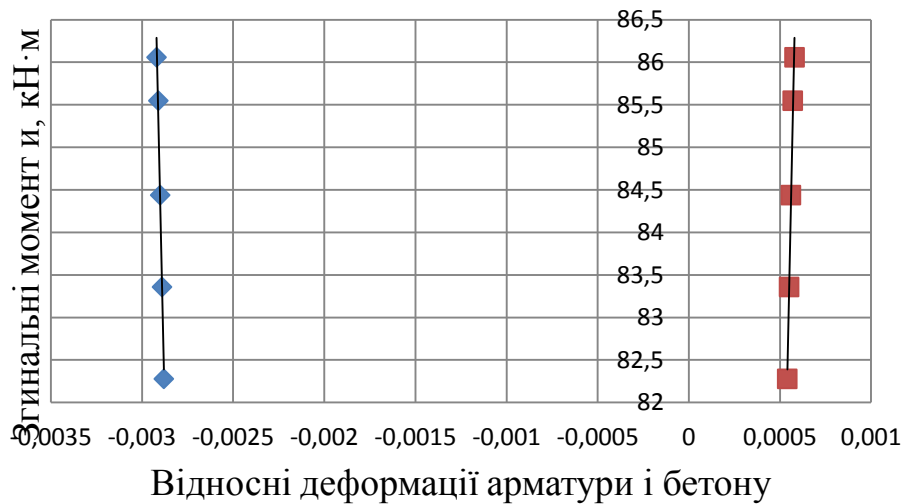


Рис. 6.5 – Зміна напружень арматури класу А800 залежно від моменту в експлуатаційній стадії роботи

Теоретична оцінка НДС плити ПП 60.15 за дії експлуатаційних навантажень ( $M_{expl} = 86,06 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ) засвідчив, що:

1. Відносні деформації крайніх стиснутих фібр бетону дорівнюють  $\varepsilon_{c(1)} = 0,0035125$ , а це відповідає рівню напружень  $\sigma_c = 11,28 \text{ МПа}$ . ( за діаграмою деформування бетону).

2. Відносні деформації арматури А 800 при дії експлуатаційних навантажень  $\varepsilon_s = -0,00292$ , а це відповідає напруженням  $\sigma_s = 642,329 \text{ МПа}$ . Ці напруження є меншими від  $f_{p0,1k} = 715 \text{ МПа}$  (див. рис. 6.2) .

3. Висота стиснутої зони при експлуатаційних навантаженнях складала  $x_1 = 14,223 \text{ см}$ . Нейтральна вісь розміщена нижче за середину висоти плити.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У даній дипломній роботі розроблені проектні вирішення з будівництва продуктового магазину площею 1030 м<sup>2</sup> у м. Жовкві Львівської області. Будівля запроектована каркасного типу зі збірного залізобетону. Зовнішні стіни запроектовані зі збірних керамзитобетонних самонесучих панелей. Покриття будівлі запроектовано плоским рулонним із внутрішнім водовідведенням. Перекриття першого поверху і покриття виконане з багатопустотних плит 6x1,5 м.

Запропоновано в експлуатаційній стадії використовувати деформаційну методику розрахунку багатопустотних плит переkritтя ПП 60. 15, оскільки вона дозволяє отримати точні значення напружень в арматурі і кривизни, необхідні для розрахунку ширини розкриття тріщин і прогинів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барашиков А.Я. Залізобетонні конструкції: Підручник . К.: Вища школа, 1995. 591 с.
2. Білозір В. В. Деформаційний метод розрахунку згинальних сталевібробетонних 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. 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.
21. 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.
22. ДСТУ Б. В. 2. 6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с.
23. ДСТУ-Н Б В.2.6-282:2016. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування та виготовлення сталевібробетонних конструкцій. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 43 с.

24. Дворкін Л. Й., Дворкін О. Л. Основи бетонознавства. К.: Основа, 2007. 616с.
25. Драченко Б. Ф., Піщаленко Ю. О., Соха М. М. Технологія зведення виробничих сільськогосподарських будівель і споруд: навч. Посібник. К.: Вища школа, 1992. 198с.
26. Стасюк М. І. Залізобетонні крнструкції: навч. посібник. К.:ІЗМН, 1997. 227с.
27. Ушацький С. А. Організація будівництва. К.: Кондор, 2007. 521 с.
28. Черненко В. К. Технологія і організація монтажу будівельних конструкцій. К.: Будівельник , 1988. 368с.
29. Ярмоленко М. Г. Технологія будівельного виробництва. К.: Вища школа , 1993. 397с.
30. Макланова Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1981. 468 с.
31. Eurocode 2: Design of Concrete Structures EN 192- 1: General Rules and Rules for Buldings. Brussels: CEN, 2004. 226 p.