

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет(ННІ) Конструювання та дизайну

УДК 72.012:629.48:631.3

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету (Директор ННІ)
Конструювання та дизайну
(назва факультету (ННІ))

_____ РУЖИЛО З. В.
(підпис) (ПІБ)
— ” _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
Будівництва
(назва кафедри)

_____ ЯКОВЕНКО І.А.
(підпис) (ПІБ)
— ” _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

**ПРОЕКТУВАННЯ ЗБОРОЧНОГО ЦЕХУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ
У М. КРЕМЕНЧУК**

Спеціальність _____ 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код і назва)

Освітня програма _____ Магістр
(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

_____ професор, д.т.н.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

_____ Мар'єнков М.Г.
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

_____ ДОЦЕНТ, К.Т.Н.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

_____ Бакулін Є.А.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

_____ Коцупал Є.О.
(ПІБ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри будівництва
Яковенко І.А., професор, д.т.н.

— ” _____ 202__ року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Коцупалу Євгену Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва)

Освітня програма магістр
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи

ПРОЕКТУВАННЯ ЗБОРОЧНОГО ЦЕХУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

У М. КРЕМЕНЧУК

затверджена наказом ректора НУБіП України від –22” 12.2023р. №2358 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025.05.05

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

Будівля виробничого корпусу зборочного цеху сільськогосподарської техніки є прямокутник в плані, одноповерхова, з габаритними розмірами в осях 144,0 x 180,0 м з повним несучим каркасом. Відмітка низу несучої конструкції покриття 10,7 м.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Дослідження полягає в проведенні розрахунків на міцність конструктивних елементів каркасу будівлі при дії різних комбінацій навантажень, згідно з вимогами чинних норм діючих на Україні.

Перелік графічного матеріалу (за потреби):

Плани, фасади, перерізи, вузли, технологічна карта на влаштування залізобетонної плити підлоги, генплан, календарний графік, креслення з розрахунків конструкцій

Дата видачі завдання –14” 10.2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Бакулін Є.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
(прізвище та ініціали студента)

Коцупал Є.О.

З М І С Т Р О Б О Т И

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	7
1.1. Особливості об'ємно-планувальних рішень промислових будівель	7
1.2. Прив'язка конструктивних елементів каркасних одноповерхових промислових будівель до координатних осей	13
2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	18
2.1. Дані з проектування	18
2.2. Архітектурно-конструктивні рішення	20
2.3. Технічні характеристики основних конструктивних елементів	24
2.4. Техніко-економічні показники цеху сільськогосподарської техніки	26
3. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	29
3.1. Розрахунок двогілкової залізобетонної колони	29
3.1.1. Вихідні умови	29
3.1.2. Статистичний розрахунок рамника	30
3.1.3. Збір навантажень на раму	31
3.2. Розрахунок залізобетонної сегментної ферми	34
3.2.1. Вихідні умови для розрахунку	34
3.2.2. Визначення розрахункових навантажень	35
3.2.3. Визначення вузлових навантажень	36
3.2.4. Визначення зусиль в стрижнях ферми	37
3.2.5. Розрахунок конструктивних елементів ферми	38
4. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ	43
4.1. Аналіз інженерно-геологічних умов по результатам вишукування	43
4.1.1. Визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів	45
4.1.2. Висновки по результатам геологічних досліджень	47
4.2. Розрахунок окремо стоячого фундаменту стаканого типу	47
4.2.1. Визначення розмірів подошви фундаменту	47
4.2.2. Розрахунок фундаменту по матеріалу	50
4.2.3. Розрахунок поперечного армування підколонника	50
4.2.4. Розрахунок нижньої частини фундаменту	50
4.2.5. Розрахунок робочої арматури	51
4.3. Перевірка фундаменту на його осадку	52
4.3.1. Визначаємо природний тиск на рівні подошви фундаменту	52
4.3.2. Визначення осадок фундаменту	52

5. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА	53
5.1. Область застосування	53
5.2. Конструктивні рішення залізобетонної плити підлоги	53
5.3. Організація і технологія виконання робіт з влаштування підлоги	54
5.4. Потреба в матеріальних ресурсах	58
5.5. Засоби механізації ручної праці	59
5.6. Перелік будівельних машин, механізмів, обладнання, інструментів та інвентаря	61
5.7. Технічні вимоги до виробів та матеріалів	62
5.8. Операційний контроль якості	63
5.9. Приймання завершених робіт по влаштування з/б плити підлоги	65
5.10. Безпека праці при виконанні робіт	66
6. ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	70
6.1. Організація робіт потоковим методом зведення одноповерхових будівель промислового призначення	70
6.2. Організація будівельно-монтажних робіт	72
6.3. Підбір кранів за технічними показниками	73
6.4. Вибір захватних пристроїв для монтажу збірних конструкцій	76
6.5. Технологічні розрахунки виконання будівельно-монтажних робіт	77
6.6. Визначення потреби ТБ і С	79
6.7. Проектування будівельного генерального плану	80
6.8. Вказівки з охорони праці та техніки безпеки	81
7. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	82
8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	86
8.1. Загальні положення	86
8.2. Вимоги до будівельно-монтажних площадок	89
9. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	93
9.1. Постановка задач наукових досліджень	93
9.2. Загальні положення	
9.3. Опис скінченної-елементної моделі каркасу	94
9.4. Фізико-механічні характеристики матеріалів конструкцій	95
9.5. Навантаження, впливи та їх комбінації	96
9.5.1. Опис навантажень	97
9.6. Результати розрахунку	101
9.6.1. Переміщення конструктивних елементів каркасу	101

9.6.2. Максимальні зусилля в конструктивних елементах каркасу	104
9.7. Висновки	106
10. ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	107
ДОДАТОК 1	112
ДОДАТОК 2	115
ДОДАТОК 3	117

З М І С Т

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	11
1.1. Загальні відомості про сендвіч панелі	12
1.2. Основні характеристики сендвіч панелей	14
1.3. Різновиди сендвіч панелей	18
2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	24
2.1. Функціональна характеристика об'єкта проектування	24
2.2. Генеральний план забудови	25
2.3. Об'ємно - просторові рішення складу логістики	27
2.4. Архітектурно-конструктивні рішення складу логістики	29
2.5. Проектні рішення з інженерного забезпечення	31
2.6. Проектні рішення по пожежній безпеці	32
2.7. Проектні рішення з природоохоронного захисту	34
2.8. Техніко-економічні показники логістичного складу	34
3. РОЗРАХУНКОВА-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	35
3.1. Загальні відомості про ПК SCAD Office	35
3.2. Статичний розрахунок сталевго каркасу	36
3.2.1. Вихідні умови до розрахунку	36
3.2.2. Визначення навантажень	38
3.2.3. Результати розрахунків в ПК «SCAD Office»	43
3.3. Розрахунок сталевгої балки перекриття АПК	46
3.3.1. Збір навантажень	46
3.4. Розрахунок найбільш навантаженої колони	48
4. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ	53
4.1. Геологічні умови будівельного майданчику	53
4.2. Розрахунок пальового фундаменту під каркас будівлі	55

4.2.1. Визначення необхідної несучої здатності палі	55
4.2.2. Розрахунок ростверку	59
5. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА	60
5.1. Галузь застосування	60
5.2. Правила транспортування та приймання сендвіч-панелей	60
5.3. Умови зберігання сендвіч панелей	62
5.4. Технологія монтажу стінових сендвіч-панелей	62
5.5. Технічні вимоги допусків і відхилень	69
5.6. Операційний контроль якості	69
5.7. Засоби механізації	70
5.8. Обладнання інструмент, інвентар та пристосування	72
5.9. Вимоги техніки безпеки при монтажі сендвіч-панелей	73
6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТА	75
6.1. Оцінка технологічності зведення об'єкта	75
6.2. Організація технологічної послідовності будівництва	76
6.3. Розрахунок обсягів виконання будівельних робіт	77
6.4. Визначення номенклатури та площ складів, навісів, майданчиків	79
6.5. Визначення номенклатури необхідної кількості ТБіС	82
6.6. Виконання робіт в зимових умовах	83
6.7. Проектні заходи по збереженню навколишнього середовища	84
6.8. Календарний план-графік зведення об'єкта	85
6.9. Проектні заходи з ТБ при монтажі сталевих каркасу	86
7. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	88
ЦІНОУТВОРЕННЯ НА ПРОЕКТНІ РОБОТИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА	88
8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	90
8.1. Вимоги техніки безпеки при монтажі сендвіч-панелей	90
8.1.1. Вимоги пакування сендвіч-панелей	90
8.1.2. Транспортування сендвіч-панелей	91
8.1.3. Розвантаження сендвіч-панелей	92
8.1.4. Зберігання пакетів з сендвіч-панелями	94

8.1.5.	Підготовчі	роботи	до	монтажу	сендвіч-панелями	
95						
8.1.6.	Підрізка	та		монтаж	сендвіч-панелями	
96						

9. ПРОВЕДЕННІ НАУКОВОГО-ДОСЛІДНЯ **98**

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ
СЕНДВІЧ-ПАНЕЛІ

9.1. Особливості теплотехнічного розрахунку	98
9.2. Теплотехнічний розрахунок сендвіч-панелей	101
9.3.	<i>Висновок</i>
108	

10. ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА **109**

ВСТУП

Зростання обсягів будівництва безумовно супроводжуються розвитком

будівельної індустрії та спеціалізацією будівельних організацій.

На даний час сучасна промисловість із виготовлення збірних залізобетонних конструкцій перетворилась в технічно оснащену галузь важкої індустрії, яка забезпечує постачання будівництву понад 25% всіх матеріальних ресурсів. За останні 10 років обсяг виготовлення збірного залізобетону виріс більш ніж в 60 разів. Збірний залізобетон став головним матеріалом в типовому масовому будівництві та основою сучасного індустріального методу домобудування.

В сучасних умовах будинки зводять на основі широкого використання збірних конструкцій і деталей, що випускаються підприємствами будівельної індустрії, комплексної механізації будівельних робіт, організації потокового будівництва.

Індустріалізація будівництва залежить від типового проектування. Врахування конкретних умов являється основою створення типових проектів для регіонів і окремих міст. В індустріальному домобудуванні не потрібно кожен будинок проектувати з 0, розробляти окремі конструктивні елементи, виготовлення типових уніфікованих конструктивних елементів в заводських умовах дає змогу різко прискорювати терміни будівництва з умов дотримання високої якості.

Індустріалізація будівництва – це комплексний механізований процес, зведення об'єктів будівництва із конструкцій і деталей заводського виготовлення типових серій. По рівню індустріалізації та ефективності конструктивного рішення провідне місце займають каркасні будівлі виробничого призначення та панельні житлові будинки. Сутність індустріалізації будівництва полягає в перетворенні будівельного виробництва в механізований поточковий процес збірки і монтажу будівель і споруд з

мають максимальну заводську готовність конструкцій або групи конструкцій - блоків. Найважливішими ознаками індустріалізації будівництва є комплексна механізація і автоматизація будівельно-монтажних робіт, максимальна збірність конструкцій та масовість їх виробництва на заводах збірних залізобетонних виробів, домобудівних комбінатах.

В Україні індустріальні методи будівництва проходять своєрідний етап «переродження». На будівельний ринок вийшли нові типові серії збірних конструктивних елементів, якісно змінивши естетику забудови. Нові технології індустріального будівництва відкрили можливості для гнучких архітектурно-конструктивних рішень, що дозволяє за дуже короткий час переформатовати технологічні лінії з виробництва збірних конструктивних елементів. Тобто, на одній і тій самій лінії можна випускати різні конструктивні елементи більш широкої номенклатури, необхідних розмірів і параметрів.

Тенденції подальшого розвитку збірного залізобетону тісно пов'язані з проблемами екології. Поставлена ціль по охороні і раціональному використанні водних ресурсів і повітряного басейну, земель і мінеральних ресурсів, по широкому використанні в виробництві бетонів різних побічних продуктів і відходів промисловості.

Сучасні технології виготовлення збірного залізобетону та індустріальне домобудування дозволяють виготовляти конструкції швидко, надійно, належної якості з високими експлуатаційними показниками, що надає можливість розв'язувати завдань різної складності, які стоять перед будівельниками.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Особливості об'ємно-планувальних рішень промислових будівель

Основою для розробки архітектурно-будівельної частини проекту промислових будівель є завдання технологів, викладене у вигляді технологічної схеми, в якій наводяться: склад, послідовність, взаємозв'язки

технологічних операцій, напярямки переміщення сировини, матеріалів, напівфабрикатів та готової продукції.

Промислове будівництво орієнтоване на використання уніфікованих об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель на основі типових конструкцій і деталей, рекомендованих каталогами збірних індустриальних виробів. Створена міжгалузева система уніфікації будівельних рішень, оснований на положеннях МКРБ (модульної координації розмірів у будівництві). Об'єктами уніфікації є: типові проекти; типові секції; об'ємнопросторові елементи; типові прогони, планувальні кроки та висотні габарити промислових будівель.

Типізація і уніфікація почали застосовуватися в промисловому будівництві в роки перших п'ятирічок: тоді було запропоновано застосовувати прольоти кратні 3,0 м, а крок колон 6,0 м.

У 1939р на основі розмірів кратним 3,0 м було розроблено типові осередки (секції) одноповерхових будівель і випущено перший альбом типових деталей. Типові секції з кратними модулю розмірами прольотів кроків висот дозволило упорядкувати будівництво та проектування і впроваджувати типові конструктивні елементи. Але типові секції допускали безліч об'ємно-планувальних варіантів для будівель одного й того ж призначення і це стало гальмом для індустриального будівництва.

У 1954р почала впроваджуватися галузева уніфікація об'ємно-планувальних та конструктивних рішень. У 1955р були введені «Основні положення по уніфікації конструкцій промислових будівель», що дозволило розробити габаритні схеми будівель - УГС (Уніфіковані габаритні схеми). Приклад таких схем наведено, рис. 1.1.

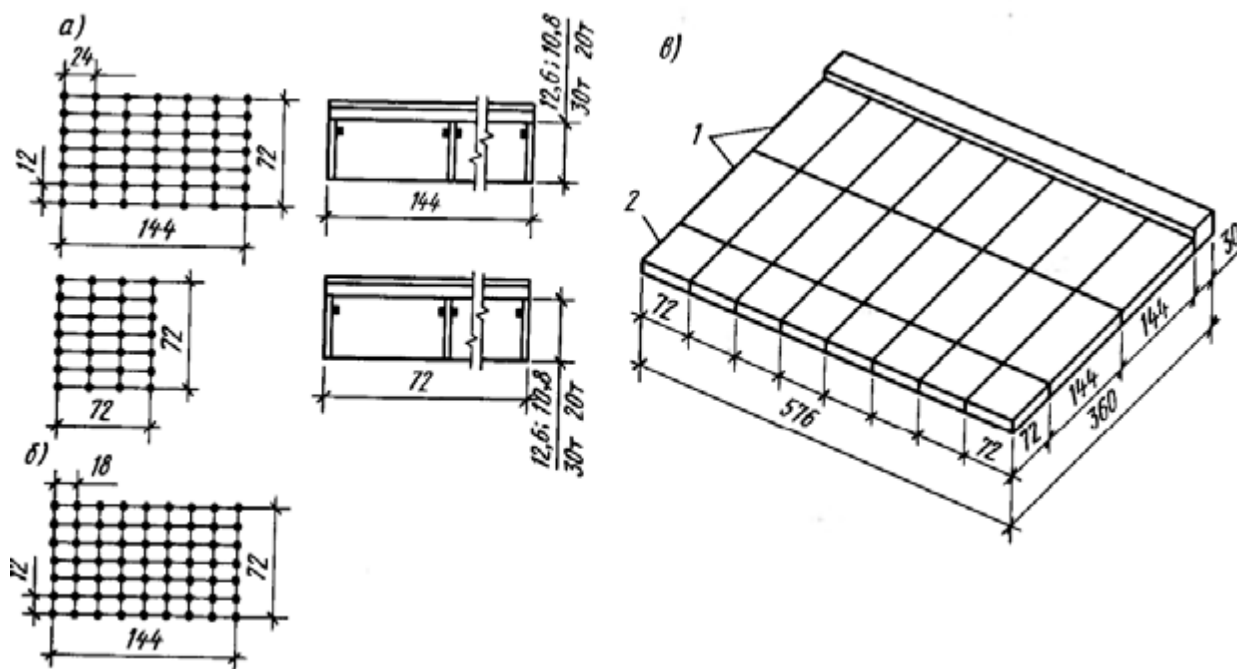


Рис. 1.1. Основні параметри уніфікованих габаритних схем одноповерхових промислових будівель: *а* – при сітці колон 24,0 x 12,0 м; *б* – при сітці колон 18,0 ч 12,0 м; *в* – компоновка будівель з типових блоків: 1 – основні секції; 2 – добірні секції

Для кожної галузі промисловості було передбачено чітко визначене число габаритних схем. Це значно скоротило число типорозмірів конструкцій та деталей і дозволило різко підвищити їх серійність на заводах-виробниках.

В 1957р було випущено перший каталог уніфікованих збірних з/б конструкцій для промислового будівництва. Із впровадженням прогресивних технологічних процесів скороченням строків модернізації технологій та обладнання з'явилася необхідність у міжгалузевій уніфікації.

Після 1961р було обмежено номенклатуру габаритних схем будівель, придатних для виробництва декількох галузей промисловості і було розроблено нову систему уніфікації будівельних параметрів (від 700 типорозмірів скорочено до 75). І у 1962р з'явилися більш гнучкі та багатоманітні форми типового проектування на базі УТС (уніфікація типових секцій) і УТП (уніфікація типових прольотів). Приклад уніфікованої типової секції, наведено, рис. 1.2.

1	Прогін	6	6; 12; 18; 24; 30 і більше
2	Крок колон	6	6; 12; 18
3	Висота від підлоги до низу несучої конструкції покриття: у безкранових прогонах у прогонах з мостовими кранами	0,6 0,6	3; 3,6; 4,2; 4,8 і більше 8,4; 9; 9,6; 10,2 і більше
4	Прив'язка осей підкранових рейок до поздовжніх координатних осей прогону: без проходів у колонах з проходами у колонах	0,25 0,25	0,75 1,0 і більше
5	Прив'язка стін до координатних осей	0,25	0; 0,25; 0,5

З набору уніфікованих об'ємно-просторових елементів збирають уніфіковані типові секції у вигляді температурних або деформаційних блоків будівлі. Неабхідні з технічної точки зору об'ємно-планувальні рішення промислових будівель отримують в результаті блокування уніфікованих типових секцій, забезпечених готовими типовими конструктивними розробками.

В основі масового проектування одноповерхових промислових будівель лежить використання уніфікованих об'ємно-планувальних і конструктивних рішень збірних індустриальних залізобетонних каркасів. Уніфікацію здійснюють на основі методики відкритої системи наскрізної типізації та базують на єдиному підході до правил призначення основних параметрів будівель, розташування сітки координатних осей і суворого дотримання правил прив'язки до них несучих і огорожувальних конструкцій. Основними об'ємно-планувальними параметрами промислової будівлі є (рис. 1.3):

- **прогін** – відстань між розбивочними осями поздовжніх рядів колон або стін;
- **крок** – відстань між розбивочними осями поперечних рядів колон або стін;

- *висота* – відстань від рівня полу до низу несучої конструкції покриття (балки, ферми в одно поверових будівлях від полу до полу – в багато поверових).

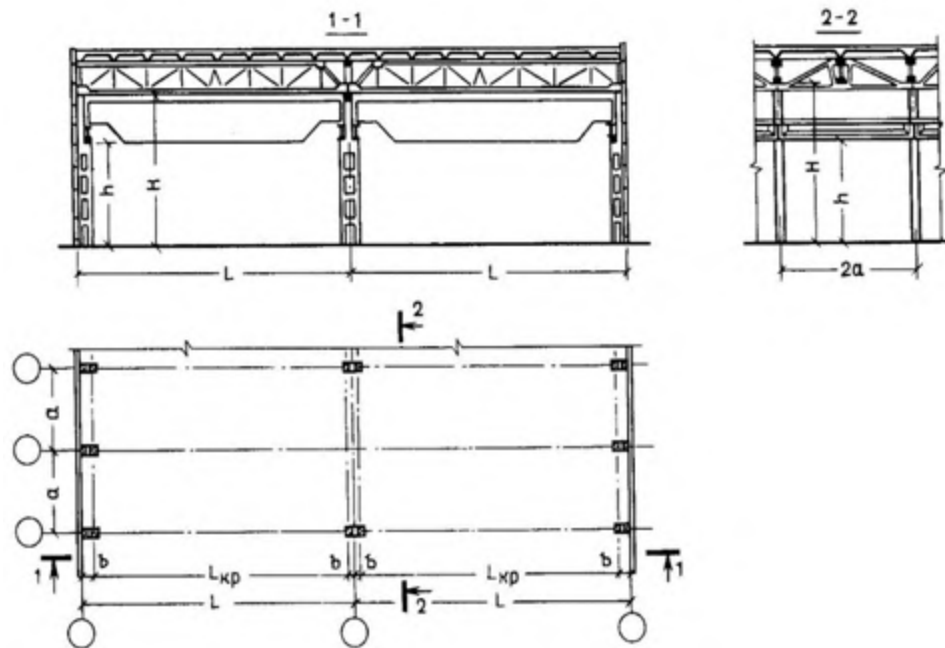


Рис. 1.3. Основні об'ємно-планувальні параметрами промислової будівлі

Розробку плану промислової будівлі починають з викреслювання повздовжніх і поперечних координатних осей, які визначають основні параметри виробничої будівлі - його довжину, ширину, планувальні прогони та кроки колон. Перевіряють необхідність влаштування деформаційних швів і намічають їх розміщення.

Деформаційні шви. В промислових будівлях з великими розмірами в плані або коли вони складаються з декількох об'ємів з різними висотами і навантаженнями на ґрунтові основа, передбачають деформаційні шви, які поділяють на *температурні, осадочні та антисейсмічні*.

Температурні шви запобігають утворенню тріщин у конструктивних елементах будівель у результаті лінійних деформацій, які викликають коливання температури повітря. Повздовжні та поперечні температурні шви поділяють по вертикалі на окремі частини всі наземні конструкції будівель

для забезпечення незалежності їх горизонтальних переміщень. У промислових будівлях масового будівництва відстані між температурними швами призначають залежно від конструктивного рішення будівлі, кліматичних показників району будівництва, які визначають температуру внутрішнього повітря будівлі (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Зовнішній температурі не нижче - 40°C

№ п/п	Конструкції каркаса	Будівлі, опалюються	Будівлі, не опалюються	Відкриті споруди
		Відстань між температурними швами, м		
1	Збірні залізобетонні та змішані	60	40	40
2	Монолітні	50	30	30
3	Збірно-монолітні	40	25	25
4	Металеві	230	200	130

Для залізобетонних конструкцій одноповерхових промислових будівель відстань між температурними швами допускається без розрахунку збільшувати на 20%, а при обґрунтуванні розрахунком і на більшу величину.

при температурі зовнішнього повітря нижче -40°C відстані між температурними швами при металевому каркасі приймають: у будівлях, які опалюються - 60 м; у будівлях, які не опалюються, - 140 м; у відкритих спорудах - 100 м.

Поперечні температурні шви в одноповерхових промислових будівлях влаштовують на парних колонах без вставки, а парні колони спирають на загальний фундамент. Повздовжні температурні шви влаштовують на двох повздовжніх рядах колон із вставкою, ширину якої приймають 500, 750 або 1000 мм, залежно від розмірів прив'язки колон у суміжних прогонах.

Осадочні шви. Передбачають у тих випадках, коли очікуються неоднакові та нерівномірні осідання суміжних частин будівлі. Такі осідання

відбуваються: при різних за величиною та характером навантажень на ґрунтові основи; при значній різниці висот суміжних частин будівлі; на межі різнорідних ґрунтів основ під фундаментами; при наявності прибудов до будівлі. Осадочні шви ділять по вертикалі всі конструкції будівель і допускають самостійне осідання окремих її об'ємів. Осадочні шви забезпечують і горизонтальні переміщення розділених частин будівель, тому їх доцільно суміщати з температурними швами. В цьому випадку їх називають температурно-осадочними. В одноповерхових промислових будівлях їх облаштовують на здвоєних колонах, вставки між координатними осями прогонів, що примикають, приймають із урахуванням прив'язки колон до осей і товщини стіни.

Антисейсмічні шви. Передбачають у будівлях, які будують в сейсмічних регіонах. Такі шви розчленовують будівлі на окремі відсіки, які являють собою стійкі об'єми із самостійними несучими остовами, що забезпечує їх незалежне осідання.

1.2. Прив'язка конструктивних елементів каркасних одноповерхових промислових будівель до координатних осей

Уніфікація промислових будівель передбачає систему прив'язки їх конструктивних елементів до координаційних модульних осей. Прив'язкою називають процес визначення розташування конструктивних елементів, виробів, деталей і вбудованого обладнання в плані або розрізі будівлі по відношенню до розбивних осей. У вузькому значенні прив'язка виражає відстань від модульної координаційної осі до грані або геометричної осі перерізу елементу.

Система модульної координації розмірів в будівництві встановлює певний порядок розташування модульних розбивних осей та прив'язки до них

конструктивних елементів відповідно особливостей конструктивної схеми промислових будівель, зокрема:

1. Зовнішня грань крайніх колон каркасу та внутрішня поверхня зовнішніх стін суміщаються з повздовжньою розбивочною віссю (нульова прив'язка) в будівлях без мостових кранів та в будівлях, обладнаних мостовими кранами вантажопідйомністю до 30,0 т включно, при кроці колон 6,0 м та висоті від підлоги до низу несучих конструкцій покриття не менше 16,2 м.

2. Зовнішня грань колон та внутрішня поверхня зовнішніх стін зміщається з повздовжньої розбивочної осі на 250 мм в будівлях, обладнаних мостовими кранами вантажопідйомністю до 50 т включно, при кроці колон 6,0 м та висоті від підлоги до низу несучих конструкцій покриття не менше 16,2 та 18,0 м, а також при кроці колон 12,0 м і висоті від підлоги до низу несучих конструкцій покриття від 8,4 м до 18,0 м.

3. Колони середніх рядів каркасу, за виключенням колон, що примикають до повздовжнього та поперечного температурним швам, та колон, встановлених у місцях перепиту висот прогинів одного напрямку, слід розташовувати таким чином, щоб осі перерізу над кранової частини колон співпадали з повздовжньою та поперечною розбивочними осями.

4. Геометрична вісь колон основного каркасу, що примикають до торцевих стін, повинна зміщатися з поперечної розбивочної осі всередину будівлі на 500 мм, а внутрішня поверхня торцевих стін – співпадати з поперечною розбивочною віссю (нульова прив'язка). В цьому випадку також передбачається зазор в 30 мм між торцевою стіною та колоною фахверку.

5. Прив'язку поперечних температурних швів слід здійснювати на парних колонах. При цьому ось температурного шва суміщається з поперечною розбивочною віссю, а геометричні осі парних колон зміщуються з розбивочної осі на 500 мм кожна.

Розмір прив'язки - це відстань від координатної осі до грані або геометричної осі поперечного перетину конструктивного елемента. Єдині правила прив'язки конструкцій до координатних осей і уніфікація засобів

стикування забезпечують взаємозамінність конструкцій і виключає або зводить до мінімуму кількість добірних конструктивних елементів.

В каркасних одноповерхових промислових будівлях при розташуванні колон крайніх і середніх рядів, зовнішніх повздовжніх і торцевих стін, колон у місцях температурних і осадочних швів використовують прив'язки:

- "нульову";
- "матеріальні - 250" і "500" мм;
- "центральну".

"Нульовій" прив'язці надають перевагу, тому що, вона виключає використання несучих і добірних огорожувальних елементів у місцях застосування деформаційних швів. "Нульову" прив'язку приймають в будівлях з підвісними і мостовими кранами при кроці колон 6,0 м, якщо висота від підлоги до низу несучих конструкцій не перевищує 14,4 м, а вантажопідйомність кранів – 32,0 т (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Розміри прив'язок конструкцій каркасних промислових будівель до повздовжніх координатних осей

№ п\п	Основний показник	Прив'язка
1	Будівлі із збірним залізобетонним і змішаним каркасом без мостових кранів	"нульова"
2	Будівлі із збірним залізобетонним і змішаним каркасом, з мостовими кранами вантажопідйомністю менше 32 т, $H_k < 14,4$ м	"нульова"
3	Будівлі із збірним залізобетонним і змішаним каркасом з мостовими кранами при вантажопідйомності більше 32,0 т, $H_k > 14,4$ м	"матеріальна" "250"

при "нульовій" прив'язці зовнішні грані колон крайніх повздовжніх рядів суміщають з координатними осями. при цьому внутрішня поверхня повздовжніх зовнішніх стін співпадає з положенням координатної осі, а зазор між внутрішніми гранями колон і стін приймають 30 мм.

При "матеріальній" прив'язці "250" зовнішні грані колон зміщують назовні від координатної осі на 250 мм. Таку прив'язку приймають в будівлях:

- з мостовими кранами вантажопідйомністю більше 32,0 т;
- при висоті прогону більше 14,4 м і кроці колон 6,0 м;
- в будівлях при наявності мостових кранів при кроці колон 12,0 м.

Використання "матеріальної" прив'язки обґрунтовується збільшенням розмірів перерізу колон і підколінників при великих навантаженнях.

Поперечний температурний шов проектують шляхом зміщення геометричних осей колон в обидва боки від однієї координатної осі на 500 мм.

Повздовжній температурний шов проектують на двох координатних осях із вставками між ними 500, 750 і 1000 мм.

Основна задача при проектуванні промислових будівлі із збірних залізобетонних конструктивних елементів полягає в прив'язки колон до уніфікованих координаційних осей.

Конструкція збірних залізобетонних колон залежить від об'ємно-планувального рішення промислової будівлі та наявності в ній того чи іншого виду підйомно-транспортного обладнання визначеної вантажопідйомності.

За місцеположенням в будівлі колони розділяють на крайні, середні та ті, що розміщують у торцевих стін. За конструктивним рішенням – на Одногілкові (прямокутового перерізу та кільцевого перерізу – центрифугувальні) та двогілкові.

Порівняно з колонами прямокутового перерізу центрифугувальні колони кільцевого перерізу при рівній жорсткості, як правило, мають в два рази меншу площину поперечного перерізу. Використання центрифугувальних колон дозволяє знизити витрати бетону (майже в 2 рази) та сталі, що зменшує вартість виробів і трудовитрати на їх виготовлення.

Двогілкові колони можуть бути східчастими, які призначаються для крайніх рядів, та східчасто-консольними для середніх рядів. Двогілкові

колони застосовують при кранах вантажопідйомністю більше 30 тонн та висоті будівлі більше 10,8 м. Отвори між гілками двогілкових колон використовують для пропуску санітарно-технічних та технологічних комунікацій.

Залізбетонні колони одноповерхових промислових будівель розділяють на безонсольні, котрі використовуються в приміщеннях без мостових кранів, та консольні – з консолями для обпирання підкранових балок. Крайні колони мають односторонню консоль, середні колони – двосторонні консолі.

Колона для промислової будівлі з мостовими кранами складається з надкранової та підкранової частин. Надкранова частина служить для обпирання несучої конструкції покриття та називається надколонником. Підкранова частина сприймає навантаження від надколонника, а також від підкранових балок, що обпираються на консолі колон, та передає їх на фундамент.

Величина заглиблення колон у будівлях з підвісним транспортом та без нього складає 0,9 м; для одnogілкових колон прямокутного перерізу в будівлях з мостовими кранами – 1,0 м; для двогілкових колон висотою 10,8 м – 1,05 м, висотою 12,6...18,0 м – 1,35 м; для двогілкових колон при кранах вантажопідйомністю більше 50,0 тон – 1,6 м, а при наявності технічних підвалів та каналів – 3,6...5,6 м.

Для обпирання залізобетонних несучих елементів покриття колони зверху мають закладні деталі у вигляді металевих листів, до яких конструкції покриття. Загальний вигляд колон та їх привязки до розбивочних координаційних осей наведено, рис. 1.4.

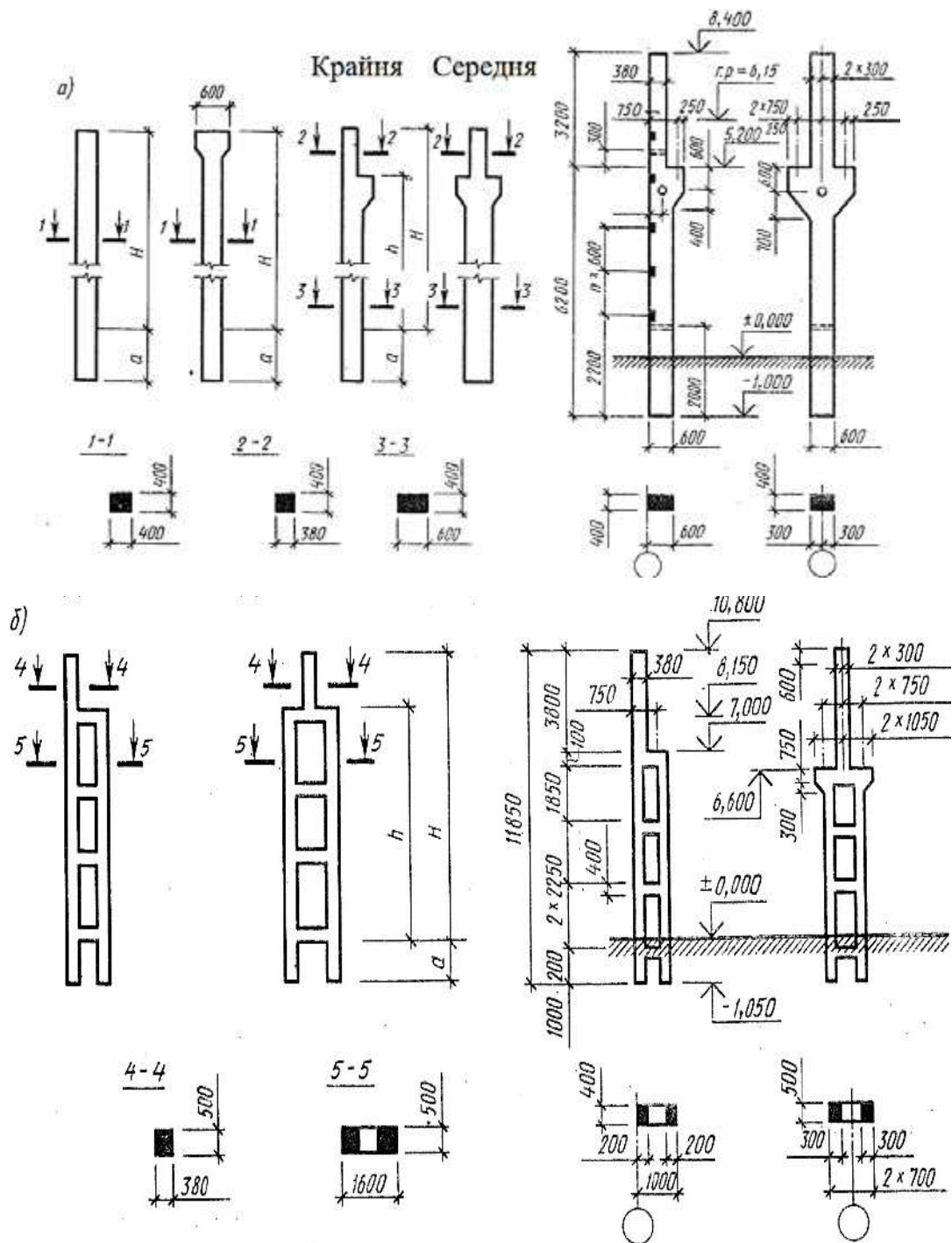


Рис. 1.4. Залізобетонні колони одноповерхових промислових будівель:
 а – одногілкові прямокутного перерізу; б – двогілкові наскрізні

2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Дані з проектування

Проект зборочного цеху сільськогосподарської техніки у м. Кременчук передбачає комплекс споруд що забезпечують завершений цикл випуску готової продукції.

Проект розроблено відповідно природно – кліматичним умовам місця розташування м. Кременчук, згідно діючим нормативним вимогам з проектування, пожежної безпеки, екології та надійної довготривалої експлуатації.

Схема розташування споруд цеху наведено рис. 2.1, їхні параметричні показники табл. 2.1.

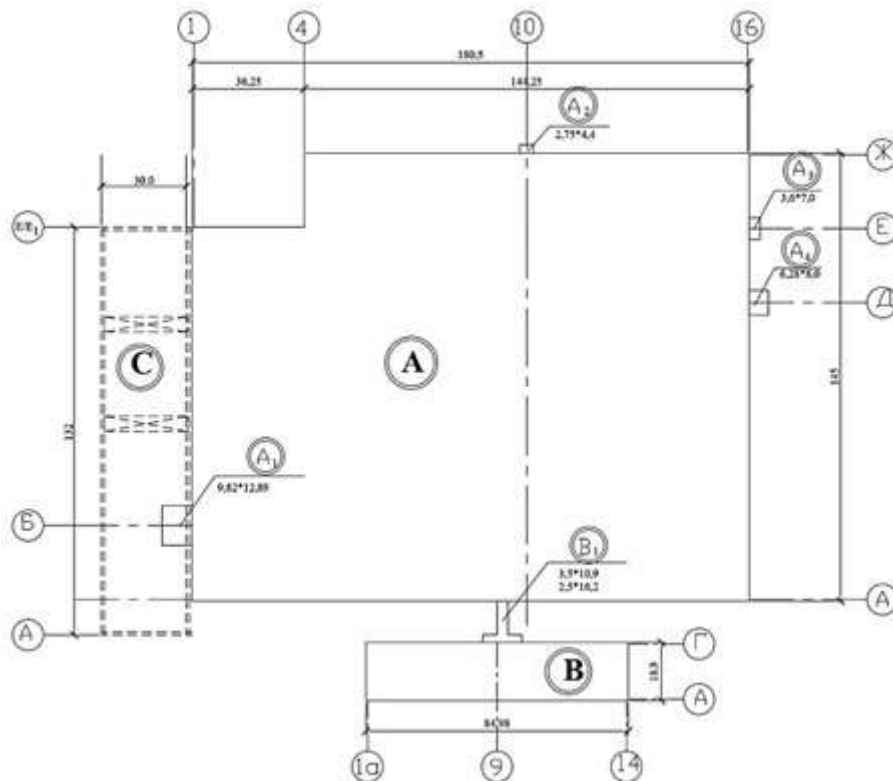


Рис. 2.1. Схема розташування корпусів зборочного цеху сільськогосподарської техніки: «А» - Виробничий корпус; «В» - Адміністративно-побутовий корпус; «С» Кранова естакада

Перелік та параметричні показники проєктованих об'єктів зборочного цеху сільськогосподарської техніки наведено таблиця 2.1.

Таблиця 2.1

Перелік будівель (споруд) корпусу зборочного цеху сільськогосподарської техніки м. Кременчук

№ поз.	Назва будівлі (споруди)	Геометричні параметри будівлі (споруди)			Площа забудови, м ²	Будівельний об'єм, м ³	Примітка
		Ширина, м	Довжина, м	Висота, м			
1	2	3	4	5	6	7	8
A	- Виробнича частина - Цех	126,9 145,0	180,5	16,05	25517,8	40 9561,2	Середня висота з урахуванням світових ліхтарів
A ₁	Відділ механіки, енергетики	9,8	12,9	6,2	126,6	778,4	
A ₂	Пожежні сходи	2,9	4,4	14,7	12,1	177,9	
A ₃	Киснева рампа	3,6	7,0	3,2	25,2	80,6	
A ₄	Фарбозмішувальна	6,3	8,0	3,2	50,2	160,8	
B	Адміністративно-побутовий корпус	18,9	84,9	Надземної частини 10,4	1606,1	22 162,8	
B ₁	Перехідна галерея	3,5	10,9	Надземної частини 3,3	84,8	380,2	
C	Кранова естакада	30,0	132,0	9,7	3960,0	38 412,0	Висота врахована до оголовку рельса
Всього:					31 382,9	47 1603,8	

по межі санітарно-захисної зони, шириною 100,0 м передбачено смугу деревних і чагарникових насадень шириною не менше 30,0 м. Це сприятиме зменшенню впливу господарської діяльності виробничого корпусу зборочного цеху сільськогосподарської техніки на оточуюче природне середовище та збереженню біорізноманіття.

2.2. Архітектурно-конструктивні рішення

Будівля виробничого корпусу зборочного цеху сільськогосподарської техніки є прямокутник в плані, одноповерхова, з габаритними розмірами в осях 144,0 x 180,0 м з повним несучим каркасом. Відмітка низу несучої конструкції покриття 10,7 м.

П'ять прольотів будівлі по осях –А”...”Е” довжиною 180,0 м мають по 16 поперечних рам з планувальним кроком 12,0 м, щостий прольот менший на 36,0 м, розташований в осях –Е”...”Ж”, він починається з температурно - деформаційного шва по осі –4” , розташованого по цифрових осях –4...16.”

Несучі колони каркасу будівлі збірні залізобетонні двохгілкові, по крайнім рядам одно консольні, по середнім рядам – двоконсольні. Прив'язка колон до цифрових осей: в торцях будівлі та по температурному шву – з відступом від осі 500 мм всередину будівлі.

Ширина перерізу колон 600 мм, в підкрановій частині в по крайнім рядам 1300 мм, по середнім рядам 1400 мм. Переріз гілок колон: крайнього ряду 250 мм, середніх рядів 300мм. Переріз середньої колони по лінії консолі – 2000 мм, відмітка головки кранових рельсів 8,4 м. На температурному шві (ось –4”) колони спарені. Прив'язка колон крайніх рядів до повздовжніх осей –А” і –Ж”, а також по осі –Е” в осях –1”...”4” з відступом 250мм, середніх рядів по геометричній осі колон.

По збірним залізобетонним колонам каркасу встановлено два ряди сталевих в'язів. Стальні вязі по крайнім рядам (осі –А”, –Ж”) – хрестові, по середнім рядам колон (осі –Б”...”Е”) – порталні.

Підкранові балки сталеві збірні, зварні, розрізні, прольотом 12,0 м. Висота стінки 1250 мм, товщина 12 мм, полки із листа 210 х 14 мм, з'єднані на електрозварці. По стінкам болки установлені двосторонні поперечні ребра товщиною 6 мм з кроком 1500 мм. Катет кутового шва 10 мм, зварка напівавтоматична (рис. 2.2).

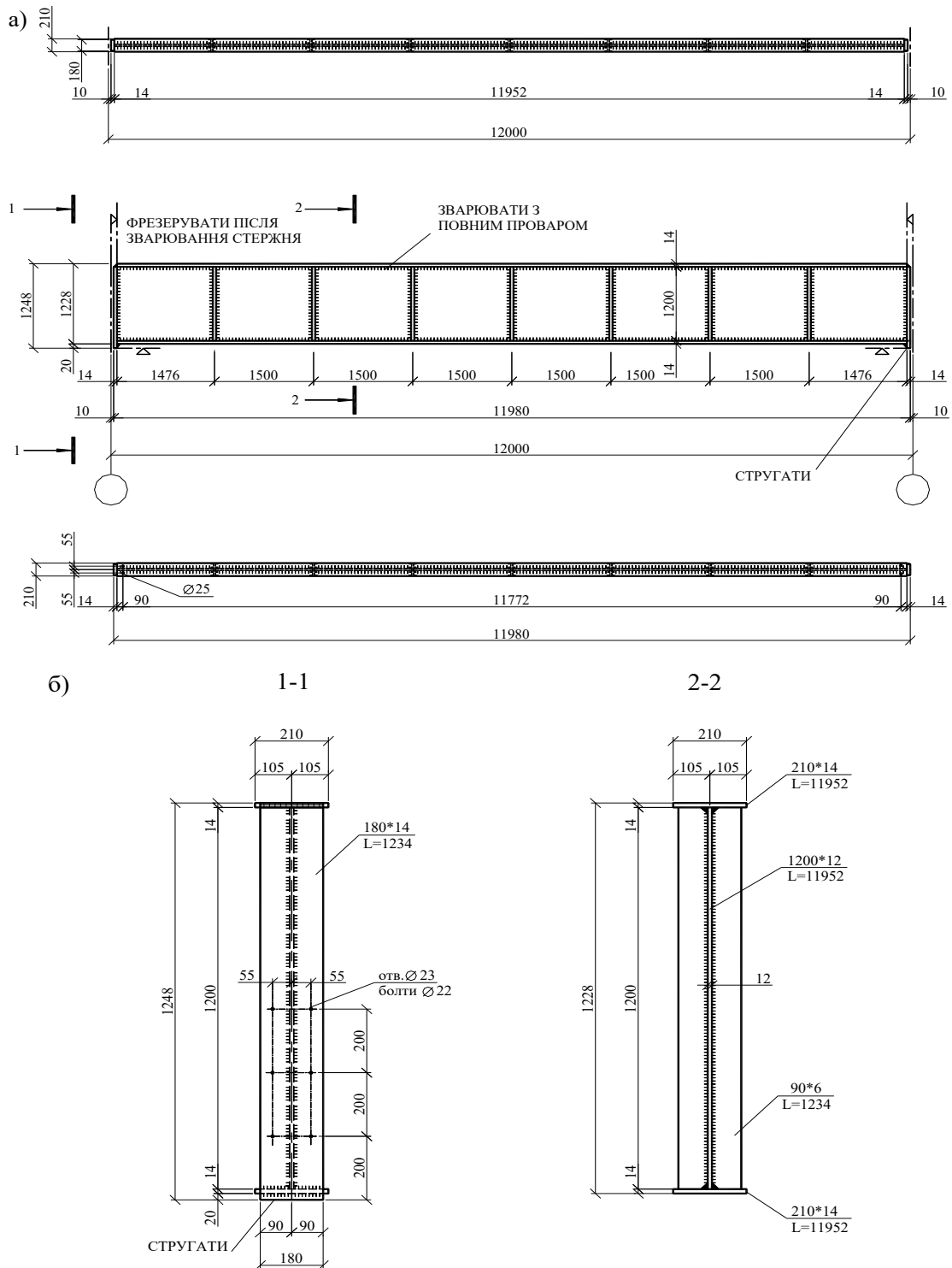


Рис. 2.2. Креслення підкранової балки: а – загальний вид, плани поясів; б – перерізи

Балки підсилені гальмовими фермами з розкісна-стійкою решіткою із рівнополочних кутиків 90 x 8 мм, крок решітки 1500 мм.

Загальна кількість мостових кранів, що працюють у середньому режимі становить 15 одиниць. В антажопідємність кранів від 10,0 – 15,0 тнс (рис. 2.3).

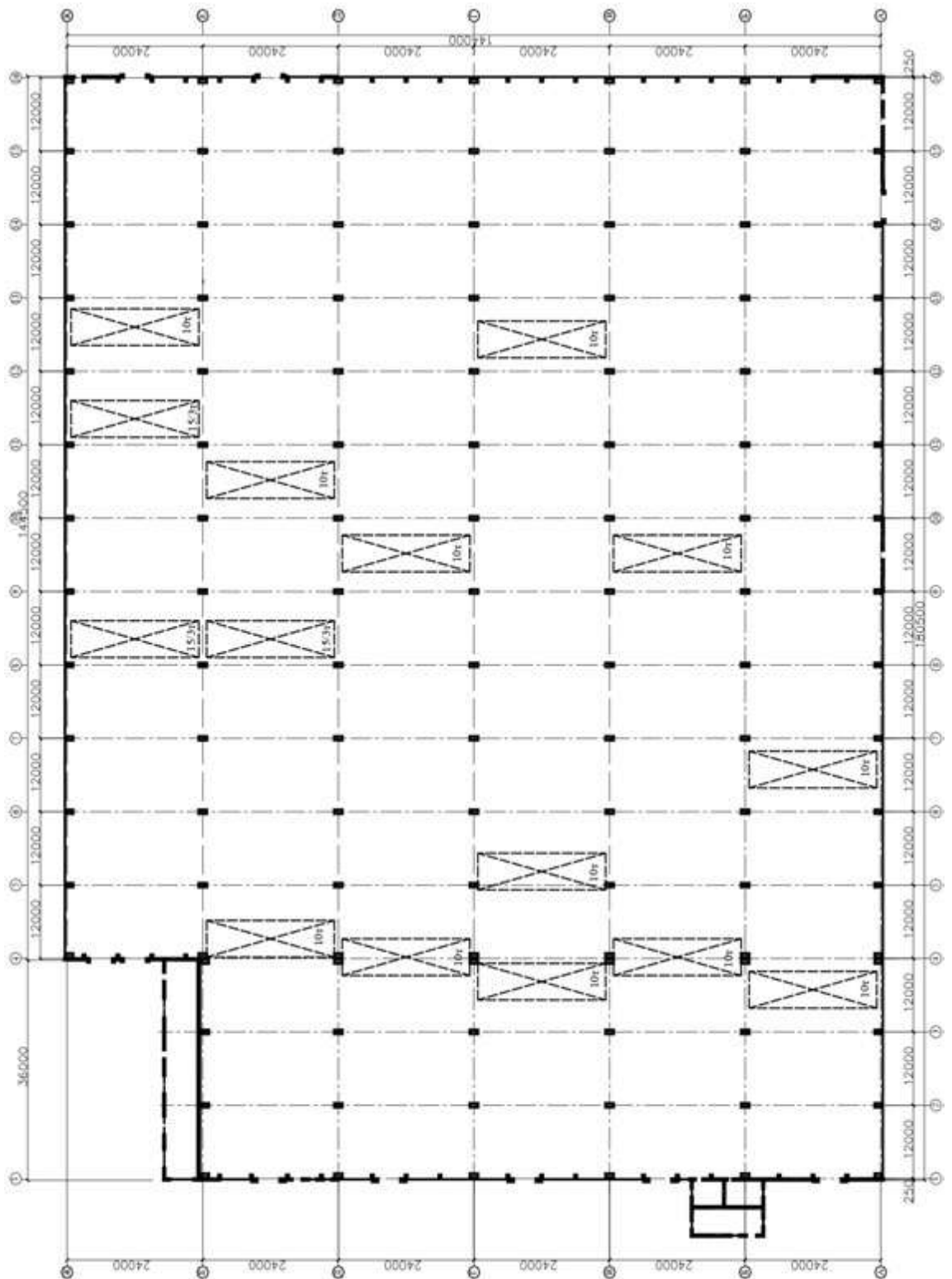


Рис. 2.3. Схема розташування мостових кранів у прольотах будівлі
Кількість та характеристика підйомно - транспортного обладнання
наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

№ п.п.	Місце розташування	Найменування підйомно - транспортного обладнання	Вантажо- підйомність, тон	Кількість	Тип рейок
-----------	-----------------------	---	---------------------------------	-----------	--------------

Підйомно - транспортне обладнання

1	2	3	4	5	6
1	Осі "14"—"15" (малярна ділянка)	Мостовий електричний кран	10,0	2	Кр 70
2	Осі "А"—"Б" (перший прольот)	Мостові електричні крани	10,0	2	Кр 70
3	Осі "Б"—"В" (другий прольот)	Мостові електричні крани	10,0	2	Кр 70
4	Осі "В"—"Г" (третій прольот)	Мостові електричні крани	10,0	2	Кр 70
5	Осі "Г"—"Д" (четвертий прольот)	Мостові крани електричні	10,0	2	Кр 70
6	Осі "Д"—"Е" (п'ятий прольот)	Мостові електричні крани	10,0 15/3	1 1	Кр 70
7	Осі "Е"—"Ж" (шостий прольот)	Мостові електричні крани	10,0 15/3 16/3,2	1 1 1	Кр 70
8	Осі "1"—"2"	Мостові електричні крани	15/3	2	Кр 70
ВСЬОГО в тому числі:				17	
- А. Виробничий цех				15	
- С. Естокада				2	

Підвісні крани вантажопідемністю у 5,0 тис встановлено в малярному відділенні, підвіска кранів вздовж поясів ферм.

Сітка колон регулярна з коміркою 12,0 x 12,0 м.

Конструкція покриття виконана по збірним залізобетонним стропильним фермам із планувальним кроком 12,0 м. Ферми сегментні двох типів по формі опалубки:

- без ліхтаря – 3 ФС 24 -10;
- з навантаженням від ліхтаря – 4ФС.

Панелі покриття – збірні залізобетонні ребристі плити розміром в плані 12,0 x 3,0 м, висотою по ребру 450 мм, з кроком поперечних ребр 1000 мм.

Дах сумісний утеплений з м'яким покриттям двох шарів руберойду на бітумній мастиці. Утеплювач – пінобетон з визрівуючою цементно-піщаною

стяжкою по верху. Водовідведення з даху внутрішнє, воронки та ливне збірники виконані за ТУ.

За технічними умовами основні (відповідальні) конструктивні елементи каркасу будівлі спроектовані на корисні навантаження, що наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Допустимі корисні навантаження на несучі конструкції каркасу будівлі

№ п.п.	Найменування конструкцій	Корисні навантаження
1	2	3
1	Рєбрїстї плити покриття	4,0 кПа
2	Перекриття	2,0 кПа
3	Пїдлога виробничого цеху	6,0 кПа
4	Навантаження на ферму	100,0 кН/м.п.
5	Навантаження на колону вїд двох кранїв	388,0 кН
6	Пїдкранова балка	190,0 кН

**2.3.
Тех
нїчн
ї
хар
акт**

еристики основних конструктивних елементїв

Характеристики основних конструктивних елементїв наведено у табл. 2.4 – 2.5.

Таблиця 2.4

Конструктивнї елементи

№ п.п.	Найменування конструктивного елемента	Характеристика
1	Фундаменти	- залїзобетоннї пїд окремо стоячї колони, стаканого типу, - пїд самонесучї цеглянї стїни - стрїчковї зї збїрних бетонних блокїв.
2	Фундаментнї балки	- збїрнї залїзобетоннї, таврового перетину, довжиною 12,0 м.

3	Колони	- підкранового шляху – залізобетонні двохгілкові,		
№ п.п.	Найменування конструктивних елементів	Одиниця виміру	Кількість	
1	2	3	4	
4	Підкранові балки	- сталеві двотаврового перерізу довжиною	у тому числі:	
1	Перекриття, покриття, а) залізобетонних	12,0 м.	кв.м	27915,0
5	Стіни б) металевих	- панелі керамзитобетонні,	25940,0	
2	Стіни, перегородки, у тому числі:	- окремі ділянки із силікатної цегли.	кв.м	
6	Перегородка а) стін	- панелі керамзитобетонні,	20845,0	
	б) перегородок	- із силікатної цегли.	9405,0	
7	Ферми	- залізобетонні сегментні розкосі.		
8	Покриття	- залізобетонні ребристі плити ПТ12х3.		
9	Сходи	- сталеві.		
10	Покрівля	- утеплювач – пінобетон, цементно-піщана стяжка, руберойд на бітумній мастиці.		
11	Світло- аераційні ліхтарі	- бетонні каркасного типу, - стінки азбестоцементні листи, скління, - залізобетонні плити ПТ12х3.		
12	Діафрагми жорсткості	- вертикальні сталеві, христові, порталні, - горизонтальні сталеві христові.		
13	Віконні прорізи	- глухі сталеві переплети, вітражне скління.		
14	Ворота, двері	- розпашні сталеві, габаритні, під вантажні автомобілі.		
15	Підлога	- залізобетонна.		

Таблиця 2.5

Характеристика окремих конструктивних елементів

3	Колони, в'язі, у тому числі: а) залізобетонних б) сталевих (в'язі)	кв.м	4348,0 3981,0
4	Підкранові балки: а) сталевих	кв.м	6852,0 6852,0
5	Скління, у тому числі: а) віконних прорізів б) світлових ліхтарів	кв.м	7689,0 3023,0 4666,0
6	Розгорнута поверхня а) сталевих ферм покриття б) сталевих зв'язків покриття в) інших сталевих конструкцій г) дверей та воріт	кв.м	1645,0 1950,0 467,0 224,0 1430,0 49,5 49,2 608,0
7	М'яка покрівля	кв.м	30115,0

2.4. Техніко-економічні показники цеху сільськогосподарської техніки

Основні техніко- економічні показники зборочного цеху сільськогосподарської техніки, що проектується у м. кременчук, табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Основні техніко-економічні показники

№ п.п.	Найменування	Одиниця виміру	Показник
1	2	3	4
1	Капітальність будівель		II
2	Клас будівель		II клас
3	Вогнестійкість		II ступінь
4	Основні матеріали будівель		НГ

5	Проектована конструктивна система		каркас
6	Проектована конструктивна схема		рамно - зв'язкова
7	Поверховість в тому числі:		
	- А. Виробнича частина		1-2
	- В. Адміністративно-побутової частини		1-3 (підвал)
8	Площа забудови, всього : в тому числі:	кв.м	31 383,0
	- А. Виробнича частина	кв.м	25732,0
	- В. Адміністративно-побутової частини:	кв.м	1691,0
	- корпус	кв.м	1606,0
	- галерея	кв.м	85,0
	- С. Кранова естакада	кв.м	3960,0
9	Будівельний об'єм, всього:	куб.м	471603,0
	- А. Виробничої частини	куб.м	410748,0
	- В. Адміністративно-побутової частини	куб.м	22443,0
	- С. Кранової естакади	куб.м	38412,0
10	Підйомно-транспортне обладнання: - періодичної дії, мостові крани	шт.	15
11	Категорія виробництва	-	II категорія
12	Вибухопожежна небезпечність	категорія	А,Б,В1-В4;Г.
13	Клас функціональної безпеки:		
	- А. Виробнича частина:		Ф5
	- В. Адміністративно-побутова частина		Ф4

1	2	3	4
	- С. Кранова естакада		Ф5
14	Будівельна система		Індустріальна
15	Ступінь агресивного впливу середовища		немає агресії середовища
16	Водопостачання		централізоване
17	Система каналізації		централізована
18	Система опалення		місцева

			КОТЕЛЬНЯ
19	Система освітлення		комбінована
20	Система повітрообміну		комбінована, примусово- приливна вентиляція

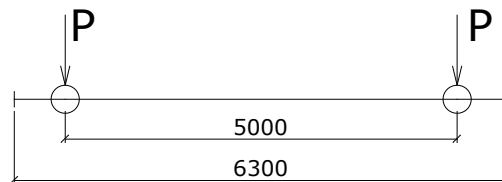
3. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок двогілкової залізобетонної колони

3.1.1. Вихідні умови:

- Втрове навантаження $W_0 = 46 \text{ кгс/м}^2 = 0,46 \text{ кПа} = 0,46 \text{ кН/м}^2$;
- При ожеледиці $W_B = 25 \text{ кгс/м}^2 = 0,25 \text{ кПа} = 0,25 \text{ кН/м}^2$;
- Снегове навантаження $S_0 = 77 \text{ кгс/м}^2 = 0,77 \text{ кПа} = 0,77 \text{ кН/м}^2$.
- Схема платформи крана, рис. 3.1., навантаження від мостового крану табл. 3.1.

3.1.



Висота рельса $h_{релса} = 150 \text{ мм}$.

Рис. 3.1. Схема мостового крана

Таблиця 3.1.

Характеристики мостового крану

Вантажо- підємність	Прогін L_k	Габаритні розміри				Тиск колеса на рельс крану		Маса	
		К	B_k	B_1	H_k	P_{max}	P_{min}	Тележки	Крана
Крюка									
$кН$	$м$	$мм$				$кН$		$т$	

150,0	34,5	5000	6300	260	2400	250	58	8,5	46,5
-------	------	------	------	-----	------	-----	----	-----	------

Конструктивне рішення будівлі:

- 7 прольотів по 24,0 м;
- Планувальний крок 12,0 м;
- мостовий кран в кожному прольоті вантажопідємністю 15,0 т;
- колони залізобетонні двогілкові, жорстко защемлені у фундаменті;
- підкранові сталеві балки $L = 12,0$ м;
- кроквяні залізобетонні ферми прогоном 24 м (шарнірне з'єднання з колонами);
- ребристі плити покриття ПТ 12.30;
- залізобетонні збірні світові ліхтарі $L = 12,0$ м.

Конструктивне рішення типової двогілкової колони:

- бетон важкий клас С20/25;
- теплова обробка в пропарочній камері, $R_b = 11,5$ МПа; $R_{bt} = 0,9$ МПа; $E_b = 27 \cdot 10^3$ МПа;
- робоча арматура класу А400, $d > 10$ мм, $R_s = R_{sc} = 365$ МПа, $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа;
- поперечна арматура класу А240, $R_s = 225$ МПа, $R_{sw} = 175$ МПа, $E_s = 2,1 \cdot 10^5$ МПа.

3.1.2. Статистичний розрахунок рамника

Компоновка рами одного прольоту та розрахунок виконано у ПК «Ліра- Сапр». Компоновка конструктивної схеми будівлі та розміри поперечних перерізів двугілкових колон призначались згідно з розмірами типових конструкцій. Прив'язка крайніх та середніх колон до поздовжніх координаційних осей прийнято згідно з архітектурно-планувальними рішеннями. В якості розрахункової схеми прийнято просторову раму, що

складається з плоских рам, об'єднаних плитами покриття в простор вий блок.
Розрахункова схема рами зображено на рис. 3.2.

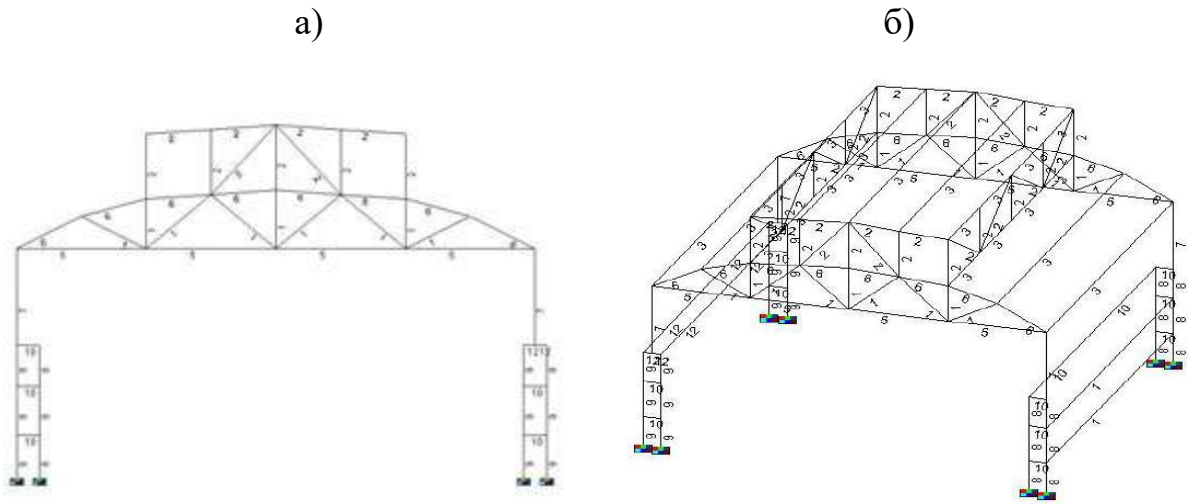


Рис. 3.2. Розрахункова схема рами: а – плоска регулярна схема; б – 3D модель розрахункової схеми

3.1.3. Збір навантажень на раму

Збір навантажень що діють на колони рами виконуємо у табличній формі (табл. 3.2) з подальшими розрахунками.

Таблиця 3.2.

Збір навантажень на покриття на 1 м²

Навантаження	Нормативні навантаження, $\gamma = 1 \text{ кН/м}^2$	$\gamma > 1$	Розрахункові навантаження, $\gamma > 1 \text{ кН/м}^2$
ПОСТІЙНІ:			
- захисний шар покрівлі;	0,18	1,3	0,234
- три шари рулонного покриття на битумі;	0,09	1,3	0,117
- цементно-пісчана стяжка 30 мм ($\rho = 20 \text{ кН/м}^3$);	0,6	1,3	0,78
- утеплювач – 100 мм ($\rho = 1 \text{ кН/м}^3$);	0,05	1,3	0,065
- плита ПТ12.30 з замонолічуванням	2,2	1,3	2,42
ВСЬОГО:	$q_n=3,2$	1,1	$q=3,7$
ТИМЧАСОВІ:			
- снігові навантаження ($s=1,0$)	$s_n=0,77$	1,4	1,08

Додатково постійні навантаження на колону:

- маса ферми $G_{арк} = 400 \text{ кН}$ на колону крайнього ряду;

- маса в'язів $G_{балки} = 50,0 \text{ кН}$, на колону крайнього ряду;

Додатково розрахункові навантаження від покриття:

$$G_{c1} = 0,5 \cdot 3,7 \cdot 12 \cdot 36 + 0,5 \cdot 400 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 1008,2, \text{ кН},$$

на колону крайнього ряду;

$$G_{c2} = 0,5 \cdot 3,7 \cdot 12 \cdot 12 + 0,5 \cdot 50 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 291,15 \text{ кН},$$

на колону крайнього ряду;

Додатково розрахункові навантаження від підкранової балки $114,7 \text{ кН}$ та підкранового рельсу $1,5 \text{ кН/м}$ на колону.

$$G_{cb} = (114,7 + 1,5 \cdot 12) \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 138,7 \text{ кН},$$

на колону крайнього ряду;

Додатково навантаження від стінових панелей ($\delta = 240 \text{ мм}$; $\rho = 14 \text{ кН/м}^3$)

на колону крайнього ряду;

$$G_w = 0,24 \cdot 14 \cdot 12 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 42,14 \text{ кН},$$

на колону крайнього ряду;

Снігові навантаження $S_0 = 770 Па$.

$$P_{S1} = 0,77 \cdot 12 \cdot 0,5 \cdot 36 \cdot 0,95 \cdot 1,4 = 221,2 кН.$$

$$P_{S2} = 0,77 \cdot 12 \cdot 0,5 \cdot 12 \cdot 0,95 \cdot 1,4 = 73,74 кН.$$

Навантаження від роботи кранового обладнання (рис. 3.3). Розрахунковий максимальний тиск на колону визначовся по лініям впливу тиску на колону з коефіцієнтом надійності $\gamma_C = 0,85$, по навантаженню $\gamma_f = 1,1$.

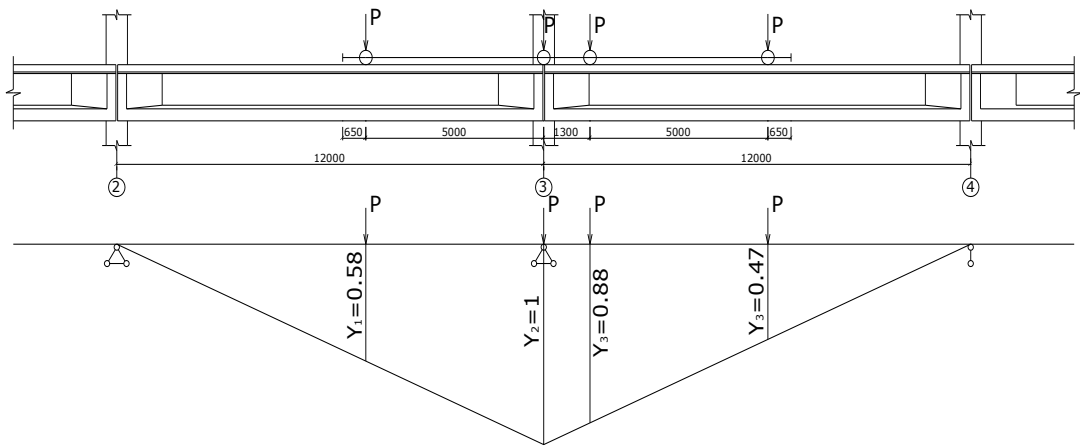


Рис 3.3. Визначення навантаження від найневігіднішого положення крану з вантажем по лініям тиску на колонну

$$D_{\max} = 0,85 \cdot 0,95 \cdot 1,1 \cdot 250 \cdot (0,58 + 1 + 0,88 + 0,47) = 650,65 кН .$$

$$D_{\min} = 0,85 \cdot 0,95 \cdot 1,1 \cdot 58 \cdot (0,58 + 1 + 0,88 + 0,47) = 150,95 кН .$$

Нормативне горизонтальне навантаження на одне колесо крану:

$$T_n = 0,5 \cdot (G_C + G_{CT}) / 20 = 0,5 \cdot (465 + 85) / 20 = 13,75 кН,$$

де $G_C = 465 кН$ - маса крана,

$G_{CT} = 85 кН$ - маса підкранового візка.

Горизонтальне розрахункове гальмівне навантаження крану на колонну по рівню верха підкранової балки:

$$P_{br} = 0,85 \cdot 0,95 \cdot 1,1 \cdot 13,75 \cdot (0,58 + 1 + 0,88 + 0,47) = 35,79 кН.$$

Вітрові навантаження.

Швидкісний натиск вітру на висоті 10,0 м згідно ДБН В.1.2.-2:2006 «Навантаження і впливи» становить $W_0 = 460,0 \text{ Па}$.

Аеродинамічний коефіцієнт з наветряної сторони $c=0,82$, з підвітряної сторони $c = - 0,61$.

Коефіцієнт надійності по навантаженню $\gamma_f = 1,2$.

Вітрове навантаження в межах висоти колони наведені у таблиці. 3.3.

Таблиця 3.3

Вітрове навантаження по висоті колони

Висота будівлі, м	Коефіцієнт збільшення швидкісного натиску вітру
10	1,0
20	1,25
40	1,5

Навантаження від вітру з підвітряної сторони:

Відмітка 10,0 м, $w_1 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 12 = 5,3 \text{ кН/м}^2$;

10,7 м, $w_2 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,8 \cdot 1,02 \cdot 1,2 \cdot 12 = 5,4 \text{ кН/м}^2$;

12,5 м, $w_3 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,8 \cdot 1,06 \cdot 1,2 \cdot 12 = 5,63 \text{ кН/м}^2$;

16,2 м, $w_4 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,8 \cdot 1,16 \cdot 1,2 \cdot 12 = 6,15 \text{ кН/м}^2$;

21,2 м, $w_5 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 12 = 6,78 \text{ кН/м}^2$.

Навантаження від вітру із завітряної сторони:

Відмітка 10,0м, $w_6 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 12 = 3,9 \text{ кН/м}^2$;

16,2 м, $w_7 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,6 \cdot 1,16 \cdot 1,2 \cdot 12 = 4,6 \text{ кН/м}^2$;

21,2 м, $w_8 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 1,28 \cdot 12 = 5,1 \text{ кН/м}^2$.

Навантаження від вітру з підвітряної сторони:

Відмітка 10,0м, $w_1 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 12 = 5,3 \text{ кН/м}^2$;

16,2 м, $w_2 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,8 \cdot 1,16 \cdot 1,2 \cdot 12 = 6,2 \text{ кН/м}^2$;

21,2 м, $w_3 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,8 \cdot 1,28 \cdot 1,2 \cdot 12 = 6,8 \text{ кН/м}^2$.

Навантаження від вітру з завітряної сторони:

Відмітка 10,0 м, $w_4 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 12 = 3,9 \text{ kH/m}^2$;
 10,7 м, $w_5 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,6 \cdot 1,02 \cdot 1,2 \cdot 12 = 4,1 \text{ kH/m}^2$;
 12,5 м, $w_6 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,6 \cdot 1,06 \cdot 1,2 \cdot 12 = 4,2 \text{ kH/m}^2$;
 16,2 м, $w_7 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,6 \cdot 1,16 \cdot 1,2 \cdot 12 = 4,6 \text{ kH/m}^2$;
 21,2 м, $w_8 = W_0 \cdot c \cdot k \cdot \gamma_f \cdot l = 0,46 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 12 = 5,1 \text{ kH/m}^2$.

Розрахункова схема залізобетонної двогілкової колони крайнього ряду представлено на рис. 3.4.

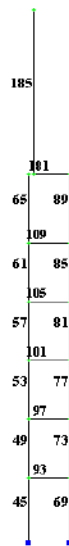


Рис. 3.4. Розрахункова схема двогілкової колони

Таблиця РСЗ для окремих елементів колони представлено в Додатку 1.

Протокол розрахунку колони представлено в Додатку 2.

Конструювання колони по результатам розрахунків див. креслення.

3.2. Розрахунок залізобетонної сегментної ферми

3.2.1. Вихідні умови для розрахунку

Параметри ферми:

- прольот сегментної ферми 24,0 м;
- ферма семерична;
- планувальний крок ферм 12,0 м;
- розміри панелей покриття 12,0 x 3,0 м.

Вибір матеріалів:

- бетон важкий клас С30/35.

- $\gamma_{b2} = 0,9$;
- $R_b = 0,9 \cdot 17 = 15,3 \text{ МПа}$;
- $R_{bt} = 0,9 \cdot 1,2 = 1,08 \text{ МПа}$;
- $R_{b,ser} = 1,8 \text{ МПа}$;
- $E_b = 29000 \text{ МПа}$ (з врахуванням теплової обробки бетону);
- міцність бетону к моменту обтчиснення:
- $R_{bp} = 0,7 \cdot B = 0,7 \cdot 30 = 21,0 \text{ МПа}$.

Робоча попередньо напружена арматура класу А600:

$$- R_s = 510 \text{ МПа}; R_{s,ser} = 590 \text{ МПа}; E_s = 1,9 \cdot 10^5 \text{ МПа};$$

для арматурної сталі класу А600І ($d \geq 10 \text{ мм}$):

$$- R_s = 365 \text{ МПа}; E_s = 2,0 \cdot 10^5 \text{ МПа}.$$

Значення контрольованого напруження арматури при натягу на упори:

$$- \sigma_{sp} = 0,9 R_{s,ser} = 0,9 \cdot 590 = 531 \text{ МПа},$$

Приймаємо 530,0 Мпа, що задовольняє умовам:

$$\sigma_{sp} + p = (530 + 0,05 \cdot 530) = 557 < R_{s,ser} = 590 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{sp} - p = (530 - 0,05 \cdot 530) = 504 > 0,3 R_{s,ser} = 0,3 \cdot 590 = 177 \text{ МПа}.$$

Призначення геометричних розмірів:

- висота ферми в середині прольоту прийнята 2,95 м;
- ширина перерізу поясів (нижній, верхній) 300 мм;
- висота перерізу поясів (нижній, верхній) 300 мм;
- ширина перерізу розкосів 200 мм;
- висота перерізу розкосів 150 мм.

3.2.2. Визначення розрахункових навантажень

Навантаження що діють на ферму збираємо в табличну форму (табл. 3.1).

Таблиця 4.1.

Розрахункові навантаження що діють на ферму

Вид навантаження	Нормативне навантаження, Н/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню γ_f	Розрахункове навантаження Н/м ²

Постійні			
- рулонне покриття (10 шарів)	700	1,3	910
- цементна стяжка, $h=0,03\text{м}; \rho = 2100 \text{ кг/м}^3$	630,00	1,3	820
- утеплювач з пінобетону ($j = 8\text{кН/м}^3; \quad = 120 \text{ мм}$)	960	1,3	1250
- вага залізобетонної плити покриття ПТ12 - 3	1720,00	1,1	1892
- ферми власна вага	258	1,1	284
Всього:	$g^n=4268$		$g=5156$
Тимчасові			
Снігові:			
- короткочасні (повні)	$p_{cd}=700$	1,4	931
- довготривалі (30%)	$p_{ld}=210$	1,4	279
Всього:	$p^n=910$		$p=1210$

3.2.3. Визначення вузлових навантажень

Оскільки кут α ухилу верхнього поясу ферми в опорному вузлі складає $26,5^\circ$ ($\text{tg}\alpha = 1,45/0,9 = 0,5$), що менше $\alpha = 50^\circ$, то приймаємо інтенсивність снігового навантаження, розподілену по всьому прольоту.

Власна вага ферми на 1,0 м довжини становить: $7,42/23,94=0,31$ т.

При дії тимчасового довготривалого та постійного рівномрно розподіленого навантаження буде дорівнювати:

$$F_1 = ql_1 + q_c l_{d1} = 65,3 \cdot 3,113 + 3,41 \cdot 2,9 = 213,2 \text{ кН};$$

$$\text{де } q + p = (q + p)L_1 = (5,16 + 0,28)12 = 65,3 \text{ кН/м};$$

$$L_1 = 12,0\text{м} - \text{планувальний крок ферм};$$

$$q_c = 3,1 \cdot 1,1 = 3,41 \text{ кН/м};$$

$$l_1 = (3242 + 2984)/2 = 3113 \text{ мм};$$

$$l_{d1} = 2900 \text{ мм}.$$

$$F_2 = ql_2 + q_c l_{d2} + G_\phi^1 = 65,3 \cdot 1,5 + 3,41 \cdot (3 + 2,9)/2 + 58,14 = 166,2 \text{ кН};$$

$$\text{Де } l_2 = (2984 + 3010)/2 = 2997 \approx 3000 \text{ мм}; \quad l_{d2} = 3000 \text{ мм}.$$

$$F_3 = G_\phi^7 = 141,28 + 3,41 \cdot 3 = 151,5 \text{ кН}.$$

$$F_4 = G_{\phi}^3 + q_c l_{d2} = 66,28 + 3,41 \cdot 3 = 76,51 \text{ кН.}$$

де G_{ϕ}^i - навантаження від світового ліхтаря.

При дії постійного та тимчасового рівноірно розподіленого навантаження:

$$F_1 = q l_1 + q_c l_{d1} = 76,44 \cdot 3,113 + 3,41 \cdot 2,9 = 247,6 \text{ кН};$$

$$\text{де } q + p = (q + p) L_1 = (5,16 + 1,21) 12 = 76,44 \text{ кН/м};$$

$L_1 = 12 \text{ м}$ – планувальний крок ферм;

$$q_c = 3,1 \cdot 1,1 = 3,41 \text{ кН/м};$$

$$l_1 = (3242 + 2984)/2 = 3113 \text{ мм};$$

$$l_{d1} = 2900 \text{ мм.}$$

$$F_2 = q l_2 + q_c l_{d2} + G_{\phi}^1 = 76,44 \cdot 1,5 + 3,41 \cdot (3 + 2,9)/2 + 75,36 = 200,1 \text{ кН};$$

$$\text{де } l_2 = (2984 + 3010)/2 = 2997 \approx 3000 \text{ мм}; l_{d2} = 3000 \text{ мм},$$

$$F_3 = G_{\phi}^7 = 182,6 + 3,41 \cdot 3 = 192,8 \text{ кН};$$

$$F_4 = G_{\phi}^3 + q_c l_{d2} = 87,02 + 3,41 \cdot 3 = 97,3 \text{ кН},$$

де G_{ϕ}^i - навантаження від світового ліхтаря.

3.2.4. Визначення зусиль в стрижнях ферми

Зусилля в стрижнях ферми, що виникають від дії навантажень визначаємо в ПК «Ліра». Розрахункова схема ферми рис. 3.1. Нумерація

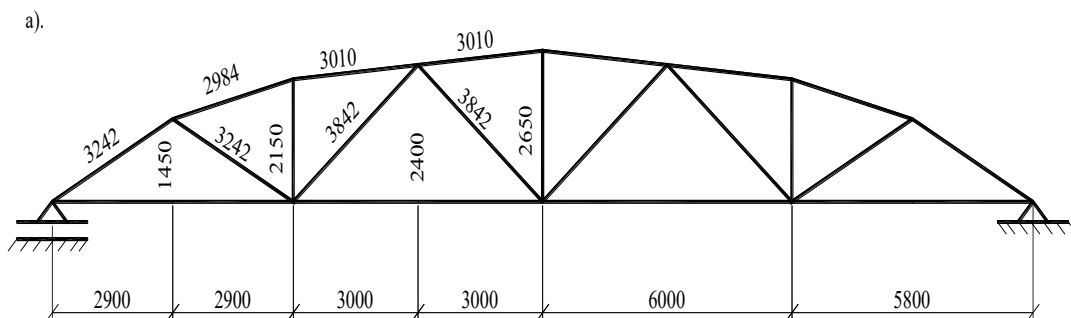
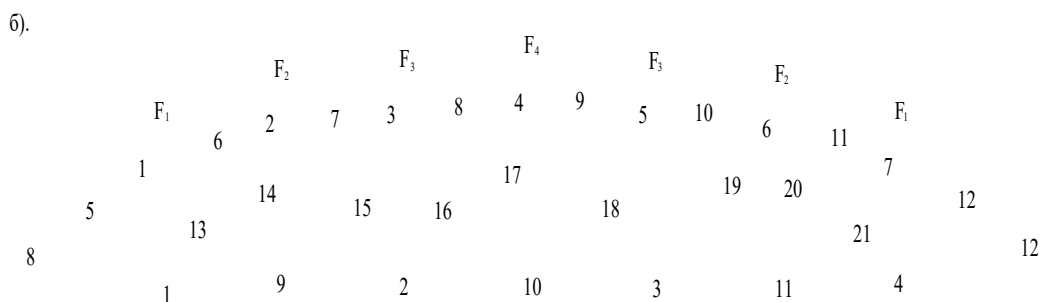


Рис. 3.1. Розрахункова схема ферми



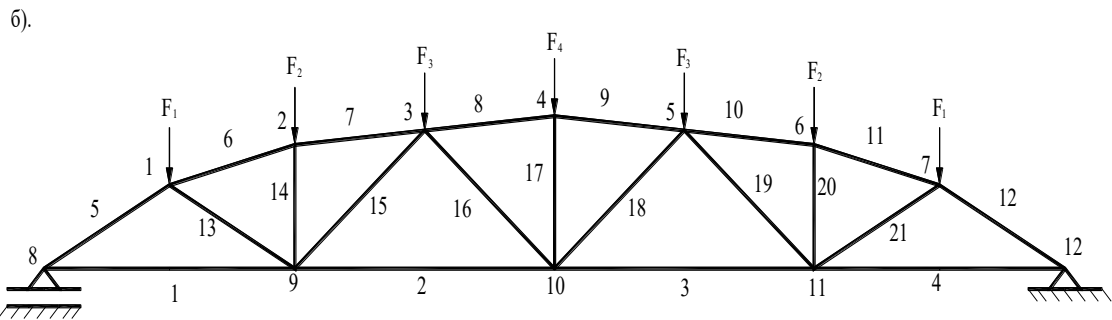


Рис. 3.2. Нумерація стрижнів та завантаження ферми

Результати розрахунку наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Зусилля в стрижнях сегментної ферми від дії навантажень

Елемент	Позначення стрижня	Від постійних та довготривалих навантажень, кН	Повне завантаження, кН
Нижній пояс	8-9	1161	1406
	9-10	1382	1701
	10-11	1382	1701
	11-12	1161	1406
Верхній пояс	8-1	-1298	-1571
	1-2	-1309	-1600
	2-3	-1277	-1561
	3-4	-1300	-1602
	4-5	-1300	-1602
	5-6	-1277	-1561
	6-7	-1309	-1600
	7-12	-1298	-1571
Розкоси	1-9	125	167
	9-3	-140	-187
	3-10	-110	-134
	10-5	-110	-134
	5-11	-140	-187
	11-7	125	167

Стійки	9-2	32	42
	10-4	138	167
	11-6	32	42

3.2.5. Розрахунок конструктивних елементів ферми

Розрахунок нижнього поясу.

Розрахунок на міцність. Максимальне розрахункове зусилля відповідно до табл. 3.2. приймаємо по стржням 9-10 та 10-11, $N = 1701 \cdot 0,95 = 1616 \text{ кН}$.

Необхідна площа перерізу напруженої арматури:

$$A_{sp} = \frac{N}{R_s \gamma_{s6}} = \frac{1616000}{510(100)1,15} = 29,8 \text{ см}^2;$$

Приймаємо 6Ø28A600, $A_{sp} = 36,95 \text{ см}^2$.

Розрахунок верхнього поясу.

Розрахунок на міцність. Максимальне розрахункове зусилля відповідно табл. 3.2. приймаємо по стержням 3-4 та 4-5,

$$N = 1602 \cdot 0,95 = 1522 \text{ кН},$$

$$N_{ld} = 1300 \cdot 0,95 = 1235 \text{ кН}.$$

Пояс розраховуємо на позацентрове стиснення з врахуванням тільки випадкового ексцентриситету $e_a = 1,0 \text{ см}$, що дорівнює $1/30h = 300/30 = 1,0 \text{ см}$, та більше ніж $1/600l = 301/600 = 0,5 \text{ см}$.

Перевіряємо несучу здатність перерізу при $e_0 \leq e_a = 1,0 \text{ см}$.

$$N \leq \eta \phi [R_b A + R_{sc} (A_s + A_s)];$$

$$1522 < 0,905(15,3 \cdot 900 + 365 \cdot 10,18)(100) = 1582500 \text{ Н},$$

умова виконується.

Для визначення $\phi = \phi_b + 2(\phi_r - \phi_b)v$ попередньо задаємось з конструктивних міркувань відсотком армування $\mu = 1\%$ та обчислюємо:

$$A_s + A_s = \mu A = 0,01 \cdot 30 \cdot 30 = 9,0 \text{ см}^2,$$

Приймаємо 4Ø16A400, $A_s = 10,18 \text{ см}^2$;

$$v = \frac{R_{sc}(A_s + A_s)}{R_b \gamma_{b2} A} = \frac{365 \cdot 10,18}{15,3 \cdot 900} = 0,27;$$

Відношення $\frac{N_{ld}}{N} = \frac{1235}{1522} = 0,81$; $\phi_b = 0,9$; $\phi_r = 0,91$; тоді

$$\phi = 0,9 + 2(0,91 - 0,9)0,27 = 0,905;$$

коефіцієнт $\eta = 1$, оскільки $h=30 \text{ см} > 20 \text{ см}$.

Перевіряємо міцність елемента з врахуванням прогину, оскільки $l_0/h=271/30=9$. Визначаємо умовну критичну силу N_{cr}

$$\begin{aligned} N_{cr} &= \frac{6,4E_b}{l_0^2} \left[\frac{I}{\phi_l} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha I_s \right] \\ &= \frac{6,4 \cdot 29000(100)}{271^2} \left[\frac{67500}{1,811} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,212} + 0,1 \right) + 6,9 \cdot 1166 \right] \\ &= 6300 \text{ кН}; \end{aligned}$$

де $I = 30 \cdot 30^3/12 = 67500 \text{ см}^4$; $\phi_l = 1 + \frac{\beta M_{1ld}}{M_1} = 1 + \frac{14820}{18264} = 1,811$; $\beta =$

1 ; $\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 10^5}{29 \cdot 10^3} = 6,9$; $\mu = 1\% = 0,01$;

$$I_s = \mu b_0 (0,5 - a)^2 = 0,01 \cdot 30 \cdot 27 (0,5 \cdot 30 - 3)^2 = 1166 \text{ см}^4;$$

$$M_{1ld} = M_{ld} + N_{ld} (e_0 - a)/2 = 0 + 1235(27 - 3)/2 = 14820 \text{ кН} \cdot \text{см};$$

$$M_1 = M + N(e_0 - a)/2 = 0 + 1522(27 - 3)/2 = 18264 \text{ кН} \cdot \text{см}; \delta_e = l_0/30 = 0,01/0,3 = 0,033;$$

$\delta_{l,min}$ прийmemo $\delta_e = \delta_{l,min} = 0,212$.

$$\text{Коефіцієнт } \eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{1522}{6300}} = 1,32;$$

$$e = e_0 \eta + 0,5 - a = 1 \cdot 1,32 + 0,5 \cdot 30 - 3 = 13,32 \text{ см}.$$

Граничне значення відносної висоти стиснутої зони бетону

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{500} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,728}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,728}{1,1} \right)} = 0,584;$$

де

$$\omega = 0,85 - 0,008 \gamma_{b2} R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 17 = 0,728;$$

$$\sigma_{sR} = R_s = 365 \text{ МПа}.$$

Відносна поздовжня сила:

$$n_1 = \frac{N}{\gamma_{b2} R_b b_0} = \frac{1522000}{0,9 \cdot 17 \cdot 30 \cdot 27(100)} = 1,228 > \xi_R = 0,584;$$

$$m = \frac{Ne}{\gamma_{b2} R_b b_0^2} = \frac{1522000 \cdot 13,32}{0,9 \cdot 17(100)30 \cdot 27^2} = 0,606;$$

$$\delta = \frac{a}{b_0} = \frac{3}{27} = 0,111.$$

При $n_1=1,228 > \xi_R = 0,584$ необхідна площа симетрично розташованої арматури

$$A_S = A_S = \frac{\gamma_{b2} R_b b_0}{R_S} \cdot \frac{m - n_1(1 - 0,5n_1)}{1 - \delta} =$$

$$\frac{0,9 \cdot 17(100)30 \cdot 27}{365(100)} \cdot \frac{0,606 - 1,228(1 - 0,5 \cdot 1,228)}{1 - 0,111} = 2,472 \text{ см}^2.$$

Приймаємо $4\emptyset 14A400$; $A_S + A_S = 6,16 \text{ см}^2$.

Розрахунок елементів решітки ферми.

Розглянемо перші розкоси 1-9 та 11-7, котрі підвернені розтягу максимальним зусиллям $N = 167 \text{ кН}$ ($N_{ld} = 125 \text{ кН}$), а з врахуванням коефіцієнту

$$\gamma_n = 0,95 ;$$

$$N = 167 \cdot 0,95 = 158,7 \text{ кН}; N_{ld} = 125 \cdot 0,95 = 118,8 \text{ кН}.$$

Переріз розкосів $20 \times 15 \text{ см}$.

Необхідна площа робочої арматури за умовою міцності:

$$A_S = \frac{N}{R_S} = \frac{158700}{365(100)} = 4,35 \text{ см}^2;$$

Приймаємо $4\emptyset 12A400$, $A_S = 4,52 \text{ см}^2$.

Відсоток армування:

$$\mu = \frac{A_S}{A} 100\% = \frac{4,52}{15 \cdot 20} = 1,51\% > \mu_{min}$$

Визначимо ширину тривалого розкриття тріщин a_{cr} при дії зусилля від постійних та тривалих навантажень, що враховуються з коефіцієнтом $\gamma_f = 1$:

$$N_{ld}^n = \frac{N_{ld}}{\gamma_{f,m}} = \frac{125}{1,2} = 104,2 \text{ кН};$$

$$\sigma_s = \frac{N_{ld}^n}{A_s} = \frac{104200}{4,52} = 23050 \text{ Н/см}^2 = 230,5 \text{ МПа};$$

$$\begin{aligned} a_{crc} &= \delta \phi_l \eta \frac{\sigma_s}{E_s} 20(3,5 - 100\mu)^3 \sqrt{d} \\ &= 1,2 \cdot 1,38 \cdot 1 \frac{230,5}{2 \cdot 10^5} 20(3,5 - 100 \cdot 0,015)^3 \sqrt{12} = 0,175 \text{ мм} \\ &< [a_{crc2}]_{lim} \end{aligned}$$

де $\phi_l = 1,6 - 15\mu = 1,6 - 15 \cdot 0,015 = 1,38$. Умова виконується.

Стійкі 9-2 та 11-6, для яких значення зусилля відповідно до таблиці 3.2 менше, ніж для крайніх розкосів, армуємо конструктивно $4\emptyset 10A400$, $A_s = 3,14 \text{ см}^2$.

Відсток армування:

$$\mu = \frac{A_s}{A} 100\% = \frac{3,14}{15 \cdot 20} = 1\% > \mu_{min}$$

Несуча здатність $N_c = R_s A_s = 365(100)3,14 = 115 \text{ кН}$.

Зусилля в стойці 10-4 $N = 167 \text{ кН}$ ($N_{ld} = 125 \text{ кН}$), тобто таке як і в крайніх розкосах, тому армування приймаємо $4\emptyset 12A400$, $A_s = 4,52 \text{ см}^2$.

Розраховуємо найбільш зовантажені стиснуті розкоси 9-3 та 5-11,

$$N = 187 = 0,95 \times 187 = 177,7 \text{ кН}.$$

Геометрична довжина розкосів $l = 384 \text{ см}$, розрахункова:

$$l_0 = 0,9l = 0,9 \times 384 = 346 \text{ см}.$$

Розрахунок розкосів ведемо як для позакентрова стиснутих елементів з врахуванням випадкового ексцен триситету:

$e_a = l_0/30 = 346/30 = 11,5 \text{ см}$; $e_a = l_0/600 = 346/600 = 0,58 \text{ см}$ та не менше 1,0 см, приймаємо $e_a = 1,0 \text{ см}$.

Відношення $l_0/h = 346/15 = 23 > 20$, розрахунок виконуємо з врахуванням впливу про гину на значення ексцентриситету поздовжньої сили. Приймаємо симетричне армування перерізу, $A_s = A_s$; $\xi = x/l_0 \approx 1$ та $\eta = 1,0$.

Необхідна площа перерізу арматури:

$$A_s = A_s = \frac{Ne - \gamma_{b2} R_b S_0}{R_{sc}(e_0 - a)} = \frac{177700 \cdot 5,5 - 15,3 \cdot 100 \cdot 2250}{365(100)(12 - 3)} = < 0;$$

де

$$e = e_0 \eta + l/2 - a = 1 \cdot 1 + 15/2 - 3 = 5,5 \text{ см};$$

$$\gamma_{b2} R_b = 0,9 \cdot 17 = 15,3;$$

$$S_0 = 0,5b^2 = 0,5 \cdot 20 \cdot 15^2 = 2250 \text{ см}^3;$$

приймаємо з конструктивних міркувань $4\emptyset 14A400$, $A_{sp} = 6,16 \text{ см}^2$.

$$\mu = \frac{A_s}{A} 100\% = \frac{3,14}{15 \cdot 20} = 1\% > \mu_{min}$$

Розкоси 3-10 та 10-5 армуємо аналогічно з конструктивних міркувань $4\emptyset 10A400$, $A_s = 3,14 \text{ см}^2$.

Конструювання сегментної залізобетонної ферми, див. креслення.

4. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

4.1. Аналіз інженерно-геологічних умов по результатам вишукування

Для визначення геологічних, гідрогеологічних, геоморфологічних умов об'єкта будівництва були проведені інженерно-геологічні дослідження ділянки забудови з метою визначення фізико-механічних характеристик та властивостей ґрунтових прошарків. Інженерногеологічні вишукування виконувались згідно технічного завдання по топографічному плану майданчика забудови і включали в себе:

- розробка свердловин глибиною до 16,0 м по характерним точкам майданчику забудови (рис. 4.1);
- відбір кернів з розроблених свердловин для лабораторних випробувань;
- проведення лабораторних досліджень відібраних зразків (кернів) для визначення їх властивостей та фізикомеханічних характеристик;
- систематизація та обробка даних результатів лабораторних досліджень;
- розробка висновків та рекомендацій стосовно влаштування фундаментів.

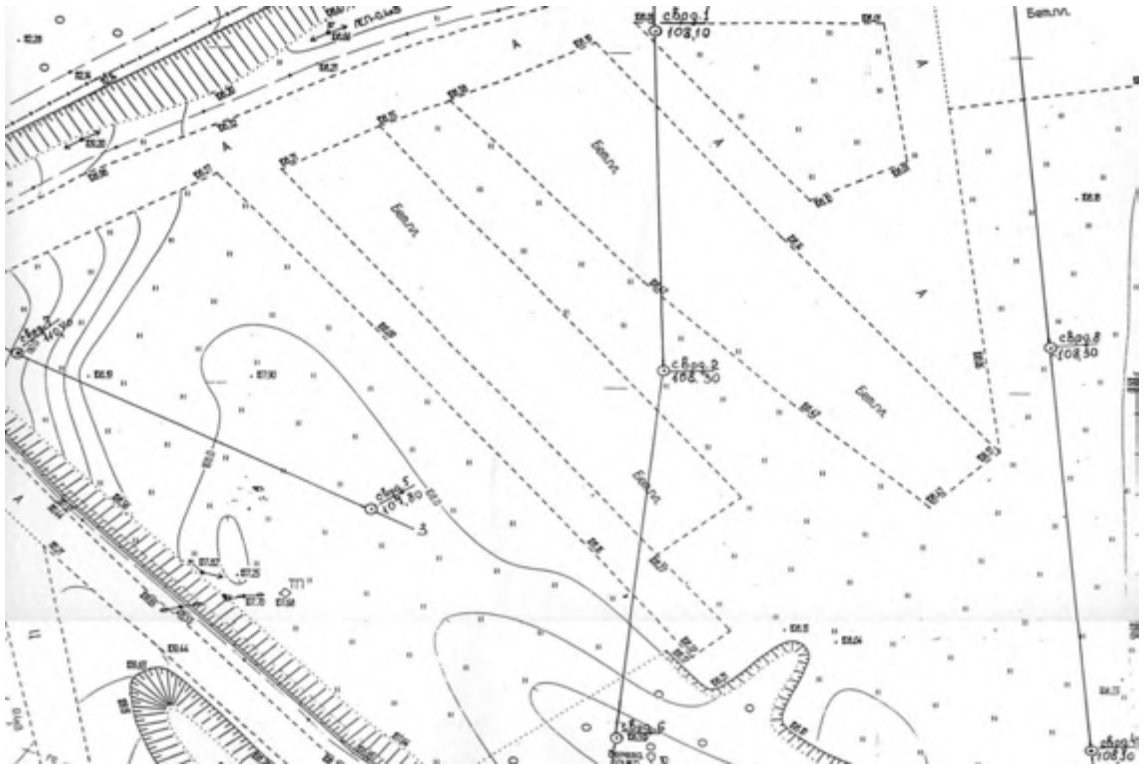


Рис. 4.1. План геологічних виробок (свердловин)

Розробкою свердловин було визначено будову ґрунтових прошарків по інженерно-геологічним елементам (ІГЕ) які класифікувались по групам відповідно ДСТУ Б В.2.1-2 «ґрунти. Класифікація» (рис. 4.2).

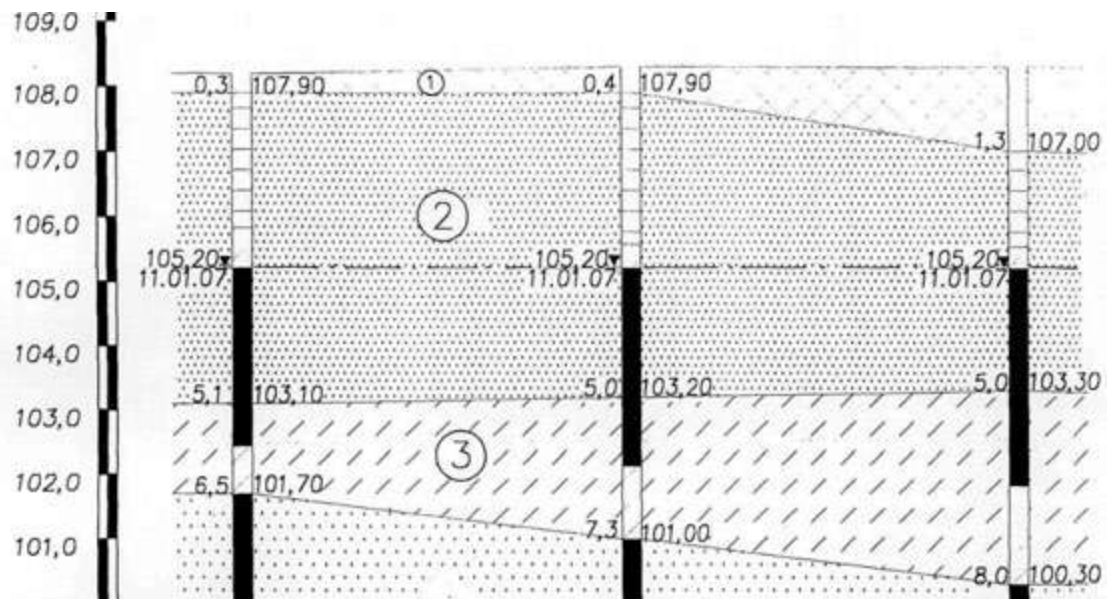


Рис. 4.2. Будова ґрунтових прошарків по результатам розробки свердловин

По результатам буріння свердловин на глибину до 16 м визначено три найбільш характерних інженерно-геологічним елементам (ІГЕ).

ІГЕ-1. Гумусовий, рослинний шар, потужністю від 0,3 до 1,3 м з корінням дерев, чагарників, кущів. Непридатний до використання.

ІГЕ-2. Супісок, напівтвердий, жовтий, місцями жовто-сіруватий, піщанистий, не вологий, потужністю від 5,0 до 5,8 м. Придатний до використання.

ІГЕ-3. Пісок щільний, середньої крупності сірувато-бурий, з прошарками гальки, напівтвердий, туго пластичний, потужністю від 6,5 до 8,0 м. Придатний до використання.

Класифікацію інженерно-геологічної будови ґрунтових прошарків та їхні характеристичні значення по результатам буріння свердловин наведено, табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Характеристика ґрунтів будівельного майданчика

№ ІГЕ	Найменування ґрунту по ДСТУ Б.В 2-1-2-96	Щільність ґрунту ρ , г/см ³	Вологість дод. од.			Потужність ґрунту, м
			Природна вологість W	на границі		
				Пластичність W_p	Плинність W_l	
1	Гумусовий, рослинний шар	До уваги не приймається				0,3 – 1,3
2	Супісок, напівтвердий	1,85	0,20	0,19	0,31	5,0 - 5,8
3	Пісок щільний, середньої крупності	1,89	0,42	0,02	0,21	6,5 - 8,0

Рівень ґрунтової вода виявлено на глибині 7,5 м від поверхні землі.

4.1.1. Визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів

ІГЕ-1. Гумус. Ґрунтово-рослинний ґрунт:

$$\gamma = 1,57 \times 9,81 = 15,4 \text{ кН/м}^3.$$

ІГЕ-2. Супісок, напівтвердий:

$$J_p = W_l - W_p = 0,31 - 0,19 = 0,12;$$

$$J_1 = \frac{W - W_p}{J_p} = \frac{0,12 - 0,13}{0,12} = 0,083$$

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot (1 + w) - 1 = \frac{2,7}{1,85} \cdot [(1 - 0,2) - 1] = 0,75$$

По числу пластичності J_p - ґрунт супісок $0,07 < 0,12 < 0,17$;

По показнику плинності J_l - ґрунт напівтвердий $0 \leq 0,18 < 0,25$;

$$\rho_n = 23^\circ;$$

$$E = 17,0 \text{ мПа.}$$

Розрахунковий опір прошарку супісок напівтвердого:

При значенні e	Значення R_a (кПа $\times 10^2$)	
	$J_l = 0,0$	$J_l = 1,0$
0,7	2,5	1,8
0,75	2,39	1,62
0,1	2,0	1,0

J_l	Значення R_0 (Па $\times 10^2$) при $e = 0,75$
0,0	2,39
0,083	2,34
1,0	1,62

ІГЕ-3. Пісок щільний, середньої крупності:

$$\gamma = \rho_j = 1,89 \cdot 9,81 = 18,54 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

2	Супісок	1,85	2,7	0,2	0,19	0,31	0,12	—	0,75	—	25,0	23,0	17,0	234,0	5,2
3	Пісок	1,89	2,66	0,14	—	—	—	—	0,061	0,62	1,51	36,3	35,0	200,0	8,7

4.1.2. Висновки по результатам геологічних досліджень

Гуртовою основою під фундаменти колон каркасу будівлі стаканого типу можуть служити прошарок ІГЕ-3 – пісок щільний, середньої крупності, з модулем пружності $E = 35,0$ мПа, опором $R_0 = 200,0$ кПа.

4.2. Розрахунок окремо стоячого фундаменту стаканого типу

4.2.1. Визначення розмірів підшви фундаменту

По результатам статичного розрахунку каркасу $N = 403,7$ кН.

$$b_0 = \sqrt{\frac{403.7}{400 - 20 \cdot 6.70}} = 1.2\text{м}$$

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot \left[M_j \cdot k_{\Gamma} \cdot b_{\gamma n} \cdot (M_{g-1}) \cdot d_b \cdot \gamma \cdot \frac{1}{\Pi} + M_c \cdot C_{\Pi} + M_{g\alpha} \cdot \gamma_3 \right]$$

$$\gamma_{c1} = 1.3$$

$$\gamma_{c2} = 1.0$$

$$\frac{L}{H} = \frac{77}{14.7} = 4.89 > 4$$

$$k = 1,1$$

$$\gamma_{\Pi} = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2}{h_1 + h_2} = \frac{15.4 \cdot 5.3 + 18.54 \cdot 1.05}{5.2 + 1.05} = 15.93 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

$$e_{\Pi} = 3,12 \text{ кПа}$$

$$d_b = 2,0 \text{ м}$$

$$R_1 = \frac{13 \cdot 1.0}{1.1} \cdot [1.87 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 18.54 + (8.56 - 1) \cdot 2 \cdot 15.93 + 10.16 \cdot 3.12 + 8.54 \cdot 1.73 \cdot 15.93] = 649$$

$$b_1 = \frac{403.7}{349.4 - 20 \cdot 6.7} = 1.38\text{м}$$

$$d_1 = h_3 + h_{sf} \cdot \gamma \cdot \frac{\gamma_n}{j_{ow}} = 1.6 + 0.1 \cdot \frac{2.4}{18.54} = 1.73 \text{ м}$$

$\gamma_{II} \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2$ $15.4 \cdot 5.3 \cdot 18.54 \cdot 1.05$ 15.93
 $\frac{h_1 + h_2}{3.2 + 1.05}$

Розміри фундаменту приймаю конструктивно:

$$a = \frac{b}{m} = \frac{2.4}{0.8} = 3.00 \text{ м}$$

$$b = 2.4 \text{ м}$$

Попередньо приймаємо:

- висота щаблів 400 мм;
- кількість щаблів 2 шт;
- ширина подклонника відповідно ширини колони 1400 мм.

Перевіряємо умову:

$$P_{\max \min} = \frac{\Sigma \cdot n_{II}}{A} + \frac{E \cdot M_{II}}{W}$$

$$E \cdot n_{II} = n_{II} + G_{\phi II} + G_{гр II}$$

$$G_{\phi E} = V_{\phi} \gamma_{\phi} \quad , \quad G_{гр} = V_{гр} \cdot \gamma_{гр} \quad , \quad \Sigma M_{II} = M_{II} + T_{II} \cdot h_{\phi}$$

$$\Sigma M_{II} = 447.86 + 495.8 \cdot 1.6 = 527.18 \cdot \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

$$V_{\phi} = (3.4 \cdot 2.4 \cdot 0.4 + 2.4 \cdot 1.8 \cdot 0.4 + 1.4 \cdot 1.2 \cdot 0.8) - 0.025 \cdot 0.725 \cdot 0.95 = 6.33 - 0.63 = 5.30 \text{ м}^3$$

$$G_{\phi II} = 10 \cdot 5.7 \cdot 2.4 = 136.95 \text{ кН}$$

$$V_{гр} = \frac{(3.4 \cdot 2.4 \cdot 585)}{2} + \frac{(3.4 \cdot 2.4 \cdot 0.3)}{2} - 6.33 = 23.87 + 0.83 - 6.33 = 18.76 \text{ м}^3$$

$$G_{гр II} = 1.0 \cdot 18.76 \cdot 17 = 318.98 \text{ кН}$$

$$\Sigma \cdot n_{II} = 403.7 + 136.95 + 318.98 = 859.7 \text{ кН}$$

$$P_{(\max \min)} = \frac{859.7}{243.4} \pm \frac{527.18 \cdot 6}{2.4 \cdot 3.42} = 126.95 \pm 114.51 \text{ кПа}$$

$$P_{\max} = 241.46 \text{ кПа};$$

$$P_{\min} = 12.44 \text{ кПа}$$

$$P_{\max} = 241.46 < 349 \text{ kПа}$$

$$P_{\min} = 12.44 \text{ kПа} < 349 \text{ kПа} \cdot 0.2 = 70 \cdot \text{kПа}$$

4.2.2. Розрахунок фундаменту по матеріалу

Попередньо з конструктивних міркувань приймаємо площу фундаменту розмірами:

$$a \times b = 4,5 \times 4,5 \text{ м}$$

$$e_{c1} = \frac{M_1}{N_1} = \frac{527.18}{859.7} = 0.613$$

$$e = e_{01} + \frac{ac}{2} - a = 0.613 + \frac{1.2}{2} - 0.06 = 1.15 \text{ м}$$

$$A_s = \dot{A}_s = \frac{\gamma_w \cdot N_2 - e_b \cdot \gamma_t + S_0}{R_{sz}} = \frac{11.5 \cdot 8597 \cdot 10^3 \cdot 0.95 - 8.5 \cdot 1.1 \cdot 7.0 \cdot 10^5 \cdot (100)}{285 \cdot 128} < 0$$

$$S_0 = 0.5 \cdot (b_c \cdot h_c^2 - ac \cdot b_0 \cdot z_5) = 0.5 \cdot (120 \cdot 134^2 - 65 \cdot 85 \cdot 128) = 7.29 \cdot 10^5 \text{ см}^3$$

З конструктивних міркувань приймаємо площу перетину поздовжніх арматурних стержнів:

$$A_s = \dot{A}_s = 0,001.$$

$$A_b = 0.001 \cdot (140 \cdot 120 - 65 \cdot 85) = 11.27 \text{ см}^2.$$

Повздовжню арматуру підколонника приймаю $\varnothing 18 \text{ A300}$, $A_s = 12,06 \text{ см}^2$
 $12,06 \text{ см}^2 > 11,27 \text{ см}^2$, умова виконується

4.2.3. Розрахунок поперечного армування підколонника

При значенні:

$$A_b = 0.001 \cdot (140 \cdot 120 - 65 \cdot 85) = 11.27 \text{ см}^3$$

$$e_0 = e_{01} = 105 \text{ см} > \frac{he}{2} = \frac{0.8}{2} = 0.4 \text{ м}$$

$$y = 0.35 \text{ м}$$

$$A_{sw} = \frac{0.8 \cdot \left(M + ah^3 - N \cdot \frac{4}{2} \right) \cdot \gamma_n}{R_s \cdot \Sigma \cdot Z_e}$$

$$M = M_{II} \cdot \gamma_f = 527.18 \cdot 1.2$$

$$A_{s8} = \frac{\left(0.823 \cdot M + 49.38 \cdot N \cdot \frac{4}{2}\right) - 8597 \cdot \frac{0.8}{2} \cdot 0.95}{R_s \cdot \Sigma \cdot 285 \cdot 2.55} = 0.00043 \text{ м}^3 = \frac{4 \cdot 3 \text{ м}^3}{4} = 108.3 \text{ мм}^3$$

$$h_3 = h_3 - G = 80 - 5 = 75 \text{ м}$$

$$l_s = 285 \cdot \text{мПА}$$

$$\Sigma_{zC} = 0.05 + 0.2 + 0.35 + 0.65 + 0.80 = 2.55 \text{ м}$$

Приймаємо арматуру $\varnothing 18 \text{ A300}$,

$$A_s = 452 \text{ мм}^2 > 434 \text{ мм}^2$$

4.2.4. Розрахунок нижньої частини фундаменту

$$P_{\max} = 241.46 \text{ кПа}$$

$$P_{\min} = 12.44 \text{ мПа}$$

$$h_0 \geq \frac{-b_2 + a_c}{4} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{N}{R \cdot Rb + \gamma b_2 + \rho_{3z}} + \left(\frac{b_c + a_c}{2}\right)^2}$$

$$\gamma b_2 \cdot Rb_1 = 0.06 \cdot 0.75 = 0.4951 \text{ Па}$$

$$N_1 = N_{II} \cdot \gamma_f = 1.03 \text{ кН}$$

$$N = G_{\max} \cdot (af \cdot bf - a_c \cdot b_c) = 797 \cdot (2.1 \cdot 1.5 - 1.4 \cdot 1.2) = 1171.59 \text{ см}$$

$$h_0 \geq \frac{-1.4 + 1.2}{4} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{103.59}{1 \cdot 495 + 402.23} + \left(\frac{1.4 + 1.2}{2}\right)^2} = 0.18 \text{ м}$$

З конструктивних міркувань приймаємо остаточні розміри підшви фундаменту 4500 x 3600 мм, уступи фундаментну по 300 мм.

4.2.5. Розрахунок робочої арматури

Розрахунок робочої арматури в напрямку довшої сторони.

$$M_{1-1} = \frac{P_{m1} \cdot a^2 \cdot bf}{2} = 207.78 \cdot 1.0^2 - \frac{1.8}{2} = 187.00 \text{ кНм}$$

$$P_{II} = [241.46 - (241.46 - 12.44)] \cdot \frac{1.0}{34} = 174.10 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

					Пісок до УГВ 32.81					
0	0	0	1.0	93.60	47.64	92.57	0.4	33000	0.00147	-6.25
1	0.4	0.33	0.978	31.54	Пісок нижче УГВ					-6.25
2	0.8	0.67	0.869	81.33	51.64	86.44	0.4	33000	0.00136	7.05
					69.65					
2	1.2	1.0	0.769	71.42		76.37	0.4	33000	0.00116	-7.45
3	1.6	1.33	0.676	63.27		67.34	0.4	33000	0.00091	-7.85
4	2.0	1.67	0.527	49.33		56.3	0.4	33000	0.00069	-8.25
5	2.4	2.00	0.414	38.75		44.04	0.4	33000	0.00055	-8.65
6	2.8	2.33	0.328	30.70	75.67	34.72	0.4	33000	0.00043	-9.05
7	3.2	2.67	0.237	27.79	79.67	29.24	0.4	33000	0.00035	-9.45
8	3.6	3.00	0.235	21.99	83.67	24.89	0.4	33000	0.00029	-9.85
9	4	3.33	0.201	18.18	84.68	20.4	0.4	33000	0.00024	-10.25
10	4.4	3.67	0.170	15.91		17.36	0.4	33000	0.00019	-10.65
11	4.8	4.00	0.145	13.57		14.74	0.4	33000	0.0014	-11.05
									$\Sigma \approx 0,08$	

Осідання фундаменту в межах гранично припустимих значень:

$$S_{\Gamma} = 10,0 \text{ см} > S_i = 0,08 \text{ см. Умова виконується.}$$

5. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

5.1. Область застосування

Данна технологічна карта розроблена на комплекс робіт по влаштуванню залізобетонної плити підлоги згідно конструктивного рішення в приміщенні зборочного цеху сільськогосподарської техніки у м. Кременчук.

Роботи виконують дві комплексні бригади в одну зміну з застосуванням наступних засобів механізації ручної праці:

- бетонносос для подачі та нанесення пластичного цементно-піщаного розчину та бетону (один бетононасос на бригаду);
- глибинні вібратори для розподілу по поверхні та ущільнення прошарків розчину та бетону (два глибинних вібратора на бригаду);
- площинний вібратор для вирівнювання поверхні нанесених прошарків розчину та бетону (один площинний вібратор на бригаду).

Технологічна карта розроблена згідно вимог чинних норм:

- ДБН В.1.3-2:2010, «Геодезичні роботи в будівництві»;
- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;

- ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві»;
- ДСТУ Б В.2.7-215:2009. «Бетони. Правила підбору складу»;
- ДСТУ Б.В.2.6–156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону».

Зазначена технологічна карта, за дорученням замовника, розробляється гепідрядною організацією, погоджується і затверджується у встановленому порядку.

5.2. Конструктивні рішення залізобетонної плити підлоги

Залізобетонна плита підлоги виконується з важкого конструкційного бетону класу по міцності С25/30, маркою по морозостійкості F150, маркою по водонепроникності W6, із сульфатостійкого цементу. Конструктивне рішення наведено, рис. 5.1.

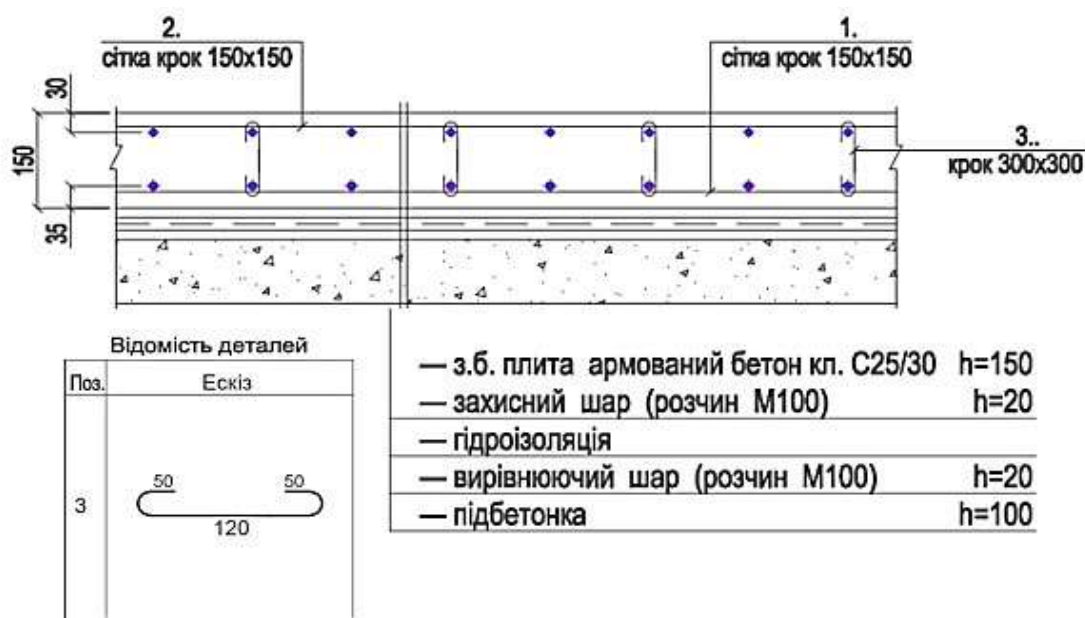


Рис. 5.1. Конструктивне рішення залізобетонної плити підлоги цеху

5.3. Організація і технологія виконання робіт з влаштування підлоги

До комплексу робіт по влаштуванню залізобетонної плити підлоги в приміщенні цеху, включено:

- геодезична розбивка, розмітка деформаційних швів;
- влаштування під батонка на готову сплановану та ущільнену основу;
- нанесення вирівнюючого шару з цементно-піщаного розчину М100;
- укладання двох шарів (повздовжнього і поперекового) шарів рулононої гідроізоляції із гідроізолу;
- нанесення вирівнюючого шару з цементно-піщаного розчину М100;

- розкладання арматурних сіток;
- нанесення пластичної бетонної суміші з ущільненням та вирівнюванням під проектну позначку.

Організаційно-технічні заходи. До початку виконання робіт необхідно виконати організаційно-технічні заходи:

- забезпечити виробництва проектною робочою документацією;
- встановити інвентарні побутові приміщення для матеріалів, інструменту, інвентарю, обігріву робітників, прийому їжі, сушіння та зберігання робочого одягу, санвузли тощо;
- вирішити питання матеріальнотехнічного забезпечення;
- призначити осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт;
- укомплектувати дві бригади робітників, ознайомити їх з проектом, технологією та організацію виконання робіт;
- з робітниками провести інструктаж по техніці безпеки;
- доставити на об'єкт і підготувати до виконання робіт механізми та обладнання;
- забезпечити робітників інструментами, спецодягом та засобами індивідуального захисту;
- забезпечити фронт робіт протипожежним інвентарем та засобами сигналізації;
- забезпечити освітлені в темну пору доби;
- виставити попереджувальні знаки;
- від технічного нагляду замовника отримати дозвіл на виконання робіт.

До початку виконання робіт. Влаштування підлог проводиться після закінчення всіх монтажних робіт і виконується відповідно до проекту конструкції підлоги. До початку влаштування підлог повинні бути закінчені роботи:

- змонтовані закладні вироби;
- виконана прокладка та приймання інженерних комунікацій та технологічних випусків, монтаж та опресовування систем опалення, водопостачання, водовідведення, стічних лотків, трапів тощо;
- засклені світлові прорізи;
- виконані примикання до деформаційних швів, каналів, приямків;
- герметизовано шви між блоками та панелями;
- завершено оштукатурювання, облицювання, фарбування несучих металоконструкцій та технологічних розводок труб;
- змонтовані приховані мережі електрозабезпечення тощо;

Підготовчі роботи. До початку виконання робіт із влаштування підлог необхідно виконати підготовчі роботи:

- перенос геодезичних позначок в приміщення цеху;
- закріплення відміток рівня чистої підлоги;
- геодезична розбивка підлоги (розбивка деформаційно-просідкових швів) відповідно до проекту;
- підготовлена основа (очистка), на якій будуть влаштовуватися підлога;
- виконання обмазочної гідроізоляції нижні частини стін і колон на висоту, товщини підлоги;
- встановлення елементів деформаційно-просідкових швів;

Технологічні процеси виконання комплексу робіт. Роботи з укладання сумішей слід виконувати при температурі повітря не нижче 7°C. Ця температура повинна бути до набуття 50% проектної міцності прошарка. При укладанні бетону в зимових умовах при температурах від -15°C в суміші необхідно вводити добавку нітриту натрію, поташу тощо.

Поставка проектної суміші до місця виконання робіт забезпечується централізовано спеціалізованими транспортними засобами.

Робіт виконують дві комплексні бригади чисельністю по шість чоловік, в одну зміну по захваткам (рис. 5.2).

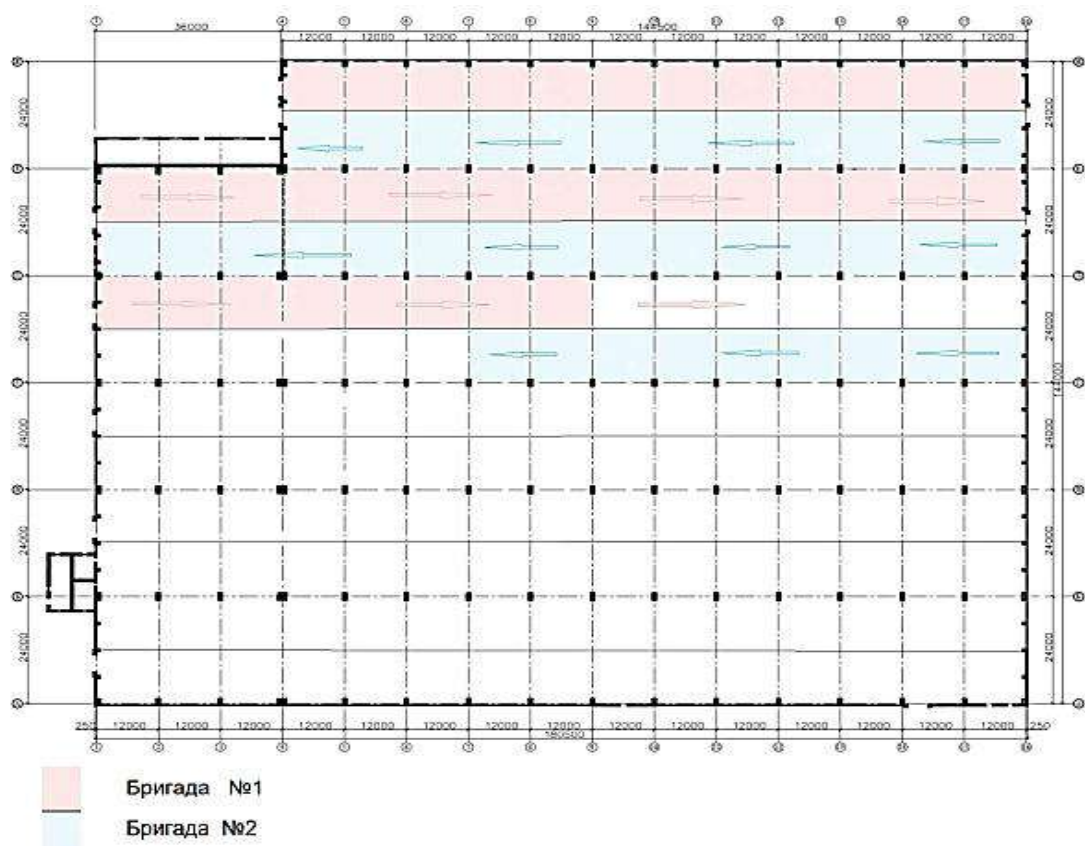


Рис. 5.2. Схема організації роботи двох комплексних бригад по захваткам

Розвантаження з транспортних засобів здійснюється в звичайному порядку з використанням воронки, цебер, бункерів у бетононасос.

Для подачі суміші до місця укладання застосовують бетононасос з подаючим резиновим трубопроводом. Стики трубопроводу бетононасоса повинні бути надійно ущільнені та виключати можливість утворення «пробок». Подачу суміші до місця укладання слід здійснювати з постійною швидкістю, рівномірно, горизонтальними шарами, без розривів з послідовним напрямком укладання в одну сторону. За допомогою гнучкого рукава суміш розподіляють по площі. Висота вільного скидання суміші повинна бути не більше 0,3 м. Укласти суміш необхідно до початку зміни рухливості, величина якої повинна бути в межах 4-5 см по ширині смуги. Роботи виконують по всій довжині ділянки. Нанесення суміші ведуть між маяковими рейками, спочатку в непарні смуги, а потім, після видалення маякових рейок парні смуги. Нова порція суміші повинна бути покладена до початку схоплювання цементу в раніше укладеному шарі. Укладання бетонної суміші виконується методом «на себе», на всю проектну товщину шару покриття (рис. 5.3).

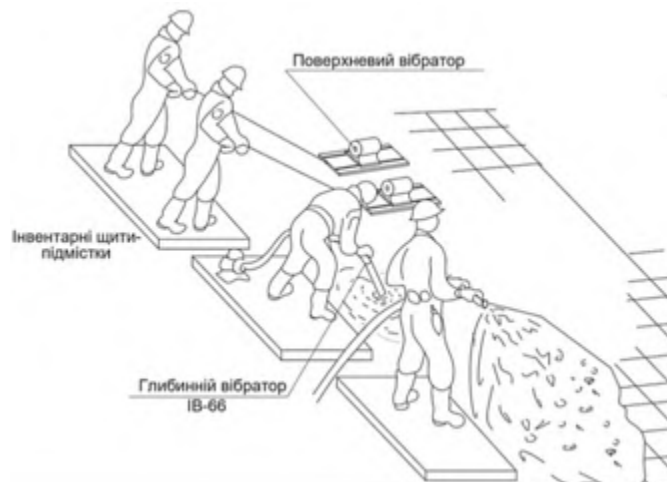


Рис. 5.3. Схема організації укладання бетону методом «на себе»

Суміші на місці укладання повинні відповідати нормативним вимогам за міцністю, рухливістю та однорідністю, а також вимогам проекту та даної технологічної карти за складом. Категорично заброняється доодалувати воду у суміші на місці укладання для збільшення їх рухливості.

Ущільнення покладеної суміші є важливою технологічною операцією. У пухкому, неуцільненому стані розчини та бетон містять багато повітря. Так, в жорстких сумішах його обсяг досягає 40-50%, в пластичних - 10 ... 15%. Розчини та бетонні суміші з меншим вмістом повітря мають більшу міцність, морозостійкість та мінімальну водопроникність.

При укладанні смішив їх ущільнюють з допомогою вібрації. Для цього використовують глибунні та поверхневі вібратори. Розчини та бетон під дією глибинного вібратора осідають до потрібного рівня, після чого поверхню вирівнюють площинним вібратором. Час вібрації встановлюють при відпрацюванні технології виконання робіт з урахуванням параметрів їх рухливості. Основними ознаками достатнього ущільнення суміші є припинення її осідання, виділення бульбашок повітря та поява на поверхні цементного молочка.

5.4. Потреба в матеріальних ресурсах

Перелік основних матеріальних ресурсів необхідних для виконання залізобетонної плити підлоги наведено табл. 5.1 - 5.2.

Таблиця 5.1

Специфікація матеріальних ресурсів для влаштування залізобетонних підлог цеху

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл. шт.	Маса, 1 поз. кг	Прим.
		з. б. плита підлоги			
1.	ДСТУ 3760-98	Ø 12 A500C Lзаг.=124320мп	—	110397	
2.		Ø 10 A500C Lзаг.=124320мп	—	76706	
3..	Відомість	Ø 6 A240C L=270	98660	0.06	5920
		Бетон кл. C25/30	1332	м³	
	підбетонка	Бетон кл. C 7.5/10	888		

Таблиця 5.2

Загальні витрати арматурної сталі

Виріб	Вироби арматурні					Всього
	Арматура класу					
	A240C		A400C			
	ДСТУ 3760-98		ДСТУ 3760-98			
	Ø6	Всього	Ø10	Ø12	Всього	
з. б. плита підлоги	5920	5920	76706	110397	187103	193023

5.5. Засоби механізації ручної праці

Бетононасос АВТ-30. Подача розчину та бетонної суміші здійснюють за допомогою бетононасоса АВТ-30. Загальний вигляд, рис. 5.4, технічні характеристики наведені, таб. 5.3. До бетононасосу приєднуються резинові шланги із соплом розпилювачем. При заповненні бункеру тиск подачі пластичної суміші становить 10,0 мПа, довжина подачі по горизонталі в радіусі 300,0 м.

Перед початком перекачки сумішей по трубопроводу необхідно прогнати мастильну суміш «Екол-ЕксСибір», для зниження налипання розчину і бетону на внутрішні стінки бетоноводів та забезпечення швидкого видалення старих залишків розчину чи бетону при очищенні бетоноводів.



Рис. 5.4. Загальний вигляд бетононасоса АВТ-30

Таблиця 5.3

Технічні характеристики бетононасоса АВТ-30

№ п.п.	Найменування	Кількість
1	Максимальний обсяг подачі	30 м ³ /год
2	Макс. тиск подачі	120 / 76 бар
3	Висота подачі бетону	100 метрів
4	Довжина подачі	до 300 метрів
5	Об'єм бункера	500 л
6	Діаметр циліндра	200 мм
7	Хід поршня	500 мм
8	Вага	1900 кг

Глибинний вібратор ІВ-66. Призначений для ущільнення пластичних сумішей на глибину до 1,0 м. Електродвигун задає обертальний момент, який через гнучкий вал подається на бігунок, що перетворює обертання валу на механічні вібраційні коливання. Такий механічний імпульс утворює рівномірне коло вібрації в усіх напрямках. Пувітря у суміші виштовхуватиметься на поверхню ваками фракціями, в результаті суміш

набуває однорідної структури. Загальний вигляд, рис. 5.5, технічні характеристики наведені, таб. 5.4.



Рис. 5.5. Загальний вигляд глибинного вібратора ІВ-66

Таблиця 5.4

Технічні характеристики глибинного вібратора ІВ-66

Потужність електродвигуна	0,8 кВт
Частота коливань	330 Гц
Напруга	36 В
Маса	37 кг
Габарити:	
довжина	4010 мм
довжина сердечника	395 мм
діаметр сердечника	38 мм

Площинний вібратор ВМ65/10. являє собою асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором, з встановленими на кінцях валу дебалансами. При обертанні валу ротора вібратора, електрична енергія перетворюється в механічну і з допомогою дебалансів створюються коливання. За рахунок регулювання положення дебалансів, регулюється змушуюча сила та амплітуда коливань. Загальний вигляд, рис. 5.6, технічні характеристики наведені, таб. 5.5.



Рис. 5.6. Загальний вигляд площинного вібратора VM65/10

Таблиця 5.5

Технічні характеристики глибинного вібратора ІВ-66

Напруга живлення, В	3 фази 220В/380В
Споживча потужність, кВт	0,72
Примусова сила, кН	10,3
Габарити, мм	355 x 210 x 236
Маса, кг	34,0

5.6. Перелік будівельних машин, механізмів, обладнання, інструментів та інвентаря

Для викопання комплексу робіт з влаштування залізобетонної плити підлоги потрібні машини, механізмах, обладнанні що наведено в таблиці 5.6, які визначались з урахуванням їхніх технічних характеристик та умов роботи двох комплексних бригад.

Таблиця 5.6

Вибір комплектів будівельних машин, механізмів, обладнання, інструментів

№ п/п	Найменування машин, механізмів, обладнання та інструментів	Марка	Одиниця виміру	Кількість
1	Автобетонозмішувач, V = 4,7 куб. м	СБ - 69А	шт	4
2	Автобетононасос, V=30,0 м ³ /Год	АВТ-30	шт.	2
3	Бортовий автомобіль з тралом	Q= 40,0 т	шт.	1
4	Глибинний вібратор W=0,8 кВт	ІВ-66	шт.	4
4	Площинний вібратор W=0,72 кВт	VM65/10	шт.	2

5	Цифровий нівелір «Sokkia»	-	Шт.	1
6	Вежа контрольна 2-х метрова	-	шт.	4
7	Щітка металева ТУ 494-01-04-76	-	шт.	2
8	Лопата підборочна	ЛП-2	шт.	4
9	Гладилка металева	ГБК-1	шт.	2
10	Рівень будівельний, L = 300 мм	УС2-300	шт.	2
11	Рулетка компарована 20,0 м	ЗПК-20	шт.	2
10	Шнур розміточний в корпусі	L=15,0 м	шт.	2

5.7. Технічні вимоги до виробів та матеріалів

Арматурні вироби. У процесі заготовки арматурних стержнів, виготовлення сіток, каркасів і їх установки контролюються:

- якість арматурних стержнів;
- правильність виготовлення та складання сіток та каркасів;
- якість стикових з'єднань арматури, сіток, каркасів;
- якість встановлення арматурних каркасів, сіток, окремих стрижнів змонтованої арматури.

Вимоги до якості арматурних виробів:

- забезпечення вимог ДСТУ 3760:2019 «Арматурні і закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматури і закладних вироби. Загальні технічні умови».

- на елементах арматурних виробів і закладних деталей не повинно бути відшаровування, окалини та іржі;

- заготівлю арматурних стержнів мірної довжини виконувати відповідно до вимог ДСТУ 3760:2019.

- монтаж арматурних виробів з уніфікованих сток заводського виготовлення із забезпеченням фіксації захисного шару.

- установка на арматурних конструкціях пішахідних, транспортних або технологічних пристроїв забораняється.

На всі арматурні роботи необхідно складати акти засвідчення на виконання прихованих робіт.

Контроль якості бетону. Транспортування і падача бетонних сумішей повинні здійснюватися спеціалізованими засобами, що забезпечують збереження заданих властивостей бетоної суміші. При відповідному контролі бетоної суміші на будувельному майданчику у процесі приймання бетоної суміші контролюються:

- максимальна тривалість транспортування суміші не повинна перевищувати 90 хвилин;
- наявність паспорта на бетонну суміш з необхідними показниками;
- провести зовнішній огляд на предмет відсутності ознак розшривання бетоної суміші та наявності необхідної фракції крупного заповнювача;

Контроль міцності бетону без його руйнування здійснюється, ультразвуковим приладам, що дає можливість визначити міцність бетону в цілому при з похибкою $\pm 5\%$.

5.8. Операційний контроль якості

Якість виконання робіт забезпечується строгим дотриманням технологічної послідовності при виконанні взаємозалежних робіт та проведенням постійного технічного контролю за ходом робіт, що визначено картою операційного контролю якості. В процесі виконання робіт з влаштування залізобетонних підлог допускаються відхилення, що наведені в тобл. 5.7.

Таблиця 5.7

Карта операційного контролю якості влаштування залізобетонних підлог

Найменування показників, що контролюються	Допустимі граничні відхилення	Метод контролю	Періодичність контролю	Контроль здійснює
1	2	3	4	5
Влаштування залізобетонного покриття	Висотні відмітки $\pm 50,0$ мм	Інструментальне вимірювання	Готова конструкція	Виконроб, Геодезист

підлоги	Товщина шару ±15,0 мм Ширина шару ±50,0 мм Поперечний ухил ±0,01 Просвіт під рейкою до ± 5,0 мм Перепад швів ±3,0 мм	Нівелір, 3-х метрова рейка		
Нерівності поверхні бетону	не більше +4,0 мм	3-х метрова рейка	-"-	Виконроб
Ухил поверхні покриття	0,2% розміру поверхні 6,0 x 6,0 м	Нівелір	-"-	Геодезист
Товщина покриття	10% від проектної	-"-	-"-	-"-
Різниця відміток по висоті на стику двох суміжних поверхонь	2,0 мм	-"-	Кожний стик	-"-
Опорядження поверхні покриття	Величина просвіту не має перевищувати ±5,0 мм	3-х метрова рейка	Готова конструкці я	Виконроб, Геодезист
Уход за бетоном		Візуально	Не менше двох разів в зміну	Виконроб

Відповідність кожного виду роботи по влаштуванню кожного прошарку підлоги необхідно оформляти актами на приховані роботи.

5.9. Приймання завершених робіт по влаштування з/б плити підлоги

Приймання завершених робіт проводять з метою перевірки відповідності чинним нормативним вимогам, проектним параметрам та оцінки якості виконаних робіт. Приймання підлягають всі елементи підлоги до пристрою верхніх шарів підлоги. Приймання завершеного комплексу робіт здійснюється комісійно з участю представників:

- генпі дрядної організації;
- технічного нагляду замовника;
- авторського нагляду генпроектувальника;
- незалежного технічного нагляду (Гільдія технічного нагляду).

При прийомці комісії повинні бути представлені документи:

- виконавча геодезична схема висотного положення з прив'язкою до базису, виконавча схема складається у вигляді окремого креслення;
- в разі змін або відступу від проектних рішень, документи про узгодження з проектними організаціями;

- журнали виконання робіт;
- акти на приховані роботи;
- акти на контрольні випробування відібраних зразків;
- сертифікати відповідності на випроби та матеріали.

При прийманні елементів підлоги комісії слід перевіряти:

- відповідність проектній товщині, площині, позначці;
- якість використаних матеріалів;
- відповідність підготовки поверхні нижнього прошарку;
- правильність примикання підлоги до інших конструкцій.

Комісійно рівність поверхні підлоги перевіряють:

- 3х метровою алюмінієвою рейкою (допускається просвіт до 2 мм);

- обчисленням алгебраїчних різниць відміток по контрольним точкам, віддалених одна від іншої на відстані 5,0 м (відхилення поверхні підлоги від площини повинно не перевищувати 0,2% довжини або ширини приміщення).

- відхилення товщини елемента підлоги від проектної допускається не більше ніж на 10%.

- контроль структури та міцності бетону проводять по результатам випробувань кернів, які висвердлюють в підлозі (3 шт на 10 тис.м² площі).

- при проведенні випробувань кернів визначають:

- марку по морозостійкості;

- марку по водонепроникності.

5.10. Безпека праці при виконанні робіт

При виконанні робіт по влаштуванню залізобетонної підлоги в приміщеннях керуються чинними нормативними документами:

- ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Відповідальність за виконання заходів з охорони праці, техніки безпеки, промислової санітарії, пожежної та екологічної безпеки покладається на керівників робіт, призначених наказом підрядної організації, що виконує зазначені роботи.

Відповідальна особа здійснює організаційне керівництво будівельними роботами безпосередньо або через бригад ира. Розпорядження і вказівки відповідальної особи є обов'язковими для всіх працюючих на об'єкті які виконують роботи з влаштування залізобетонних підлог.

Адміністрація підрядної організації, що виконує роботи з влаштування залізобетонних підлог повинна забезпечити необхідними засобами індивідуального захисту кожного робітника (спецодягу, спецвзуття тощо). Крім того, забезпечити виконання заходів щодо колективного захисту робітників (огороження, освітлення, захисні і запобіжні пристрої і пристосування тощо), санітарно-побутовими приміщеннями та засобами

механізації згідно затвердженого ПВР відповідно до діючих чинних норм та характеру виконання робіт.

автомобільні дороги і пііішохідні доріжки повинні бути розміщені поза небезпечними зонами виконання робіт.

Побутові, складські приміщення, робочі ділянки, захватки повинні бути укомплектовані первинними засобами пожежогасіння згідно діючих норм.

Виробничі території, ділянки, захватки, робочі місця повинні бути забезпечені необхідними засобами колективного і індивідуального захисту працюючих, первинними засобаами пожежогасіння, а також засобами зв'язку, сигналізації та іншими технічними засобами забезпечення безпечних умов праці відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Будівельний майданчик, захватки, ділянки, робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені відповідно до «Інструкції з проектування електричного освітлення на будівельних майданчиків». Освітленість має бути рівномірною, без сліпучої дії освітлювальних пристроїв на працюючих. Виробництво робіт в неосвітлених місцях не допускається.

До робіт по влаштуванню залізобетонних підлог допускаються особи:

- що досягли 18 років, пройшли спеціальне навчання та ознайомлені зі специфікою робіт із влаштування підлог;

- особи що прослухали вступний інструктаж з охорони праці та пройшли інструктаж з техніки безпеки на робочому місці.

- робітники, що входять до складу бригади з влаштування залізобетонних підлог, повинні до початку робіт пройти інструктаж та ознайомитись з правилами виконання операцій і технікою безпеки по кожній технологічній опереції та виду робіт;

- повторний інструктаж з техніки безпеки проводити для робітників всіх кваліфікацій і спеціальностей не рідше одного разу в три місяці або негайно при зміні технології, умов або характеру робіт. Проведення інструктажу реєструється в спеціальному журналі і наряддопуску.

- при експлуатації обладнання необхідно дотримуватись вимог щодо безпечної роботи, що містяться у відповідних нормативних документах (правилах, інструкціях тощо), а також в технічній документації.

- всі робітники повинні пройти медичний огляд відповідно до порядку, встановленого міністерством охорони здоров'я України.

Відповідальна особа за безпечне ведення робіт з влаштування залізобетонних підлог, зобов'язана:

- ознайомити всіх робітників з проектом та технологічною картою;
- роз'яснити працівникам їх обов'язки та послідовність виконання операцій;
- постійно спостерігати за справним станом засобів механізації;
- допускати до виконання робіт робітників тільки у відповідному спецодязі, спецвзуття з індивідуальними засоби захисту (окуляри, рукавиці тощо).

Бригадир при виконанні робіт з влаштування залізобетонних підлог зобов'язаний:

- до початку зміни перевірити стан засобів техніки безпеки на всіх робочих місцях, при необхідності, усунути виявлені порушення. В разі виявлення порушень які не можуть бути усунені силами бригади чи загрожують виникненню нештатних ситуацій що впливають на здоров'я робітників, бригадир зобов'язаний повідомити про це відповідальному виконавцю робіт і в деякому разі не приступати до роботи;
- постійно, в процесі роботи контролювати правильність виконання технологічної послідовності ведення робіт з дотриманням встановлених вимог з техніки безпеки;
- забезпечувати трудову дисципліну серед членів бригади та дотримання ними правил внутрішнього трудового розпорядку, усувати порушення техніки безпеки членами бригади;
- організувати роботи згідно проекту виконання робіт та технологічної карти;

- не допускати до роботи членів бригади без засобів індивідуального захисту, спецодягу та спецзуття;

- стежити за організацією робочих місць, огорожею небезпечних зон, безпечного виконання робіт;

- не допускати знаходження в небезпечних зонах сторонніх осіб, не допускати до роботи працівників з ознаками захворювання або в нетверезому стані.

До експлуатації допускають тільки справні машини, механізми та обладнання, які мають всі належні прилади та пристрої, що забезпечують їх безпечну роботу, зокрема:

- контрольновимірвальні прилади - КВП (манометри, термометри тощо);

- прилади безпеки (запобіжні клапани обладнання, що працює під тиском, обмежувачі підйому і повороту стріли у вантажопідійомних машин тощо);

- захисні огороження (у відкритих струмоведучих або рухомих частин, що розпилюють гідроізолюючі матеріали форсунок тощо).

По засобам механізації необхідно забезпечити:

- стійке положення та нормальний технічний режим роботи;

- достатній простір для маневрування та огляду.

При одночасній роботі на одній ділянці декількох машин всім працівникам слід користуватися заздалегідь встановленою сигналізацією (звуковою, світловою, знаковою). Значення сигналів повинні знати всі робітники, що працюють на ділянці.

У зоні робіт роботи засобів механізації повинні бути встановлені знаки безпеки.

Операторам засобів механізації забороняється:

- працювати на машинах і механізмах з несправними або знятими огороженнями рухомих частин;

- залишати без нагляду засоби механізації з працюючим двигуном;

- працювати на несправних механізмах;
- усувати несправності під час роботи механізму;
- дапускати сторонніх осіб до роботи з механізмами;
- проводити роботи в зоні дії кранів та кабелів будь-якої напруги.

На машинах не повинно бути сторонніх предметів, а в зоні роботи машин - сторонніх осіб. Засоби механізації повинні бути забезпечені справними ручними пінними вогнегасниками типу ОП-1, ОП-3 або ОП-5.

6. ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

6.1. Організація робіт потоковим методом зведення одноповерхових будівель промислового призначення

Індустріальне будівництво виконується з врахуванням основних вимог його організації:

- концентрація грошових, матеріальних та трудових ресурсів, що забезпечує дотримання норм тривалості будівництва;
- висока організаційно-технічна підготовка до будівництва;
- поточність, ритмічність та тривалість на протязі року будівельного виробництва;
- здійснення будівництва підрядним способом, в т.ч. в максимальному ступені організаціями, що спеціалізуються за галузями будівництва та видам робіт;
- точність монтажу збірних конструкцій, що встановлені ДБН;
- забезпечення високої якості будівельних та монтажних робіт.

Проектні та підрядні будівельно монтажні організації повинні використовувати уніфіковані конструкції та деталі заводського виготовлення.

Потоковий метод будівництва є прогресивною та ефективною формою організації будівництва. Це такий метод при якому бригади робітників постійного складу, мають відповідний набір інструментів та машин, виконують одні й ті ж роботи, що максимально поєднані у часі на різних захватках та планомірно випускають готову будівельну продукцію.

Для утворення будівельного потоку необхідно:

- розділити складний виробничий процес по будівництву об'єкту на відповідні процеси;
- розділити працю між виконавцями та закріпити за ними ці процеси;
- створити виробничий ритм (тобто розділити весь фронт робіт на захватки та встановити на них однакову тривалість виконання кожного процесу);
- призначити черговість робіт на захватках так, щоб було максимально сумішено виконання різних процесів у часі та просторі (тобто створити так звану технологічну ув'язку виконання окремих процесів між собою).

Виконання окремих видів робіт повинно виконуватися на основі науково-обумовлених технологічних провиль та карт, що передбачають раціональну організацію їх виконання.

Визначними факторами в будівництві є фактори технологічного прогресу, що здійснює позитивний вплив на техніко-економічні показники будівництва та ведуть до росту продуктивності праці, тобто до зниження трудовитрат на одиницю будівельної продукції.

Поточний метод організації будівництва ґрунтується на принципах неперервності будівельного виробництва, що виражається в рівномірному використанні матеріальнотехнічних ресурсів та, рівномірному випуску готової продукції. В результаті використання поточного метода виробництва робіт найбільш поєднуються в часу та просторі будівельно-монтажні роботи, підвищується майстерність та трудовіддача робітників, забезпечуються високі та стійкі темпи будівництва.

Особливості потокового будівництва є розбивка об'єкту на захватки, а комплексу будівельних та монтажних робіт – на цикли.

На кожній захватці цикли робіт виконуються в визначеному порядку один за одним, що дозволяє максимально сумістити роботи у часі, виконуючи їх у темпі, що передбачений графіком виробництва будівельномонтажних робіт.

додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами, податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені законодавством і не враховані складовими вартості будівництва, податок на додану вартість. При розрахунках за виконані будівельні роботи за контрактами, фінансування яких здійснюється за рахунок коштів міжнародних фінансових установ за міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, застосовуються первинні облікові документи «Звіт про виконання робіт за контрактом на об'єкті будівництва за період (місяць/рік)», «Підсумковий звіт про вартість виконаних робіт за контрактом на об'єкті будівництва за період», «Акт здавання-приймання виконаних будівельних робіт. У разі застосування твердої договірної ціни за укрупненими показниками вартості при визначенні вартості виконаних обсягів робіт і проведенні взаєморозрахунків за виконані роботи.

8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ВИМОГИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБІТ З МОНТАЖУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

8.1. Загальні положення

Під час монтажу будівельних конструкцій, крім погодженого і затвердженого у встановленому порядку ПВР, необхідно виконувати вимоги "Техніка безпеки будівництві", ДНАОП 0.00-1.03-93 "Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів", інших діючих державних і відомчих нормативних актів та документів.

Під час монтажу будівельних конструкцій основними шкідливими виробничими факторами слід вважати:

- машини і механізми, що рухаються і працюють, включаючи вантажопідіймальні;
- переміщення при підйомі і установці в проектне положення конструктивних елементів будівельних конструкцій, а також укрупнених блоків будинків і споруд;

- втрату стійкості монтуємих чи змонтованих будівельних майданчиків;
- розташування робочого місця на висоті від поверхні землі, підлоги, міжповерхових перекриттів і робочих чи монтажних площадок;
- недостатню освітленість робочої зони;
- дію вітру на вантажопіймальні крани, а також на окремо змонтовані будівельні конструкції чи частини будинків і споруд;
- фізичні перевантаження при перенесенні вантажів вручну;
- підвищену чи знижену температуру повітря робочої зони;
- небезпечну і шкідливу дію на людей електричного струму, електричної дуги, електромагнітного випромінювання і статичної електрики;
- вплив підвищеного рівня ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювань при виконанні електрозв'язувальних робіт, а також іонізуючих випромінювань при контролі якості зварених швів;
- токсичний і дратівний вплив на дихальні шляхи газів і аерозолів, що утворюються при зварювальних роботах;
- токсичний і дратівний вплив лакофарбових матеріалів, а також пари від них на дихальні шляхи людини при виконанні антикорозійних робіт;
- використання порохового монтажного інструмента.

Попередження чи зниження впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів повинно забезпечуватися при:

- пересуванні і роботі машин, механізмів і літальних апаратів - шляхом позначення знаками безпеки небезпечних зон, інженерної підготовки шляхів їх переміщення, а також дотримання правил безпечної їх експлуатації;
- переміщенні конструктивних елементів будівельних конструкцій, а також при втраті стійкості монтуємих чи змонтованих будівельних конструкцій - шляхом дотримання технології виконання робіт, а також прийняття в необхідних випадках інженерно-технічних рішень, що забезпечують несучу здатність цих конструктивних елементів;
- розташуванні робочого місця на висоті від поверхні землі, підлоги, міжповерхових перекриттів і робочих чи монтажних площадок - шляхом

прийняття відповідних інженерно-технічних рішень, використання прогресивних засобів підмащування: автомобільних гідравлічних підйомників (АГП), телескопічних підйомників, колісок, навішених на гак вантажопідіймальних кранів, і т.д., а також застосуванням страхувальних пристроїв і пристосувань;

- недостатній освітленості робочої зони - забезпеченням освітленості площадок складування, будмайданчиків, монтажних площадок і робочих місць за спеціально розробленим проектом "Норми освітлення будівельних майданчиків";

- дії вітру на вантажопідіймальні механізми, а також на окремо змонтовані будівельні конструкції і(ферми, колони і ін.), частини будинків і споруд - шляхом прийняття відповідних інженерно-технічних рішень на підставі перевірочних розрахунків на вітрові навантаження: для вантажів, що піднімаються кранами. Навантаження «вітрове» і для окремо змонтованих конструкцій, частин будинків, з урахуванням вітрової пульсаційної складової;

- фізичних перевантаженнях шляхом максимальної механізації ручної праці і дотримання допустимих нарм навантажень при підйомі і переміщенні одиночних вантажів вручну, які не повинні перевищувати для жінок 10 кг при сумісництві з іншою роботою і 7 кг постійно на протязі робочої зміни; для чоловіків - максимум 50 кг;

- підвищеній чи зниженій температурі повітря робочої зони - використанням спецодягу, а також дотриманням тривалості робочого дня і перерв у роботі відповідно до діючих нормативних документів;

- дії електричного струму (у всіх його проявах) на організм людини, дотриманням "Електробезпека. Загальні вимоги", ПУЕ, ПТЕ і ПТБ.

Організаційні заходи щодо забезпечення безпеки виконання робіт повинні включати:

- визначення робіт, що виконуються за нарядами-допусками.

- спільні заходи підрядчиків і замовника по виконанню робіт на території діючого підприємства чи поблизу даючих споруд, комунікацій і установок, а також на території житлової забудови.

- спільні заходи генпідрядника і субпідрядника по забезпеченню безпеки при суміщенні робіт, що повинні містити:

- графік сумісних робіт;

- графік використання вантажопідіймальних механізмів, з якими працюють генпідрядні і субпідрядні організації;

- чіткий поділ відповідальності кожної організації за забезпечення заходів техніки безпеки в частині установки огорожень, знаків безпеки, пристрою проходів, освітлення, забезпечення засобами зв'язку і т.п.

У заходах також повинна бути визначена особа, що несе відповідальність за забезпечення охорони праці в цілому при суміщенні робіт.

До заходів, що побічно позитивно впливають на охорону праці, можна віднести проведення внутрішньої експертизи проектно-кошторисної документації (ПКД) на предмет наявності в ній рішень по:

- технологічності монтажу конструкцій;

- забезпеченню міцності, стійкості і просторовій незмінюваності окремих елементів (колон, ферм і т.д.) при транспортуванні і монтажі;

- необхідності проведення при виготовленні загальної чи контрольної зборки металевих конструкцій чи споруд окремих їх частин;

- включенню до складу робочої документації робочих креслень на спеціальні допоміжні спорудження, пристосування і пристрої, необхідні при підйомі, насуві, зборці, пересуванні і надбудові будинків; будівництві їх в особливо складних умовах і у випадку реконструкції і ремонту діючих підприємств, будинків і споруд.

У разі потреби підрядчик розробляє і передає заводам-виготовлювачам ПКД із погодженими з проектною організацією додатковими технічними вимогами (ДТВ) на виготовлення конструкцій з урахуванням вищевказаних

вимог, включаючи оснащення відправних конструкцій і елементів пристроями для стропувань, навішення засобів підмащування і зборки з'єднань. ДТВ є невідомою частиною проектно-кошторисної документації.

9. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ЗБІРНОГО БАГАТОПРОЛЬОТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО КАРКАСУ БУДІВЛІ

9.1. Постановка задач наукових досліджень:

Об'єкт дослідження – збірний багатопрольотний залізобетонний каркас промислової будівлі.

Предмет дослідження – напружено-деформований стан багатопрольотного каркасу промислової будівлі.

Мета досліджен – проведення розрахунків на міцність конструктивних елементів каркасу будівлі при дії різних комбінацій навантажень, згідно з вимогами чинних норм діючих на Україні.

Методи дослідження – аналіз інформаційних джерел, наукової, технічної та нормативної літератури, моделювання та чисельні методи досліджень.

Резул т ати роботи – визначення можливості оптимізації конструктивного рішення збірного багатопрольотного залізобетонного каркасу промислової будівлі.

При проведенні досліджень дула використана інтегрована система аналізу конструкцій Structure CAD (SCAD) for Windows, орієнтована на вирішення широкого класу задач і аналіз поведінки конструкцій при різних навантаженнях і впливах.

9.2. Загальні положення

Найважливішим етапом рішення задач поставлених задач є складання розрахункової схеми конструкції каркасе. Заміна початкоавих конструкції

сукупністю дискретних елементів, що має на увазі рівність енергій конструкції і її дискретної моделі. Будівельні конструкції каркасу будівлі є багатопробіжні просторові рами, що складається зі збірних залізобетонних конструкцій.

Для виконання розрахунків конструкцій на міцність була розроблена модель з використанням чисельного методу досліджень – методу скінченних елементів яка була реалізована в програмному комплексі (ПК) Structure CAD –SCAD” (версія 7.31 під WINDOWS версія 10).

Сучасна інженерна практика спирається на норми проектування, в яких, регламентовано використання спрощених розрахункових моделей об'єктів на основі гіпотез будівельної механіки стрижневих систем.

9.3. Опис скінченної-елементної моделі каркасу

При побудові розрахункової моделі було прийнято, що усі конструктивні елементи каркасу складаються з матеріалу, що ідеалізується, зі збереженням головних фізико-механичних характеристик і властивостей.

Для забезпечення просторової стійкості будівлі, плити покриття і підкранові балки моделювалися фермовими елементами (КЄ типу 4).

Багатопробіжна, просторова рама моделювалася елементами просторового стрижня (КЄ типу 10). Розрахунок зроблений без урахування роботи основи. Для колон прийнято жорстке защемлення на рівні низу сталевого фундаменту. Загальний вигляд скінченоелементної моделі приведено на рис. 9.1.

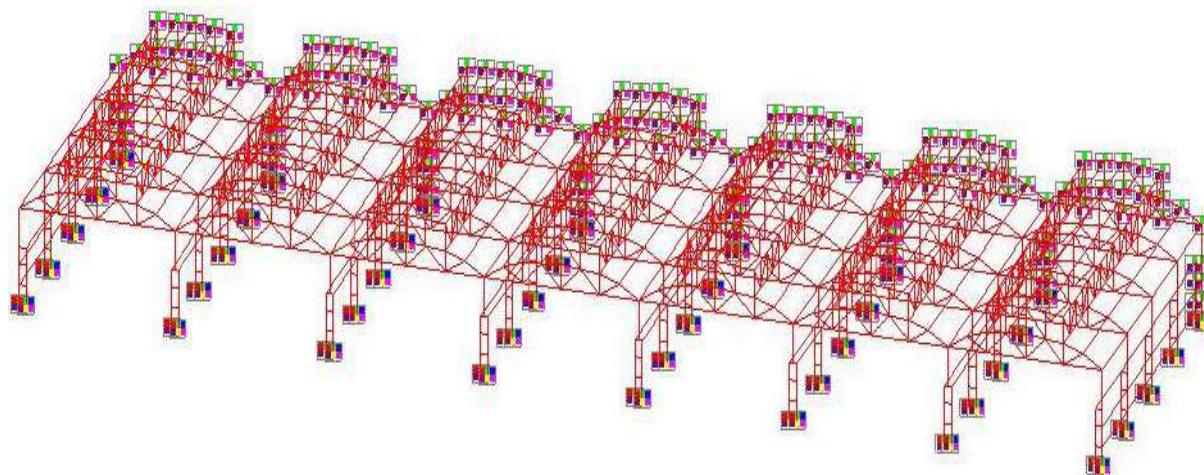


Рис. 9.1. Загальний вигляд скінченоелементної моделі багатопрогонного каркасу будівлі

На рис. 9.2 та 9.3 приведено фрагмент загальної скінчено-елементної моделі з нумерацією типів жорсткості конструктивних елементів рамників каркасу будівлі.

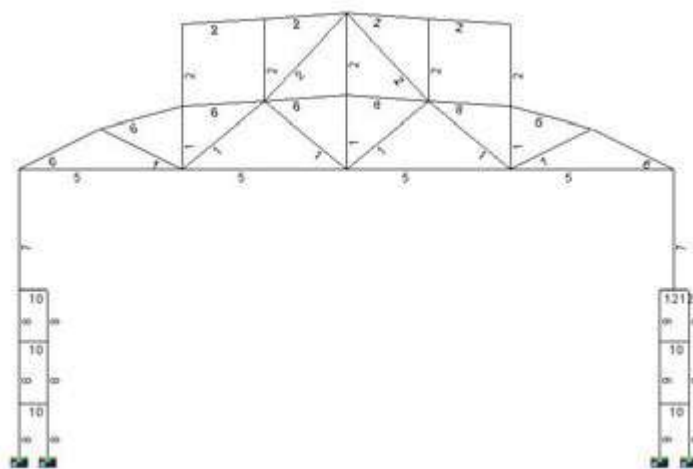


Рис. 9.2. Плоска модель поперечної рами каркасу з номерами типів жорсткості

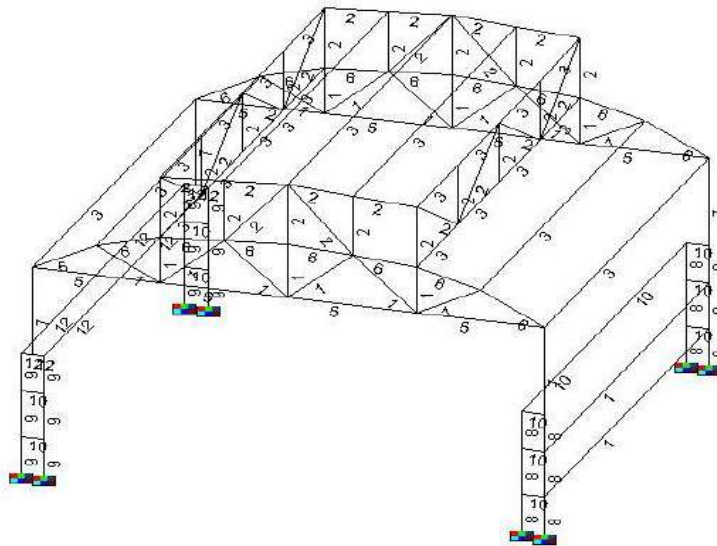


Рис. 9.3. Просторова модель поперечної рами з номерами типів жорсткості

Загальна скінчено-елементна модель має 1307 вузлів та 2690 кінцевих елементів. Порядок вирішування систем рівнянь – 6861.

9.4. Фізикомеханічні характеристики матеріалів конструкцій

Основним матеріалом залізобетонних конструкцій каркасу будівлі є бетон класу C25/30, модуль пружності $E = 30.6 \text{e}^3 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,2$. Щільність важкого бетону прийнято рівною $\rho_b = 2500 \text{ кг/м}^3$. Конструкція світового ліхтора виконані з залізобетону.

Геометричні та фізикомеханічні характеристики перерізів стержневих кінцевих елементів відповідають реальним перерізам елементів залізобетонної рами та ведені в табл. 9.1.

Таблиця 9.1

Геометричні та фізико-механічні характеристики конструктивних елементів

Тип жерст.	Геометричні характеристики							
	b	h	EF	EI _Y	EI _Z	GKR	GF _Y	GF _Z
1	20	15	91800	172.12	306	155,14	30600	30600
2	"L70x10"		27531	19.22	5.1	0.31	8471	8471
3	300	10	918000	-	-	-	-	-

5	30	36	330480	3569.2	2478.6	2044.6	110160	110160
6	30	30	275400	2065.5	2065.5	1388	91800	91800
7	60	60	1101600	33048	33048	22208.25	367200	367200
8	25	50	382500	7968.7	1992	2252.5	127500	127500
9	30	50	459000	9562.5	3442.5	3576.5	153000	153000
10	50	40	612000	8160	12750	6980.6	204000	204000
12	50	75	1147500	53789	23906	23375	382500	382500

9.5. Навантаження, впливи та їх комбінації

Розрахункові навантаження на каркас будівлі визначалися згідно діючих Норм розрахунку та проектування. При цьому розрахунок робився на власну вагу конструкцій каркасу, корисне навантаження, навантаження кранів, вітрове, снігове завантаження і комбінацію цих завантажень.

Навантаження на розрахункову модель задавалися у вигляді окремих завантажень і включали в себе:

- постійні навантаження:
 - власна вага будівельних конструкцій і корисне навантаження;
- тимчасове навантаження:
 - вітрове навантаження;
 - снігове навантаження;
 - навантаження крану.

9.5.1. Опис завантажень

Завантаження 1 - описує постійне навантаження від власної ваги будівельних конструкцій, що моделюється у вигляді місцевих розподілених і зосереджених сил та діють по напрямку осі Z загальної системи координат. Власна вага конструктивних елементів розрахункової моделі обчислюється як добуток площі поперечного перерізу стержнів на об'ємну вагу матеріалу. На рис. 9.4 - 1.7 приведені постійні навантаження.

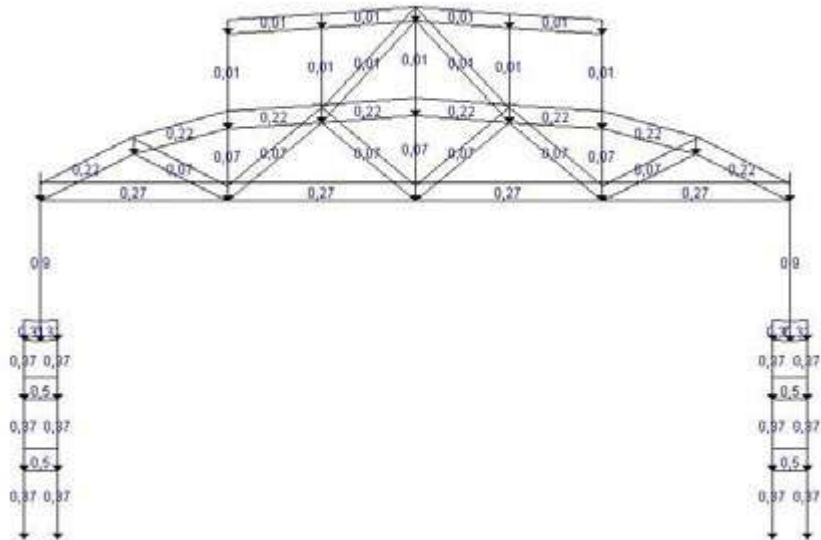


Рис. 9.4. Постійне навантаження (власна вага несучих конструкцій)

Вага навісних стінних панелей моделюється у вигляді рівномірно розподіленого навантаження на зовнішні колони (рис. 9.50).

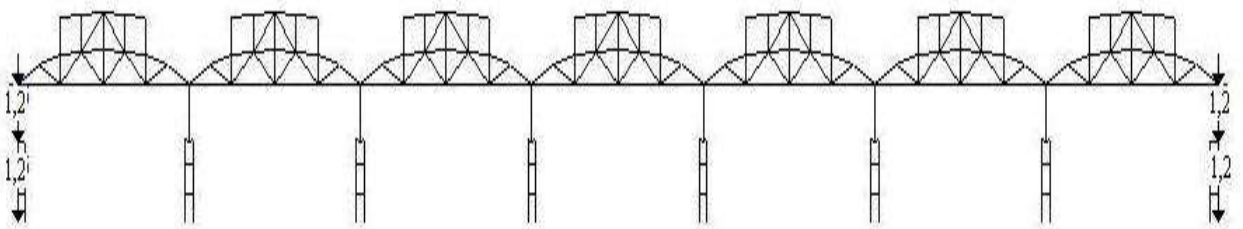


Рис. 9.5. Постійне навантаження (навантаження від стінових панелей)

Вага плит покриття, утеплювача, руберойду моделюється у вигляді рівномірно розподіленого навантаження по верхньому поясу ферм та світових ліхтарів (рис. 9.6).

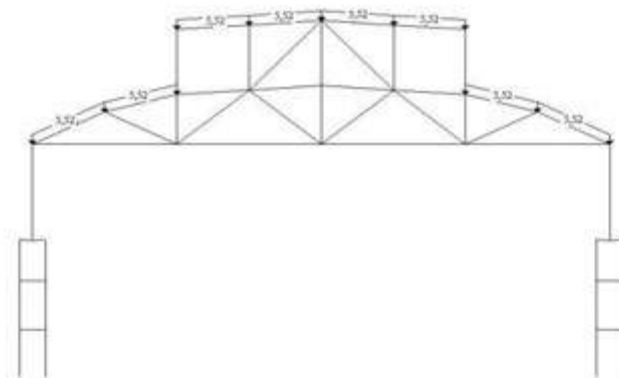


Рис. 9.6. Постійне навантаження (навантаження від покриття)

Завантаження 2 - описує вітрове навантаження. В якості найбільш несприятливого навантаження вибраний напрямок вітру що діє по довгій стороні будівлі. Додаток вітрового навантаження на поперечну раму зображено (рис. 9.7).

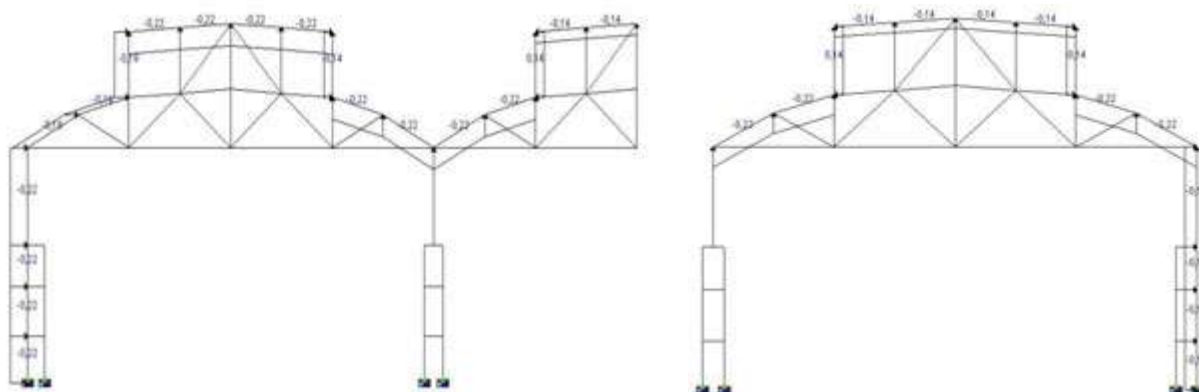


Рис. 9.7. Вітрове навантаження на поперечну раму

Завантаження 3 - описує снігове навантаження. Додаток снігового навантаження на поперечну раму (рис. 9.8).

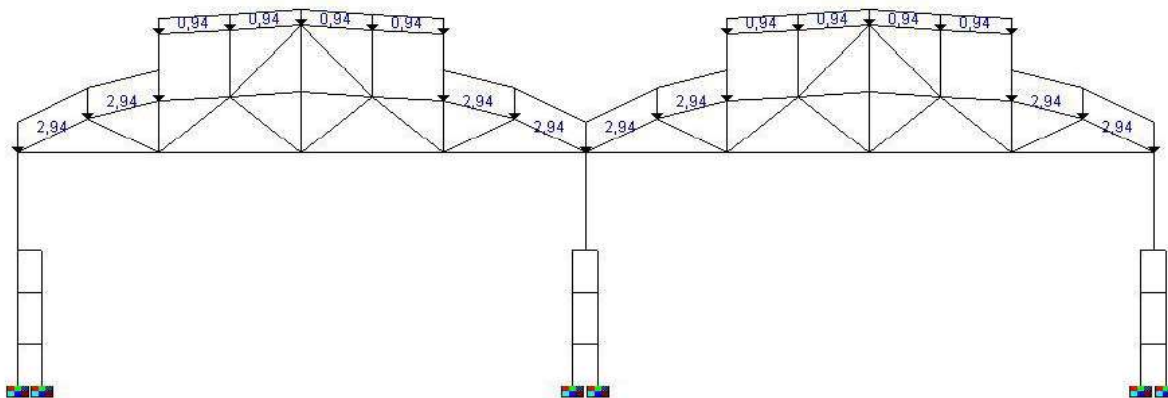


Рис. 9.8. Снігове навантаження

Вертикальні навантаження від мостових кранів враховувались в кожному прогоні на кожному шляху не більше двох найбільш несприятливих по впливу кранових навантажень. Навантаження від ваги кранів (рис. 9.9).

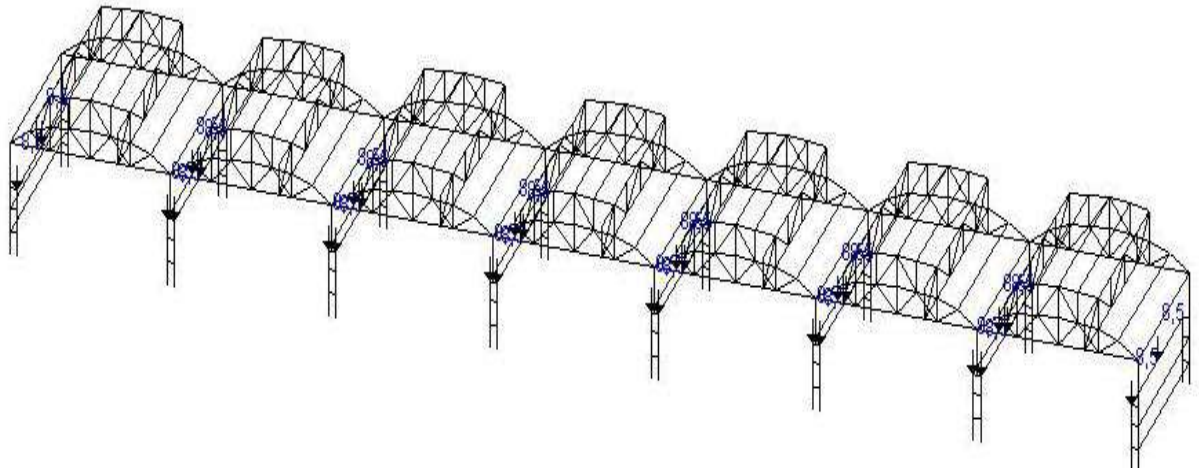


Рис. 9.9. Вага кранів

Навантаження від максимального вантажу, представлено у трьох варіантах (рис. 9.10 – 1 варіант, рис. 9.11 – 2 варіант, рис. 9.12 – 3 варіант).

Завантаження 4 – вага вантажу.

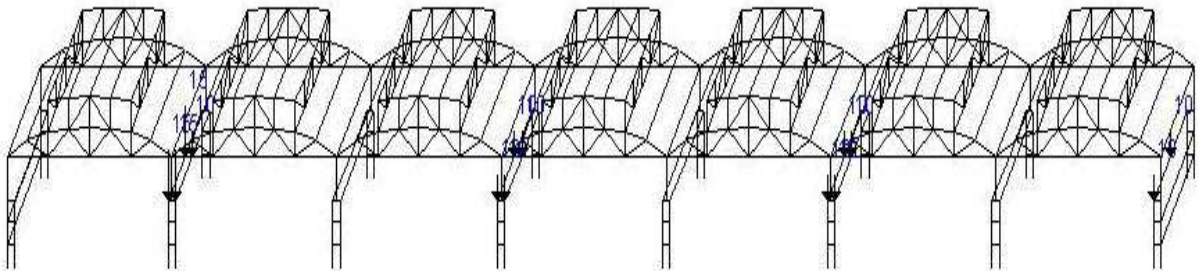


Рис. 9.10. Вага вантажу (1 варіант)

Завантаження 5 – вага вантажу.

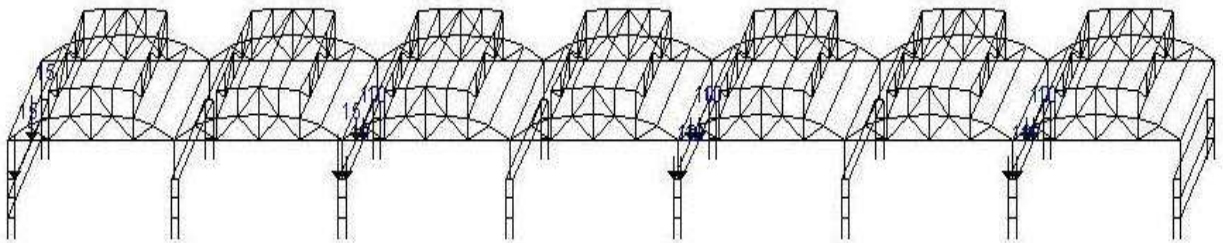


Рис. 9.11 Вага вантажу (2 варіант)

Завантаження 6 – вага вантажу.

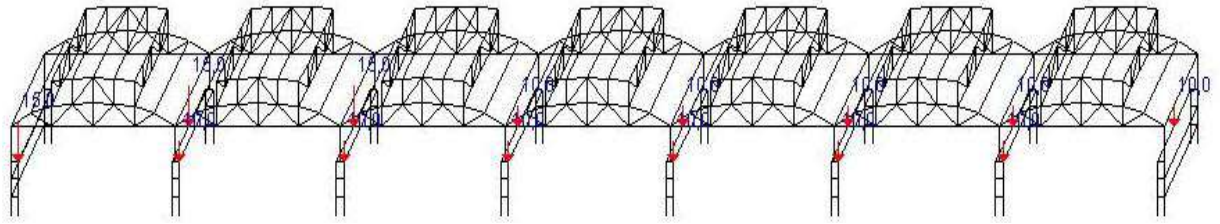


Рис. 9.12. Вага вантажу (3 варіант)

Нормативні значення горизонтального навантаження, спрямованого упоперек шляху крану та електричного візка, що викликається гальмуванням, прийнято відповідно до норм проектування та прикладається у трьох варіантах (рис. 9.13 - 1 варіант, рис. 9.14 – 2 варіант, рис. 9.15 – 3 варіант).

Завантаження 7 – гальмівне навантаження.

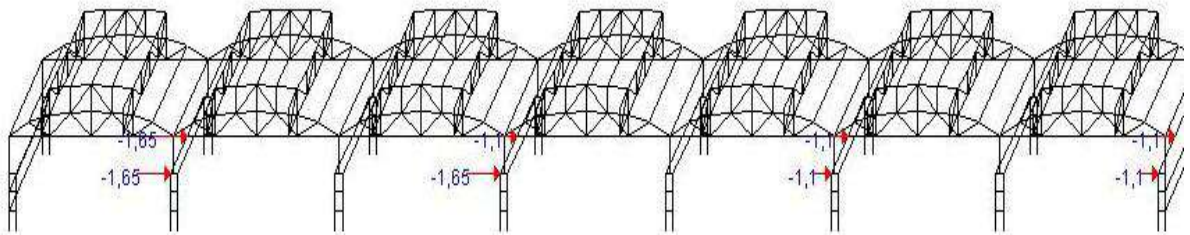


Рис. 9.13. Гальмівне навантаження (1 варіант)

Завантаження 8 – гальмівне навантаження.

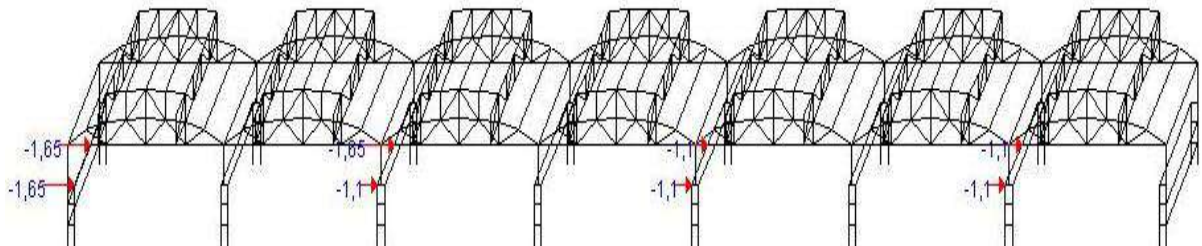


Рис. 9.14. Гальмівне навантаження (2 варіант)

Завантаження 9 – гальмівне навантаження.

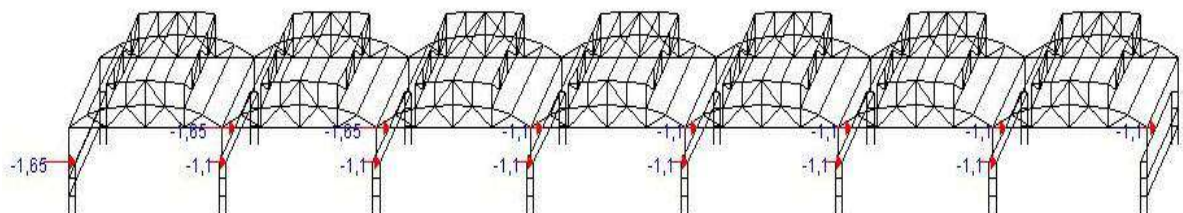


Рис. 9.15. Гальмівне навантаження (3 варіант)

Крім того, розрахунок виконувався на комбінацію завантажень (табл. 9.2).

Таблиця 9.2

Таблиця комбінацій завантажень

Комбінації, номер	Найменування
1	постійна + вітрова
2	постійна + снігова
3	постійна + вітрова + снігова
4	постійна + снігова + кранова
5	постійна + снігова + кранова
6	постійна + снігова + кранова
7	постійна + вітрова + кранова + гальмівна
8	постійна + вітрова + кранова + гальмівна
9	постійна + вітрова + кранова + гальмівна
10	постійна + вітрова + снігова + кранова + гальмівна
11	постійна + вітрова + снігова + кранова + гальмівна
12	постійна + вітрова + снігова + кранова + гальмівна

9.6. Результати розрахунку

В результаті розрахунку були отримані переміщення вузлів розрахункової моделі по напрямку осей основної системи координат, зусилля та напруження відносно власних (місцевих) осей кінцевих елементів. Для кожного кінцевого елемента по кожному завантаженню та комбінації завантаження були вичислені зусилля M_x , M_y , M_{xy} , N , Q_y , Q_z . Враховуючи складність представлення великого об'єму інформації, результати розрахунку для основних несучих конструкцій каркасу будівлі представлені у вигляді епюр зусиль та зроблена вибірка найбільш навантажених елементів конструкцій каркасу будівлі.

9.6.1. Переміщення конструктивних елементів каркасу

Нижче приведені переміщення вузлів скінчено-елементної моделі, зусилля в основних несучих елементах конструкції каркасу будівлі від різних можливих комбінацій завантажень. Характерні переміщення вузлів поперечної рами каркасу по осі Z основної системи координат від можливих комбінацій завантажень (рис. 9.16 – 9.24).

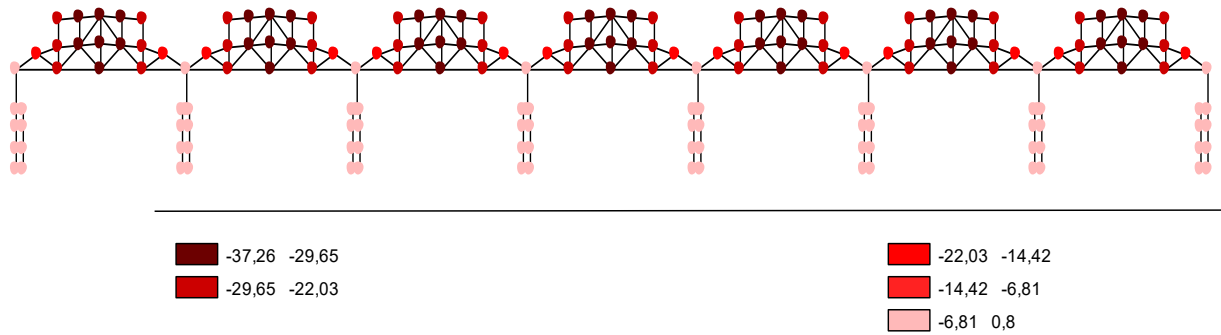


Рис.9.16. Переміщення вузлів рами по осі Z від постійного завантажень

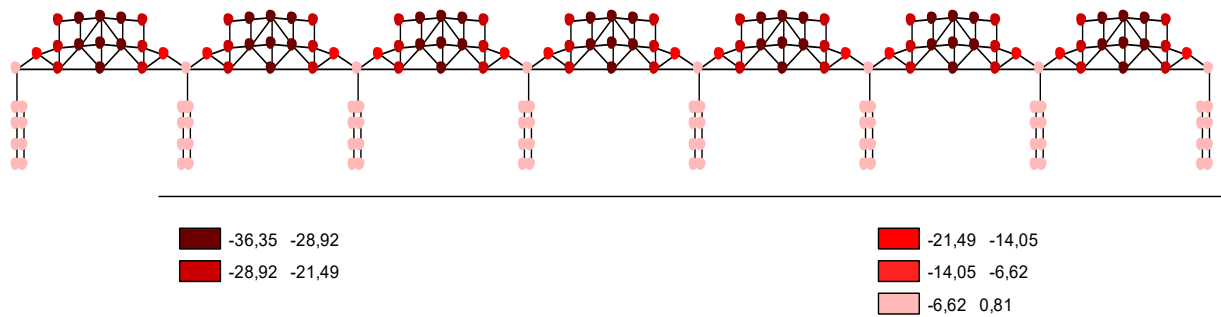


Рис. 9.17. Переміщення рами по осі Z від постійного і вітрового завантажень

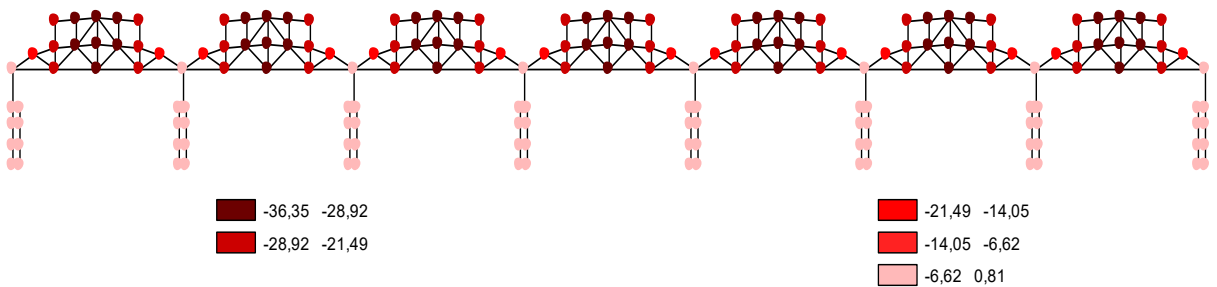


Рис. 9.18. Переміщення рами по осі Z від постійного і снігового завантажень

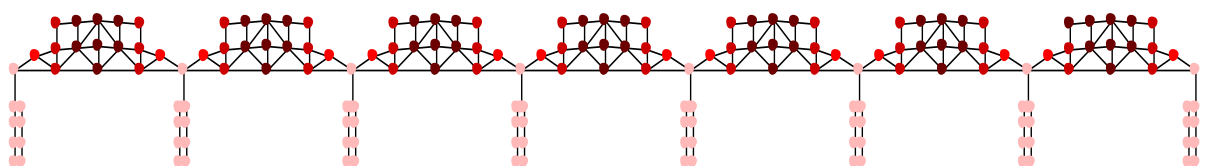




Рис. 9.19. Переміщення вузлів рами по осі Z від постійного, вітрового і снігового завантажень

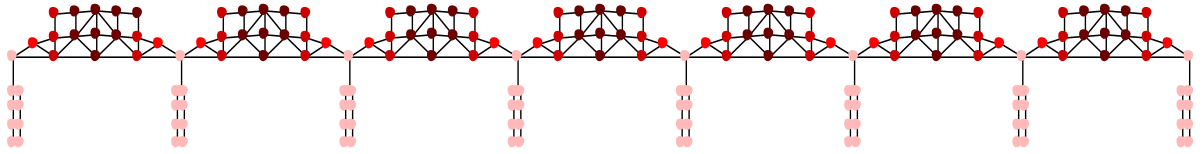


Рис. 9.20. Переміщення вузлів рами по осі Z від постійного, снігового та кранового (4) навантажень

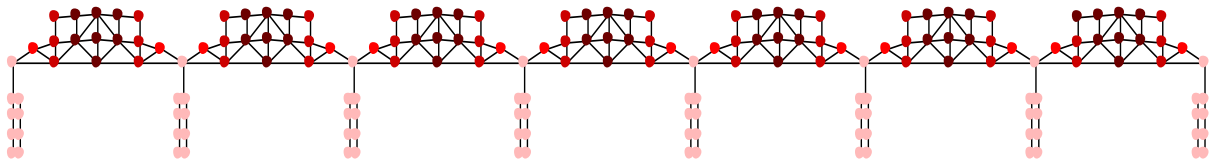


Рис. 9.21. Переміщення вузлів рами по осі Z від постійного, снігового та кранового (5) навантажень

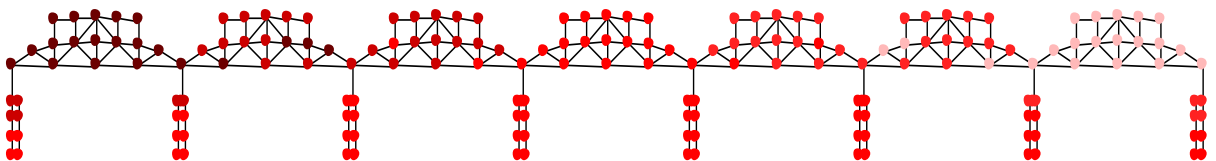
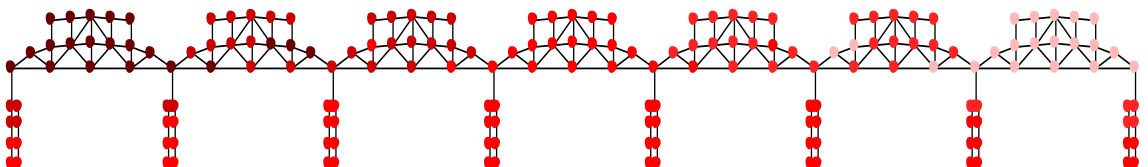


Рис. 9.22. Переміщення вузлів рами по осі Z від постійного, вітрового та кранового (4+6) навантажень



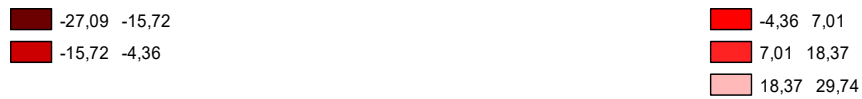


Рис. 9.23. Переміщення вузлів по осі X від постійного, вітрового та кранового (5+7) навантажень

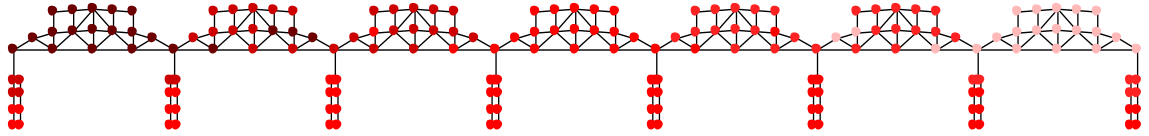


Рис. 9.24. Переміщення вузлів по осі X від постійного, вітрового та кранового (8+9) навантаження

9.6.2. Максимальні зусилля в конструктивних елементах каркасу

В результаті аналізу усіх можливих несприятливих комбінацій завантажень, була зроблена вибірка найбільш навантажених конструктивних елементів каркасу будівлі. Максимальні зусилля в елементах конструкцій каркасу (табл. 9.3 – 9.8).

Таблиця 9.3

Максимальні зусилля в елементах крайніх колон розрахункової моделі, т, м

Номер елемента	Тип жорстк. переріз.	Номер завант.	Зусилля и напруження					
			N	M _k	M _y	Q _z	M _z	Q _y
2695	7	1	-169,03	0,00458	12,8298	-6,59787	-0,0128	-0,00722
1853	8	1	71,8772	-0,0052	-12,939	6,7525	-0,0028	0,000902
1826	3	1	-79,671	0,00215	38,2539	13,355	-0,0246	0,001874
1919	7	1	-87,021	-0,046	20,4998	-13,3501	-0,0265	-0,01179

Таблиця 9.4

Максимальні зусилля в елементах при комбінації завантажень т, м

Номер елемента	Тип жорстк. переріз	Номер комбін.	Зусилля и напруження					
			N	M _k	M _y	Q _z	M _z	Q _y

2692	8	10	-222,51	-0,3852	17,7811	-9,9079	0,13607	0,24982
1855	8	12	87,5196	0,42379	17,5023	-9,4648	0,64426	0,43441
1826	7	2	-104,75	0,17739	49,2686	17,3665	-0,2471	3,59136
1919	7	12	-112,09	-0,2058	26,7254	-17,258	12,2656	2,82095

Таблиця 9.5

Максимальні зусилля в елементах середніх колон розрахункової моделі, т, м

Номер елемента	Тип жорстк. переріз	Номер завант.	Зусилля и напруження					
			N	Mk	My	Qz	Mz	Qy
1983	9	1	-164,31	-0,0101	-10,24	5,78028	-0,0128	-0,0095
2534	3	1	2,0245	0,05029	-1,1634	-3,6861	-0,0390	0,03178
1828	7	1	-160,71	-0,091	37,2537	-11,371	0,01085	-0,0009
2022	7	1	-160,71	0,01975	-37,274	11,3787	0,01076	-0,0011

Таблиця 9.6

Максимальні зусилля в елементах при комбінації завантажень, т, м

Номер елемента	Тип жорстк. переріз	Номер комбін.	Зусилля и напруження					
			N	Mk	My	Qz	Mz	Qy
1545	9	11	-238,64	0,04102	13,3517	-7,6281	-0,9775	-0,4789
2534	9	11	3,47606	0,06928	-1,4681	-4,6511	-0,0545	0,01892
1720	7	10	-202,84	0,04927	-45,224	13,7018	-17,042	-4,0145
1828	7	12	-205,64	-0,0908	47,7561	-14,561	10,9134	2,55602

Таблиця 9.7

Максимальні зусилля в елементах ферм розрахункової схеми, т, м

Номер елем.н.	Номер переріз	Номер завантажен	Зусилля и напруження, N	
1752	1	1	-29,1	розкоси
1880	1	1	27,29	розкоси
1596	1	1	148,3	нижній пояс
1595	1	1	-151,4	верхній пояс

Таблиця 9.8

Максимальні зусилля в елементах при комбінації завантажень, т, м

Номер елемента	Тип жорстк. переріз	Номер комб	Зусилля и напруження, N	
1793	1	6	-31,88	розкіс
1880	1	6	28,97	розкіс
1596	1	10	178,5	нижній пояс
1596	1	3	179,0	нижній пояс
1595	1	10	-186,0	верхній пояс
1595	1	3	-186,74	верхній пояс

9.7. Висновки

При проведенні розрахунків рам каркасу будівлі у єдиній просторовій моделі будівлі визначено:

1. Максимальні напруження в двогілкових колон крайнього ряду на 2,4% менш ніж в розрахунках цих колон у плоскому варіанті.
2. Максимальні напруження в двогілкових колон середнього ряду на 1,6% менш ніж в розрахунках цих колон у плоскому варіанті.
3. Максимальні напруження в окремих конструктивних елементах ферми (нижній та верхній пояс, розкоси) на 0,8% менш ніж в розрахунках цих елементів у плоскому варіанті.

Оптимізації конструктивних елементів рам какасу будівлі цілком
можлива.

10. ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

Характеристика джерела	№	Бібліографічний опис
Нормативні документи зі стандартизації	1	ДСТУ Б А.2.4-7:2009 «Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень». Київ: Мінрегіонбуд України, 2009 – С. 71.
	2	ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування для будівництва. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. –72 с.
	3	Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14-2008. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів).
	4	ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006 – С.35.
	5	ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. Київ : Мінрегіонбуду України, 2014 р.
	6	ДСТУ Б В.1.2.-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. Київ : Мінбуд України, 2006 р.
	7	Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість : ДБН В.1.2-6-2008. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України,

		2008.
8		Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації : ДБН В.1.2-9- 2008. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008.
9		ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій. – Введено вперше; введ. 2016-04- 01. Київ, Мінрегіонбуд України, 2016. 57 с.
10		ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011р.
11		ДСТУ Б В.2.7-215:2009. Бетони. Правила підбору складу. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010 – С.14
12		<i>Конструкції будівель та споруд. Конструкції сталеві. Номенклатура показників. : ДСТУ Б. 2.6-92:2009. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – (Національний стандарт України).</i>
13		Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.

14	ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний. Для залізобетонних конструкцій. К.: Держспоживстандарт України. 2006. – 17 с.
15	ДСТУ Б В.2.1-2-96 Ґрунти. Класифікація. К.: Держкоммістобудування. 2008. – 24 с.
16	ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти будинків та споруд. Основні положення проектування». Київ: Мінрегіонбуд України, 2009 р.
17	Управління, організація і технологія. Виробництво бетонних і залізобетонних виробів. ДБН А.3.1-7-96. Київ: Держком містобудування України, 1997 .
18	ДБН В.2.5-13-98. Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд. Київ: Держбуд України, 1999 – С.101.
19	ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. К.: Мінбуд України. 2009. – 44 с.
20	ДБН В.1.2-7-2008. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008 – С.53.
21	Системи протипожежного захисту : ДБН В.25-56:2014. . – [Введені в дію з 2015-07-01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с.

	22	ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Міністерство регіонального розвитку, житлово-комунального господарства України, 2017 – С.41.
	23	Правила визначення вартості будівництва : ДСТУ Б.Д.1.1–1:2013. –К. : Мінгеріонбуд України, 2013. – 88 с.
Книги: - один автор	24	Гетун Г. В. Основи проектування промислових будівель : навч. посіб / Галина В'ячеславівна Гетун. — К. : Кондор, 2003. — 210 с.
	25	Пічугін С.Ф. Сучасні проблеми надійності в будівництві : навчальний посібник (теоретична частина курсу) / С.Ф. Пічугін. – Полтава: НУ ПП, 2023. – 254 с.
- група авторів	26	Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира. – Київ : НУБіП України, 2024. – 264 с.
	27	Куліков П.М. Архітектура будівель і споруд. Книга 5. Промислові будівлі: підручник / П.М. Куліков, В.О Плоський, Г.В. Гетун. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2020. – 820 с.
	28	Індустріальне будівництво / Д. О. Мироненко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол. : І. М. Дзюба, . І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут

		енциклопедичних досліджень НАН України, 2011. : https://esu.com.ua/article-13374 .
	29	Технологія будівельного виробництва. Підручник/ В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г.М. Батура та ін.; За ред. В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленка. – К.: Вища шк., 2002. – 430с.
	30	Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.
	31	Бабіч Є. Є. Технологічні карти у будівництві : навч. посіб. / Є. Є. Бабіч, О. М. Кухнюк, О. Є. Поляновська. – Рівне : НУВГП, 2018. - 91 с. УДК: 624:658.5 (075)