ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра _ Технології та організації будівельного виробництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Удосконалення організаційно-технологічних рішень зведення будівлі спортивно-оздоровчого комплексу в місті Кременчук

Виконала: студентка 2 курсу, М ПЦБ 2024-3

Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма – Промислове і цивільне будівництво

_____ Артюхова О.М.

Керівник _____ Бутнік С.В.

Рецензент_____ Джалалов М.Н.

2025

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О.М.БЕКЕТОВА

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ___ТОБВ_____

д.т.н., проф. __ Шумаков І.В_____

”_30”___09_____2025 року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Артюхова Ольга Миколаївна

Спеціальність 192 –Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма – Промислове та цивільне будівництво
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи: **Удосконалення організаційно-технологічних рішень зведення будівлі спортивно-оздоровчого комплексу в місті Кременчук.**
затверджена наказом ректора ХНУМГ від “26” вересня 2025 р. № 868-03
Термін подання завершеної роботи на кафедру 9 грудня 2025р.
Вихідні дані до магістерської роботи тематика дослідження, архітектурні креслення об’єкта, інженерно-геологічні дані району будівництва.
Перелік питань, що підлягають дослідженню:
1. Огляд попередніх досліджень з обраної тематики
2. Дослідження організаційно-технологічних рішень зведення будівлі спортивно-оздоровчого комплексу в місті Кременчук.
3. Впровадження результатів досліджень шляхом будівництва

Перелік графічного матеріалу: архітектурно-композиційне рішення об’єкту впровадження - 2 аркуша, конструктивне рішення фундаментів - 1 аркуш, конструктивне рішення несучих конструкцій будівлі - 2 аркуша, технологічні рішення – 5 аркушів

Дата видачі завдання “23” _вересня_2025 р.

Керівник магістерської роботи _____ Бутнік С.В.

Завдання прийняв до виконання _____ Артюхова О.М.

Консультанти розділів роботи

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Аналітичний огляд стану питання.		*К.т.н., доцент Бутнік С.В.*		
2. Дослідницька частина.		*К.т.н., доцент Бутнік С.В.*		
3. Проєктна частина	*Архітектурно-конструктивне рішення обраного для впровадження об'єкта будівництва.*	*к.т.н., доцент Казімагомедов Ф.І.*		
	Розрахунок та проектування підземної та надземної частини об'єкта (споруди).	*К.т.н., доцент Храпатова І.В.*		
		К.т.н., доцент Резнік П.А.		
	Технологія і організація будівельного виробництва.	*К.т.н., доцент Бутнік С.В.*		
	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	*К.т.н., доцент Косенко Н.О.*		
4. Нормоконтроль		*Зинов'єва О.М.*		

Календарний план

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	*Аналітичний огляд стану питання.*	10.10.2025	
2.	*Дослідницька частина.*	30.10.2025	
3.	*Проєктна частина*	30.11.2025	
4.	*Нормоконтроль*	10.12.2025	

Реферат

Артюхова О. М. «Удосконалення організаційно-технологічних рішень зведення будівлі спортивно-оздоровчого комплексу в місті Кременчук».
Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія. Освітня програма – Промислове і цивільне будівництво.
Науковий керівник – Бутнік С. В.

Навчально-науковий інститут будівництва, землеустрою і цивільної інженерії Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, 2025 рік.

Кваліфікаційна робота присвячена обґрунтуванню, розробленню технічному аналізу рішень, пов’язаних із проектуванням та улаштуванням муфтового з’єднання арматури при спорудженні цивільної будівлі у місті Кременчук. Особливу увагу приділено муфтовому армуванню як одній із найперспективніших технологій з’єднання арматурних стрижнів при зведенні фундаментної плити, що забезпечує високу швидкість монтажу, надійність та точність виконання робіт.

У роботі детально розглянуто конструктивні та технологічні принципи улаштування фундаментної плити з використанням механічних муфтових з’єднань арматури. Проаналізовано послідовність монтажу, вимоги до підготовки арматурних стрижнів, особливості встановлення муфт та контролю якості з’єднань. Показано, що застосування муфтового армування дозволяє скоротити тривалість будівельно-монтажних робіт, зменшити трудомісткість процесу та знизити загальні фінансові витрати порівняно з традиційними методами з’єднання арматури внапуск.

Здійснено аналіз технічних параметрів муфтових з’єднань арматури, зокрема їх несучої здатності, міцності, деформаційної здатності, надійності роботи під дією статичних і динамічних навантажень, стійкості до корозійних впливів та довговічності. Наведено порівняльну характеристику муфтового армування з традиційним в’язанням арматури, виявлено ключові переваги у вигляді зменшення витрат металу, відсутності перевитрат арматури на нахльости, підвищення якості стиків та покращення загальної конструктивної роботи фундаментної плити.

У процесі дослідження розроблено рекомендації щодо організації технологічного процесу улаштування муфтового армування, вибору типів муфт, підбору арматури, розроблення конструктивних вузлів та здійснення контролю якості виконання робіт. Окремо розглянуто питання техніки безпеки під час виконання арматурних робіт, логістики постачання арматури та муфтових з’єднань на будівельний майданчик, а також вплив застосування муфтового армування на підвищення ефективності та надійності будівельних конструкцій.

Основні результати роботи можуть бути використані при плануванні, проєктуванні та реалізації будівельних об’єктів із застосуванням сучасних світлопрозорих фасадних систем на території України.

Структура та обсяг магістерської роботи. Пояснювальна записка складається зі вступу, шести змістовних розділів, висновків і списку використаних джерел. Робота містить 126 сторінок основного тексту, включає 64 рисунка та 21 таблиць. Список використаних джерел налічує 47 найменувань.

Зміст

Вступ *8*
НАУКОВА ЧАСТИНА *9*
1.1 Обґрунтування актуальності дослідження 10
1.2 Мета і завдання дослідження 15
ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА *22*
2.1. Розробка гіпотези та теоретичні передумови дослідження 23
2.2. Вибір методу та обґрунтування методики проведення дослідження 24
2.2.1. Аналітичний етап 24
2.2.2. Теоретичний етап 24
2.2.3. Експериментальний етап (імітаційний або натурний) 24
2.2.4. Аналітико-економічний етап 24
2.3. Оброблення, аналіз і опис отриманих результатів 24
2.4. Оцінювання результатів та формулювання висновків 25
2.4.1. Міцність і надійність муфтових з'єднань 25
2.4.2. Технологічна ефективність 26
2.4.3. Економічна ефективність 26
2.4.4. Узагальнений висновок 26
2.5 Висновки 30
АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА *32*
3.1 Вихідні данні 33
3.1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі 33
3.1.2. Техніко-економічні показники: 33
3.2 Архітектурно-конструктивне рішення будівлі 34
3.2.1 Стіни 34
3.2.2. Колони 34
3.2.3. Перекриття 34
3.2.4. Фундаменти 34
3.3 Інженерне обладнання та опорядження будівлі 35
3.3.1. Вентиляція 35
3.3.2. Водопостачання 35
3.3.3. Каналізація 36
3.3.4. Електропостачання 36
3.3.5. Телекомунікаційні мережі 37
3.3.6. Покрівля 37
3.4. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни 38
3.4.1. Вихідні дані: 38
ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ *40*
4.1 Основні положення розрахунків фундаментної плити 41
4.2. Вихідні дані для розрахунку 42
4.3. Методика розрахунку коефіцієнтів постелі С1, С2 42
4.4. Розрахунок міцності монолітної фундаментної плити 43
КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ *51*

5 Розрахунок і конструювання колони адміністративної частини будівлі....52
5.1 Збір навантажень....52
5.2 Розрахунок колони з симетричним армуванням....54
5.2.1 Розрахунок колони 1 поверху....55
5.3 Розрахунок металевого каркасу спортивного блоку....58
5.3.1 Збір навантажень....58
5.4 Розрахунок каркасу....63
5.4.1 Результуючі зусилля в елементах рами....63
5.5 Розрахунок колони....65
5.6 Розрахунок елементів ферми по вісі 7....77
ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА....*86*
6.1 Підготовчий період....87
6.2 Геодезичні роботи, методи здійснення інструментального контролю за якістю споруд....87
6.3 Організаційно-технологічна схема будівництва....89
6.4 Технологічна карта на влаштування фундаментної плити....89
6.5 Методи виконання основних будівельно-монтажних робіт....96
6.5.1 Земляні роботи....96
6.5.2 Бетонні роботи....97
6.5.3 Монтаж металевих конструкцій....98
6.5.4 Кам'яні роботи....99
6.5.5 Монтаж легких огороджуючих конструкцій покрівлі та стін....99
6.6 Потреба в основних будівельних машинах, механізмах і автотранспорті....100
6.7 Календарний графік....102
6.8 Будівельний генеральний план....103
6.9 Електропостачання....104
6.10 Водопостачання....106
6.11 Витрати на побутові потреби....106
ОХОРОНА ПРАЦІ....*107*
7.1. Завдання охорони праці на об'єкті проєктування....108
7.2. Аналіз умов праці на об'єкті проєктування....109
7.3. Організація безпечних і нешкідливих умов праці на об'єкті проєктування....111
Вихідні дані:....117
1. Визначаємо орієнтовну кількість світильників:....118
7.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях....119
7.5. Висновки....122
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ....*123*

Вступ

Сучасне будівництво об’єктів громадського призначення вимагає впровадження ефективних організаційно-технологічних рішень, спрямованих на підвищення якості будівельно-монтажних робіт, скорочення термінів зведення та забезпечення надійності конструкцій. Особливої актуальності ці питання набувають під час будівництва спортивно-оздоровчих комплексів, які характеризуються значними об’ємами монолітних залізобетонних робіт і підвищеними вимогами до експлуатаційних показників.

Кваліфікаційна робота магістра присвячена удосконаленню організаційно-технологічних рішень зведення будівлі спортивно-оздоровчого комплексу в місті Кременчук. У науковій частині роботи розглянуто доцільність застосування муфтових з’єднань арматури як альтернативи традиційним способам стикування, що дозволяє підвищити якість арматурних з’єднань та зменшити тривалість бетонувальних робіт у монолітних конструкціях.

НАУКОВА ЧАСТИНА

1.1 Обґрунтування актуальності дослідження

Монолітне бетонування виступає як ключова технологія в сучасному будівельному секторі, особливо актуальна при реалізації проєктів висотних споруд, масштабних прогонів та критично важливих об'єктів. Від якості та міцності арматурних з'єднань у таких масивах безпосередньо залежать їхня несуча здатність, довговічність експлуатації та загальний рівень безпеки.

Донедавна чинні будівельні нормативи надавали перевагу лише двом методам зчеплення арматурних стрижнів у процесі будівництва монолітних залізобетонних об'єктів (промислових, житлових, транспортних та інших): зварювання та з'єднання внапусток без застосування зварювання.

Проте обидва ці методи мають низку суттєвих недоліків. Застосування зварних з'єднань вимагає врахування марки сталі, залучення висококваліфікованих спеціалістів-зварювальників, а також значних витрат часу й ресурсів на виконання робіт та контроль якості зварних швів. Крім того, існують типи монолітних конструкцій, де зварювання заборонене через вимоги пожежної безпеки. Простішим є метод з’єднання арматури внапусток. Однак він призводить до значної перевитрати арматури (до 40 %) через необхідність довгих напусків стрижнів, а також ускладнює процес бетонування в місцях густого армування. Зокрема, вимагається обов'язкове встановлення додаткових поперечних арматурних елементів у зоні напуску, сумарна площа перерізу яких має бути не меншою за площу перерізу основного поздовжнього стрижня, що з'єднується.

Альтернативним рішенням традиційним підходам до з'єднання арматури є механічні муфтові системи. Завдяки їхній високій надійності, підтвердженій численними дослідженнями провідних науково-дослідних установ (як-от Deutsches Institut fur Bautechnik, Instytut Techniki Budowlanej та інші), механічні муфтові з'єднання ефективно використовуються у високоризикових та відповідальних конструкціях (споруди АЕС, мостові переходи, висотне будівництво, об'єкти у сейсмічно активних зонах тощо).

З 01.06.2011 р. в Україні введено в дію ДБН В.2.6-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення" [1], який базується на принципах закордонних нормативних документів і допускає використання механічних муфтових з’єднань арматури. Але різниця в технології виготовлення закордонного та вітчизняного арматурного прокату вимагають аналізу іноземного досвіду використання та проведення комплексних експериментально-теоретичних досліджень механічних муфтових з’єднань арматури.

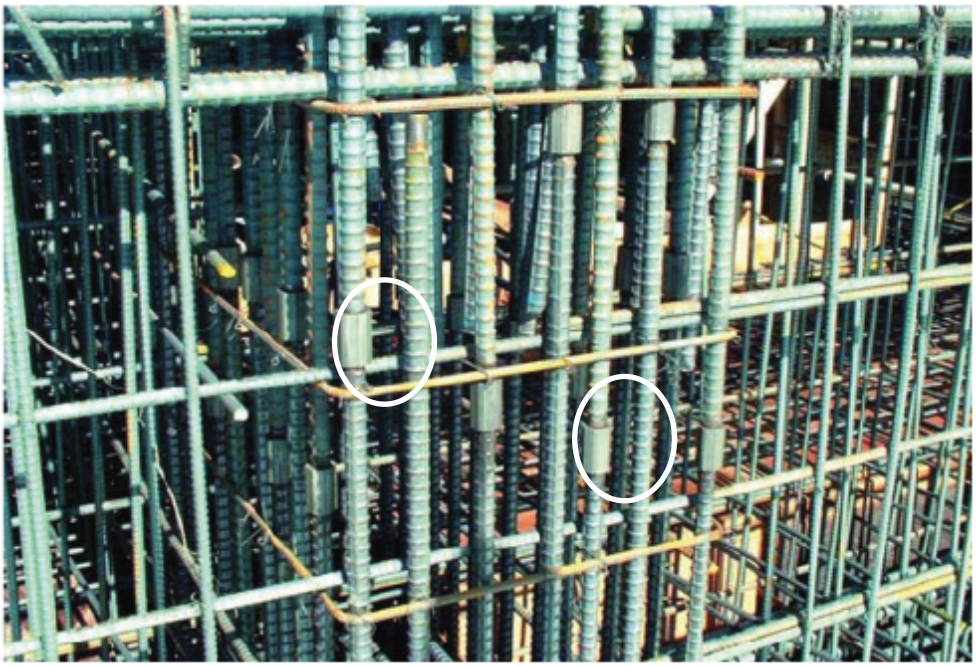


Рисунок 1.1 - Механічне з'єднання арматури муфтами при армуванні

Незважаючи на переваги муфтових з'єднань, існує потреба у глибокому науковому обґрунтуванні їхньої поведінки під різними видами навантажень, включаючи статичні, динамічні та циклічні. Недостатнє розуміння напружено-деформованого стану в зоні з'єднання, впливу технологічних факторів та експлуатаційних умов може призвести до зниження фактичної несучої здатності конструкцій, появи тріщин або навіть руйнувань. Сучасні будівельні норми та стандарти постійно еволюціонують, вимагаючи вищих показників надійності та довговічності. Отже, розробка нових теоретичних моделей та критеріїв оптимізації характеристик муфтових з'єднань є не просто інженерним покращенням, а фундаментальним науковим завданням, що дозволить перейти до принципово нового рівня проектування та контролю якості.

Рисунок 1.2 - Переносний гідравлічний прес для обтискання муфт від компанії «Спрут-Україна»

В контексті безперервного підвищення стандартів щодо сейсмостійкості й загальної безпеки будівельних конструкцій, особливо на територіях з високою сейсмічною загрозою (включно з Україною), стійкість арматурних стиків набуває першочергового значення. Проведення наукових досліджень, націлених на детальний розбір функціонування муфтових з'єднань під впливом граничних навантажень та створення методик передбачення їхнього терміну служби, є вирішальним фактором для гарантування функціональної здатності об'єктів.

За останні роки механічні муфтові з'єднання пройшли в Україні всі етапи апробації : від експериментальних досліджень, підготовки нормативної документації спільно із установами будівельної галузі до розгляду та затвердження документації Мінрегіоном України. Механічні муфтові з'єднання використовуються будівельними компаніями по всій території України. Побудовані високо поверхові житлові комплекси, торгівельні центри, готелі, паркінги, заводи та інші і це ще не весь перелік результатів ефективності механічного способу з'єднання арматури. З'єднання відповідають вимогам не лише українських нормативних (ДСТУ Б В.2.6-156, ДСТУ Б В.2.6-168, ТУ У В 2.8-45.2-35641811-001:2008) [2,3,4] а й міжнародних (ACI 318, ISO 15835) [5,6,7] .

Рисунок 1.3 - Зварне з’єднання

Рисунок 1.4 - Обтискна муфта

Рисунок 1.5 - різьбова муфта

Таблиця 1.1

Характеристика стикових з'єднань

Показники	Спосіб стикового з'єднання			
	ванне зварювання	внахлест	муфта	
			обтискна	різьбова
Час на 1 стик, хв	108	5	5	7
Стиків за зміну	5	80	80	60
Відносна вартість стику, %	100	84	43	52
Рівномірна міцність стику	так	ні	так	так/ні

Таким чином, розробка теоретичних засад та практичних рекомендацій щодо удосконалення механічних з’єднань арматури муфтового типу не лише відповідає нагальним потребам будівельної практики, але й відкриває шлях до принципово нових наукових рішень, що сприятимуть підвищенню надійності, економічності та безпеки монолітних залізобетонних конструкцій.

Порівняняємо економічність та ефективність використання муфт (Таблиця 1) на реальних прикладах, наданих кандидатом технічних наук Климовичем І.М. [8], у рамках Аналізу підходу до розрахунку економічного ефекту на прикладі стикування арматури внахлест та обтискними муфтами (Рисунок 6).

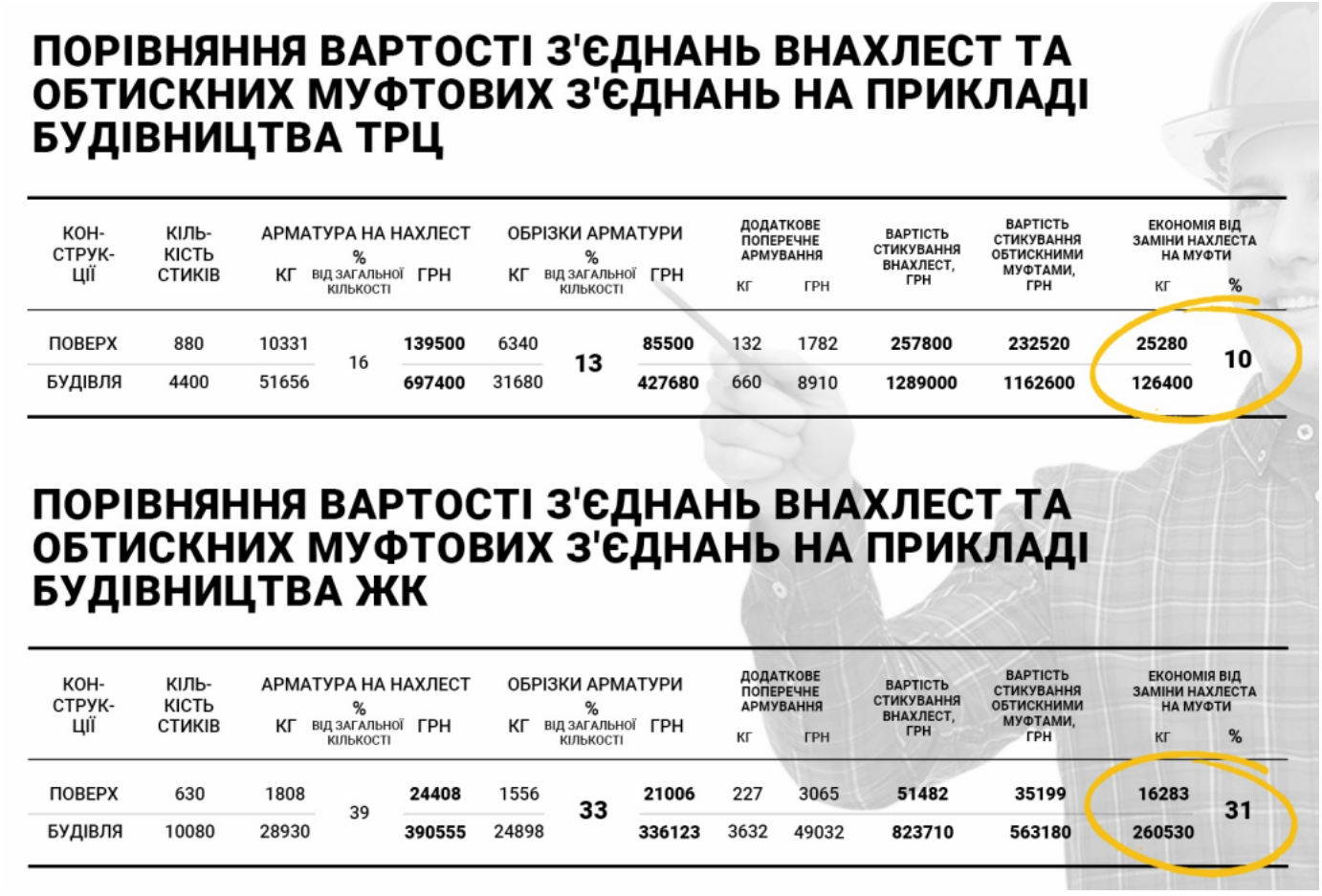
Приклад використання муфт — Перший об'єкт

Будівництво 5-поверхової будівлі ТРЦ в м. Київ загальною площею 97200 м2.

Клас бетону — С25 / 30. Робоча арматура колон та балок будівлі номінальним діаметром 32 мм класу А500 , а загальна кількість стиків 4400 шт. Розрахункова довжина нахлесту, визначена за ДСТУ Б В.2.6-156 — 1860 мм. На підставі проектної документації проведено розрахунок вартості стикування арматури внахлест та стандартними обтискними муфтами (Спрут МЗО-32 ТУ У В 2.7-45.2-35641811-002: 2008).

Приклад використання муфт — Другий об'єкт

Будівництво 16-поверхового житлового комплексу в м Одеса. Номінальний діаметр робочої арматури класу А500 — 20 мм. Висота поверху 3 м. Клас бетону — С25 / 30. Розрахункова довжина нахлесту, визначена за ДСТУ Б В.2.6-156 — 1160 мм. Загальна кількість з'єднань — 10080 шт. На підставі проектної документації проведено розрахунок вартості стикування арматури внахлест та стандартними обтискними муфтами (Спрут МЗО-20 ТУ У В 2.7-45.2-35641811-002: 2008).



ПОРІВНЯННЯ ВАРТОСТІ З'ЄДНАНЬ ВНАХЛЕСТ ТА ОБТИСКНИХ МУФТОВИХ З'ЄДНАНЬ НА ПРИКЛАДІ БУДІВНИЦТВА ТРЦ

КОНСТРУКЦІЇ	КІЛЬКІСТЬ СТИКІВ	АРМАТУРА НА НАХЛЕСТ КГ	% ВІД ЗАГАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ	АРМАТУРА НА НАХЛЕСТ ГРН	ОБРІЗКИ АРМАТУРИ КГ	% ВІД ЗАГАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ	ОБРІЗКИ АРМАТУРИ ГРН	ДОДАТКОВЕ ПОПЕРЕЧНЕ АРМУВАННЯ КГ	ДОДАТКОВЕ ПОПЕРЕЧНЕ АРМУВАННЯ ГРН	ВАРТІСТЬ СТИКУВАННЯ ВНАХЛЕСТ, ГРН	ВАРТІСТЬ СТИКУВАННЯ ОБТИСКНИМИ МУФТАМИ, ГРН	ЕКОНОМІЯ ВІД ЗАМІНИ НАХЛЕСТА НА МУФТИ КГ	ЕКОНОМІЯ ВІД ЗАМІНИ НАХЛЕСТА НА МУФТИ %
ПОВЕРХ	880	10331	16	139500	6340	13	85500	132	1782	257800	232520	25280	10
БУДІВЛЯ	4400	51656		697400	31680		427680	660	8910	1289000	1162600	126400	

ПОРІВНЯННЯ ВАРТОСТІ З'ЄДНАНЬ ВНАХЛЕСТ ТА ОБТИСКНИХ МУФТОВИХ З'ЄДНАНЬ НА ПРИКЛАДІ БУДІВНИЦТВА ЖК

КОНСТРУКЦІЇ	КІЛЬКІСТЬ СТИКІВ	АРМАТУРА НА НАХЛЕСТ КГ	% ВІД ЗАГАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ	АРМАТУРА НА НАХЛЕСТ ГРН	ОБРІЗКИ АРМАТУРИ КГ	% ВІД ЗАГАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ	ОБРІЗКИ АРМАТУРИ ГРН	ДОДАТКОВЕ ПОПЕРЕЧНЕ АРМУВАННЯ КГ	ДОДАТКОВЕ ПОПЕРЕЧНЕ АРМУВАННЯ ГРН	ВАРТІСТЬ СТИКУВАННЯ ВНАХЛЕСТ, ГРН	ВАРТІСТЬ СТИКУВАННЯ ОБТИСКНИМИ МУФТАМИ, ГРН	ЕКОНОМІЯ ВІД ЗАМІНИ НАХЛЕСТА НА МУФТИ КГ	ЕКОНОМІЯ ВІД ЗАМІНИ НАХЛЕСТА НА МУФТИ %
ПОВЕРХ	630	1808	39	24408	1556	33	21006	227	3065	51482	35199	16283	31
БУДІВЛЯ	10080	28930		390555	24898		336123	3632	49032	823710	563180	260530	

Рисунок 1.6 - економічність та ефективність використання муфт

https://sprut-ukraina.com.ua/ua/articles/analiz-podkhoda-k-raschetu-ekonomicheskogo-effekta-na-primere-stykovki-armatury-vnakhlest-i-obzhimnymi-muftami.html

Проведені розрахунки показали (Рисунок 6), що застосування механічних з'єднань є ефективною та економічною заміною з'єднанням внахлест. В результаті застосування обтискних з'єднань на вищенаведених об'єктах, крім швидкості стикування, зручності і менших трудовитрат була отримана економія до 10 % при будівництві ТРЦ і до 31 % — при будівництві ЖК.

1.2 Мета і завдання дослідження

Мета: Обґрунтувати доцільність застосування муфтових з’єднань арматури для підвищення якості з’єднань та зменшення тривалості бетонувальних робіт у монолітних конструкціях.

Завдання:

1. Охарактеризувати технологію монтажу арматури з використанням муфтових з’єднань.

Муфтові з'єднання арматури (механічні з'єднання) (Таблиця 2) є сучасною альтернативою традиційному нахлесту арматури (нахльосту) та зварним стикам. Їх доцільність для підвищення якості з'єднань та зменшення тривалості робіт у монолітних конструкціях обґрунтовується такими ключовими перевагами:

Підвищення якості з'єднання: а відміну від нахлесту, муфта забезпечує повну передачу розтягуючого зусилля (*Rs*) від одного стрижня до іншого, що відповідає міцності суцільного стрижня. Це підвищує надійність конструкції, особливо в сейсмонебезпечних районах та елементах, що працюють на динамічні навантаження [9].

Зменшення загромадження арматури (конгестії Рисунок 7): використання муфт значно зменшує перетин арматури в зоні стику (порівняно з нахлестом), що покращує якість бетонування. Бетонна суміш легше проходить через вузол, запобігаючи утворенню пустот, раковин та забезпечуючи необхідний захисний шар [10].

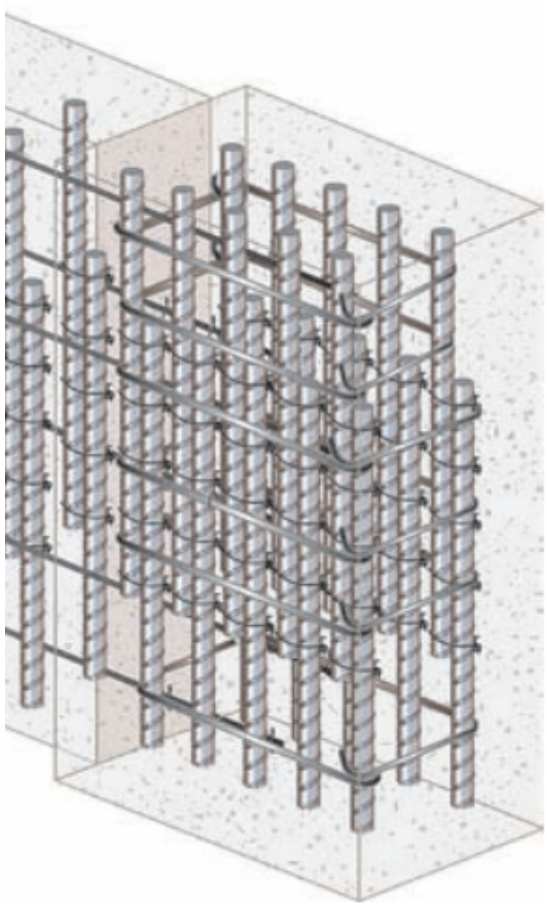


Рисунок 1.7 - Конгестія при армуванні внахлест при бетонуванні

https://www.srgglobal.com.au/wp-content/uploads/2023/02/Lenton-Couplers.pdf?utm_source

Зменшення тривалості робіт: Хоча первинна підготовка (нарізка різьби або опресування) може займати час, сам монтаж на будівельному майданчику часто є швидшим, ніж точне в'язання довгого нахлесту, особливо для арматури великих діаметрів (≥ 25мм).

Технологія монтажу арматури з використанням муфтових з'єднань залежить від **типу муфти**:

Таблиця 1.2

Тип З'єднання	**Підготовка Арматури**	**Монтаж на Майданчику**	**Переваги / Обмеження**
Різьбове (накручуване)	На кінцях арматурних стрижнів нарізається **циліндрична**	1. З'єднання стрижнів відбувається шляхом накручування муфти на різьбу до упору. 2. Використовується	Висока надійність, точність. Потребує спеціального

Тип З'єднання	Підготовка Арматури	Монтаж на Майданчику	Переваги / Обмеження
	або конічна різьба.	**динамометричний ключ** для контролю моменту затягування.	обладнання для нарізки різьби.
Опресоване (обтискне)	Кінці стрижнів заводяться у гладку **циліндричну муфту**.	Муфта обтискається (опресовується) **гідравлічним пресом високого тиску**. Деформація муфти створює механічне зачеплення з ребристою арматурою.	Не потребує нарізки різьби. Швидкість монтажу. Якість сильно залежить від тиску та обладнання.

2. Визначити основні типи муфт і сферу їх використання в монолітному будівництві (Таблиця 1.3).

Основні типи механічних муфт класифікуються за принципом передачі зусилля:

Таблиця 1.3

Тип Муфти	Принцип Роботи	Сфера Використання
Стандартна різьбова (Рисунок 9-a,b.c)	З'єднання двох стрижнів з **однаковою різьбою** (наприклад, Т-різьба).	Колони, балки, плити – де обидва стрижні можуть вільно обертатися.
Позиційна (перехідна) (Рисунок 9-e)	Муфта має ліву і праву різьбу або контргайку для з'єднання стрижнів у **фіксованому положенні** (коли стрижень не можна обертати).	Стіни, вузли з жорсткими обмеженнями, з'єднання з випусками.

Тип Муфти	Принцип Роботи	Сфера Використання
Обжимна (опресована) (Рисунок 9-d)	Передача зусилля через **пластичну деформацію** та тертя.	Вертикальні та горизонтальні конструкції, де важлива швидкість та не потрібна підготовка кінців різанням.
З'єднання на болтах, гвинтах (Shear bolt) (Рисунок 8)	Фіксація стрижнів всередині муфти **зрізними болтами, гвинтами**, що зриваються при досягненні необхідного моменту затягування.	Експрес-монтаж, тимчасові та невідповідальні конструкції, або як частина системи для великих діаметрів.

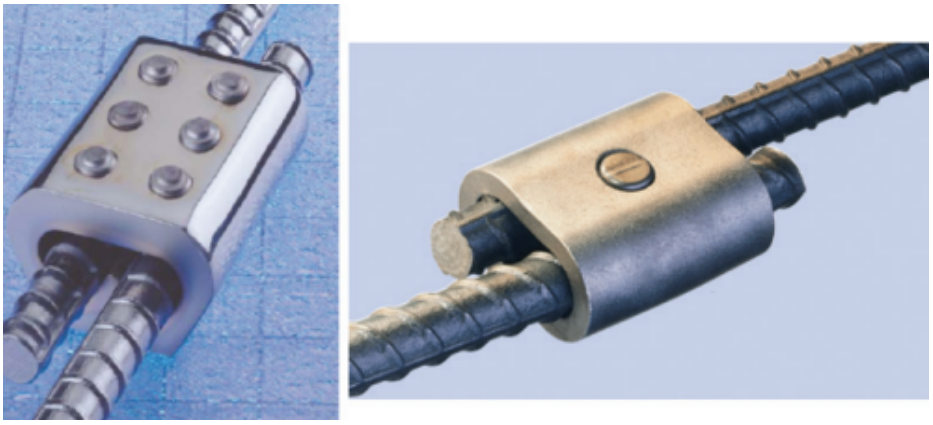


Рисунок 1.8 - Болтове муфтове з’єднання

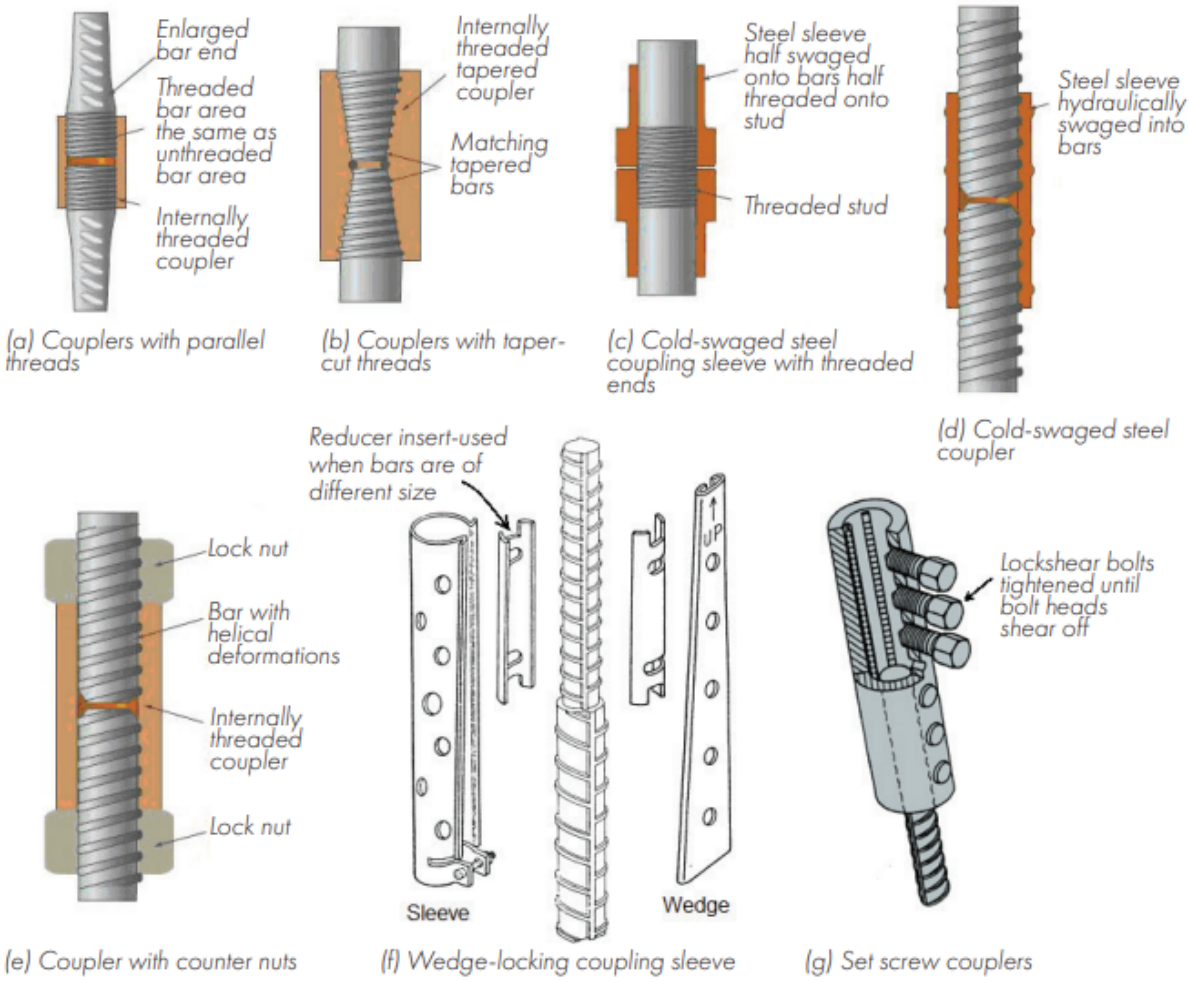


Рисунок 1.9 - Види з'єднання муфт: a) стандартна різьбова паралельна; b) конічна різьбова; c) з різьбовими кінцями; d) сталева штампована муфта; e) муфта з контргайками; f) муфта клинового запирання; g) гвинтова муфта.

3. Надати практичні рекомендації щодо вибору типу муфти залежно від діаметра арматури та умов бетонування.

Вибір оптимального типу муфти повинен ґрунтуватися на діаметрі арматури, конструктивних обмеженнях (можливість обертання стрижня) та вимогах до якості/сейсмостійкості конструкції.

Конструктивні умови та рекомендований тип муфт представлений в Таблиці 1.4

Таблиця 1.4

Діаметр Арматури	**Конструктивні Умови**	**Рекомендований Тип Муфти**	**Примітки**
Малий (≤20мм)	Стрижні можна обертати.	**Стандартна різьбова** (забезпечує найвищу якість) або **Опресована**.	Різьбові забезпечують найменший розмір стику.
Середній (22мм-32мм)	Стрижні не можна обертати (вже змонтовані випуски).	**Позиційна різьбова** (ліва/права різьба) або **Обжимна**.	Для великих діаметрів нахлест стає неекономічним і призводить до сильного загромадження.
Великий (≥30мм)	Стрижні не можна обертати.	**Опресована**	Обжимні системи економічніші для великих діаметрів, оскільки дозволяють уникнути великих нахлестів і перешкоджання бетонуванню.

Для арматури діаметром до 25 мм у місцях із невисоким рівнем навантажень (фундаменти, перекриття допоміжних приміщень) доцільно використовувати прямі різьбові муфти. Вони мають просту конструкцію, не потребують складного обладнання і забезпечують достатню міцність.

Для арматури 25–36 мм, особливо у зонах з великими зусиллями (колони, ригелі, трибуни спортивних залів), ефективними є конічні або компенсаційні муфти, що забезпечують самозатиск і мінімізують ризик розкручування при вібраціях або динамічних навантаженнях.

У випадках, коли бетонування виконується в умовах обмеженого простору (наприклад, у гніздах опор трибун або стінових вузлах), варто застосовувати муфти з короткою різьбою або пресові системи, які не вимагають додаткового провертання стрижнів під час монтажу.

При низьких температурах або підвищеній вологості перевагу слід надавати механічним муфтам із антикорозійним покриттям, що запобігає руйнуванню з’єднання під час витримування бетону.

ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

2.1. Розробка гіпотези та теоретичні передумови дослідження

Теоретичною основою дослідження є закони опору матеріалів і теорія залізобетону, відповідно до яких міцність елементів визначається сумісною роботою бетону та арматури, а ефективність стику арматури залежить від рівномірності передачі зусиль у зоні з'єднання. Це означає, що міцність і деформаційна поведінка муфтового стику можуть бути близькими до безперервного стержня [11]. При традиційному з'єднанні нахльостом або зварюванням виникають такі недоліки:

- перевитрата арматури на 10–20 % через перекриття стрижнів;
- нерівномірний розподіл напружень і ослаблення перерізу;
- утруднення бетонування через скупчення стрижнів у вузлах.

З огляду на це, висунуто гіпотезу, що застосування механічних муфтових з'єднань забезпечує:

1. передавання зусиль у межах міцності арматури без зниження несучої здатності;
2. зменшення густоти арматури у стикових зонах;
3. скорочення тривалості монтажних робіт і часу на бетонування;
4. покращення технологічної культури та точності складання арматурних каркасів.

Теоретичною передумовою є положення, що жорстке осьове з'єднання стрижнів із забезпеченням сумісності деформацій дозволяє розглядати муфтовий стик як еквівалент безперервного арматурного стрижня. Ця концепція підтверджується експериментами, проведеними в дослідженнях ACI 439.3R-15 (США), DIBt (Німеччина) та низкою українських інститутів (КНУБА, ХНУБА).

2.2. **Вибір методу та обґрунтування методики проведення дослідження**

Методика дослідження побудована на **поєднанні теоретичного аналізу, експериментальних спостережень і розрахункових оцінок**. Основні етапи програми дослідження:

2.2.1. Аналітичний етап

Огляд нормативних документів (ДСТУ 3760:2019, ДСТУ Б В.2.6-156:2010, ACI 318, EN 1992-1-1) та наукових джерел із класифікацією типів муфт, визначенням їх несучої здатності й вимог до контролю якості.

2.2.2. Теоретичний етап

Побудова моделі розподілу напружень у зоні муфти, визначення коефіцієнтів концентрації напружень і деформацій при осьовому розтягу, порівняння з аналогічними моделями для нахльостів і зварних стиків.

2.2.3. Експериментальний етап (імітаційний або натурний)

Виготовлення дослідних зразків (арматура Ø 16–25 мм, сталь S500) із різними типами муфт — різьбовими, опресовими та цементуючими. Проведення випробувань на розрив у лабораторних умовах із реєстрацією діаграм «зусилля-деформація».

2.2.4. Аналітико-економічний етап

Порівняння показників трудомісткості монтажу арматурних каркасів (у людино-годинах), споживання сталі, витрат часу на бетонування при традиційних і муфтових з’єднаннях.

2.3. Оброблення, аналіз і опис отриманих результатів

Оброблення результатів здійснюється методами математичної статистики з використанням середніх значень, стандартного відхилення та коефіцієнта варіації. Основні результати аналізуються за трьома напрямами:

- **Механічна ефективність:** визначення відношення руйнівного навантаження в зоні муфти до розрахункової міцності арматури. Розрив зразків за межами муфти підтверджує її надійність.

- **Технологічна ефективність:** зменшення часу монтажу арматури, зниження щільності вузлів, полегшення укладання та вібрування бетону.
- **Економічна ефективність:** зниження витрат сталі на 8–12 %, скорочення тривалості арматурних робіт на 20–30 %.

Результати зручно представити у вигляді таблиць порівнянь і графіків залежності «трудомісткість – тип з'єднання» та «економія матеріалу – тип конструкції».

2.4. Оцінювання результатів та формулювання висновків

Отримані результати дослідження підтверджують гіпотезу про те, що застосування муфтових (механічних) з'єднань арматури є **ефективним технічним і технологічним рішенням** у монолітному будівництві. Оцінювання проводилося за трьома групами критеріїв — міцнісними, технологічними та економічними показниками.

2.4.1. Міцність і надійність муфтових з'єднань

Експериментальні результати свідчать, що **несуча здатність муфтових стиків не поступається міцності суцільного арматурного стрижня**.

Зокрема, дослідження **Jacinto J. M. та Rabago F. P. C. (2023)** [12] показали, що при осьовому навантаженні руйнування зразків відбувається поза межами муфти, а коефіцієнт міцності стику становить 0,97–1,00 відносно неперервного стрижня (*Lecture Notes in Civil Engineering*, Springer Nature Singapore, DOI: 10.1007/978-981-99-4229-9_10).

Подібні результати наведені в роботі **Heidi Muhammad, Ashar Saputra, Andreas Triwiyono** [13] , де за результатами випробувань різьбових муфт із сталі S500 було отримано рівномірне передавання зусиль без втрати несучої здатності.

Українські випробування **Климовича І.М** [14], проведені в ДНДІБК Мінрегіону України, підтвердили, що при дотриманні монтажного крутного моменту муфтові з'єднання відповідають вимогам загальних технічних умов (ISO 6935-2:1991, NEQ) : ДСТУ 3760:2006.і можуть застосовуватись у конструкціях із розрахунковим напруженням до 400 МПа.

Таким чином, можна зробити висновок, що **коефіцієнт міцності муфтових з'єднань становить 0,95–1,00**, що забезпечує повноцінне сприйняття розтягувальних і стискальних зусиль.

2.4.2. Технологічна ефективність

Застосування муфт зменшує щільність арматури в місцях стикування, що позитивно впливає на **якість бетонування**. Згідно з даними висновків, наведених у статті /технічний огляд у Structure Magazine — „Mechanical Splices (Couplers) in Reinforced Concrete Constructions" (2024) **N. Subramanian** [15], де зазначено, що муфтові системи сприяють кращому ущільненню бетону в густоармованих елементах (колонах, вузлах рамних конструкцій) та забезпечують повторюваність геометрії стику.

Теоретичні дослідження **Aklilu Tezera et al. (2022)** [16] підтвердили, що при моделюванні методом кінцевих елементів напружено-деформований стан арматури з муфтами залишається рівномірним уздовж усього стику, без локальних перевантажень у зоні різьби.

2.4.3. Економічна ефективність

Порівняльний аналіз трудомісткості монтажу арматурних каркасів свідчить, що **використання муфт дозволяє скоротити тривалість арматурних робіт на 20–30 %**, особливо при діаметрах стрижнів понад Ø 20 мм.

Розрахунки **Й. Й. ЛУЧКО** (Львівський державний аграрний університет)**, А. Я. ПЕНЦАК, Р. Я. ПЕЛЕХ** (ТзОВ «Фірма Терміт», Львів) в своїй роботі «КОНСТРУКЦІЯ ТА РОЗРАХУНОК З'ЄДНАННЯ АРМАТУРНИХ СТЕРЖНІВ ОБТИСКНИМИ ВТУЛКАМИ» [17] показали, що заміна нахльостів довжиною 40–50 d на механічні муфти скорочує витрати сталі до 22 %.

Зарубіжні автори **Джіюн Лім** та **Сункук Кім (2024)** [18] підтвердили подібну тенденцію: при серійному використанні муфт витрати на арматурні роботи зменшуються до 56%, на 15% менше часу складання, на 17% нижчих витрат і на 26% нижчих викидів CO2. (*Preprint / Data-driven study — Lim J. (2024). Data-Driven Approach for Selecting Mechanical Rebar Couplers (preprint)*).

2.4.4. Узагальнений висновок

Отже, сукупність наведених експериментальних і теоретичних результатів дозволяє стверджувати, що застосування механічних муфт у монолітному будівництві:

- забезпечує **міцність стику на рівні суцільного арматурного стрижня** (0,95–1,0);
- зменшує густоту армування у вузлах на 20–25 %, що покращує якість бетонування;
- скорочує трудомісткість монтажу та витрати матеріалів на 15–30 %;
- підвищує технологічну надійність і повторюваність процесів армування.

Таким чином, результати підтверджують достовірність гіпотези та **доводять ефективність муфтових з'єднань як сучасного конструктивно-технологічного рішення** у сфері монолітного бетонування.

Вітчизняний досвід застосування муфтових з'єднань

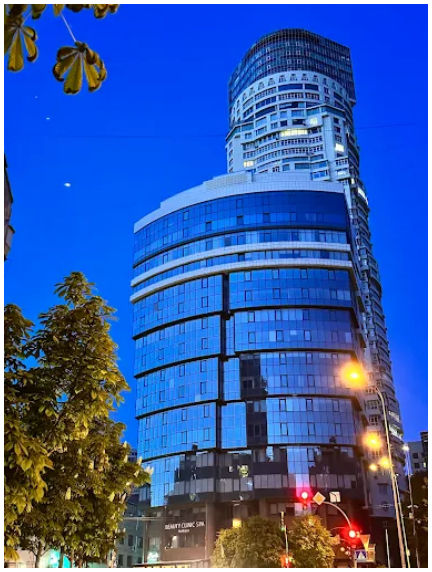


Рисунок 2.1 - Карнегі Центр м. Київ

Будівництво завершено в 2012 році

Рисунок 2.2 - ЖК Альтаїр м. Одеса
Будівництво завершено в 2012 році

Рисунок 2.3 - Новий термінал
Аеропорту «Львів» м. Львів
Будівництво завершено в 2015 році

Рисунок 2.4 - ТРЦ «River-Mall» м. Київ
Будівництво завершено в 2014 році

Рисунок 2.5 - БЦ Торонто-Київ м. Київ
Будівництво завершено в 2019 році

Рисунок 2.6 - ТРЦ «Нікольський» м. Харків
Будівництво завершено в 2017 році

Рисунок 2.7 - ЖК Комфорт Парк м. Чернівці
Будівництво завершено в 2017 році

Світовий досвід застосування муфтових з’єднань

Рисунки 2.8, 2.9 - Jeddah Tower Саудівська Аравія Найвищий хмарочос у світі,

Рисунок 2.10 - Лікарня «Hipolito Unanue» м. Такна, Перу
Будівництво завершено в 2019 році

Рисунок 2.7 - MahaNakhon Tower Таїланд, Бангкок

Найвищий хмарочос 77 поверхів

Рисунок 2.7 - Палац мистецтв Ciudad de la Ciencia в Валенсії, Іспанія

Будівництво завершено в 2016 році 334 метри

2.5 Висновки

У результаті виконаного дослідження обґрунтовано технічну, технологічну та економічну доцільність застосування механічних муфтових з’єднань арматури в монолітному залізобетонному будівництві. Аналіз теоретичних положень опору матеріалів і теорії залізобетону, узагальнення вітчизняного та світового досвіду, а також результати експериментальних і розрахункових досліджень підтверджують, що муфтові стики здатні забезпечувати повноцінну передачу зусиль на рівні суцільного арматурного стрижня.

Встановлено, що при правильному виборі типу муфти та дотриманні технології монтажу коефіцієнт міцності муфтових з’єднань становить 0,95–1,00, а руйнування зразків відбувається, як правило, поза межами стику. Це свідчить про їх високу надійність і можливість застосування в відповідальних конструкціях, зокрема в умовах дії значних статичних, динамічних і сейсмічних навантажень.

Дослідження показали, що використання муфтових з’єднань суттєво зменшує загромадження арматури в стикових зонах, покращує умови укладання та ущільнення бетонної суміші, знижує ризик утворення дефектів бетону та сприяє підвищенню довговічності конструкцій. З технологічної точки зору застосування

муфт дозволяє скоротити тривалість арматурних робіт на 20–30 %, підвищити точність складання каркасів і забезпечити стабільну якість виконання робіт.
Економічна оцінка підтвердила ефективність муфтових з’єднань за рахунок зменшення витрат арматурної сталі, усунення довгих нахльостів і скорочення трудомісткості монтажу. Отримані результати свідчать про можливість зниження матеріальних витрат у межах 15–30 % залежно від діаметра арматури та умов будівництва, а також про позитивний вплив на загальну організацію бетонувальних процесів.

Таким чином, механічні муфтові з’єднання арматури є ефективним сучасним конструктивно-технологічним рішенням, що відповідає чинним національним і міжнародним нормативним вимогам. Їх застосування дозволяє підвищити надійність і якість монолітних залізобетонних конструкцій, оптимізувати технологію виконання робіт та забезпечити раціональне використання матеріальних і трудових ресурсів. Отримані висновки можуть бути використані при проєктуванні, експертизі та впровадженні інноваційних рішень у практику сучасного монолітного будівництва.

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Вихідні данні

Будівля, що проектується, представляє собою спортивний комплекс у м. Кременчук. Район будівництва згідно з [6] відноситься до першої температурної зони. Глибина промерзання грунту – 1,0 м; Розрахункова температура зовнішнього повітря [6]: середня температура, найбільш холодної п'ятиденки – -23ºС. Відносна вологість навколишнього повітря перевищує 75% тільки декілька тижнів протягом року. Сейсмічність майданчика будівництва менше 6 балів; Загальні характеристики об'єкту: 1. Клас наслідків (відповідальності) – СС2 (середні наслідки) [3]; 2. Ступінь вогнестійкості – I – з огороджувальними конструкціями з газобетоних блоків та покриття і перекриття з монолітних залізобетонних плит [8]; 3. Ступінь довговічності –I – з тривалістю експлуатації 100 років.

3.1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва» (з урахуванням Зміни №1).

2. ДСТУ В.1.2-14:2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ».

Відповідно до п.4.2 ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 категорія складності визначається за показниками таблиці А.1 додатка А.

Характеристики об'єкту:

- Загальна площа приміщень першого поверху (найбільший поверх) – 2812,0 м².
- Загальна площа приміщень другого поверху – 1313,0 м².
- Загальна площа приміщень третього поверху – 578,5 м².
- Загальна площа приміщень четвертого поверху – 407,5 м².
- Загальна площа приміщень складає – 5111,5 м².
- Будівельний об'єм – 33000,0м³.

3.1.2. Техніко-економічні показники:

Вид будівництва: нове будівництво.

Загальна кошторисна вартість будівництва, в т. ч. будівельних робіт, устаткування, інших витрат (тис. грн..).: 188363,800тис.грн

Поверховість (поверх): 1 (спортивні зали) / 4 поверхи (адміністративна частина)

Ступінь вогнестійкості будівлі II

- Загальна площа (м2)-5111,5 м²;
- Корисна площа (м2)-4204,0 м³;
- Будівельний об'єм будівлі (м3)-33000,0 м³;
- Кількість створених робочих місць (місце)-28.

3.2 Архітектурно-конструктивне рішення будівлі

3.2.1 Стіни

Стіни будівлі виконують дві основні функції: захист і огородження від зовнішніх впливів та передачу навантажень на фундаменти. Зовнішні стіни виконують роль самонесучих огороджувальних конструкцій і можуть бути додатково утеплені та оздоблені для покращення теплоізоляції та зовнішнього вигляду будівлі. Внутрішні стіни, залежно від потреб та вимог, можуть бути зроблені з різних матеріалів, таких як силікатна цегла, газобетон або система ГКЛ (гіпсокартонних плит), і вони служать як перегородки між приміщеннями, розділяючи їх на окремі зони і забезпечуючи зручність використання простору.

3.2.2. Колони

Монолітні залізобетонні колони є елементами, які використовуються в усій будівлі. Вони виготовляються шляхом заливання бетону у форми з арматурою. Оскільки колони несуть великі навантаження, арматура в них відіграє важливу роль у забезпеченні несучої здатності та міцності.

Докладніші відомості про армування та переріз колон можна знайти в розділі "Конструктивні рішення" проекту будівлі. Там будуть надані детальні креслення, розміри, типи арматури та інші технічні характеристики, необхідні для правильного виконання робіт зі спорудження колон і забезпечення їх відповідності проектним вимогам.

3.2.3. Перекриття

Плити перекриття виконують роль діафрагм жорсткості у будівлі. Це монолітні залізобетонні структури, які не мають балок і прямо покривають проміжок між стінами або колонами. Вони переносять навантаження від верхніх поверхів будівлі на опорні елементи, такі як стіни або колони.

Плити перекриття є важливими елементами конструкції будівлі, оскільки вони забезпечують не тільки перенесення навантажень, але й жорсткість і стійкість будівлі від дії горизонтальних навантажень, таких як вітрові чи сейсмічні навантаження. Вони також можуть використовуватися для створення різних рівнів у будівлі та створення просторів для різних функцій.

Монолітні залізобетонні плити перекриття зазвичай виготовляються на місці будівництва, шляхом заливання бетону в поклажений арматурою опалубку.

Вони можуть мати різну товщину залежно від величини перекритого проміжку і вимог конструкції.

3.2.4. Фундаменти

Фундаменти є стовпчастими монолітними залізобетонними структурами, які

призначені для підтримки та розподілу навантаження від будівлі на грунт. Вони забезпечують стійкість та надійність конструкції, а також запобігають осіданню та деформаціям.

Огороджувальні конструкції виконані у формі набірних сендвіч-касет. Ці касети складаються з двох металевих плівок, які закривають утеплювач усередині. Утеплювач зазвичай має товщину 110 мм і використовується для забезпечення теплоізоляції будівлі. Огороджувальні конструкції є легкими, зносостійкими та ефективно ізолюють будівлю від зовнішнього середовища.

Оцинкований профнастил з полімерним покриттям використовується для обшивки огороджувальних конструкцій. Цей матеріал є надійним, міцним та стійким до корозії. Полімерне покриття надає додаткової захисту від впливу атмосферних чинників та додає естетичний вигляд до зовнішнього оформлення будівлі.

Такі розробки у будівельній індустрії дозволяють створити оптимальні рішення для забезпечення ефективності, міцності, теплоізоляції та естетики будівельних конструкцій.

3.3 Інженерне обладнання та опорядження будівлі

3.3.1. Вентиляція

У будівлі передбачена штучна вентиляція, що забезпечує постійний обмін повітря у приміщеннях. Вентиляційні канали використовуються для видалення використаного повітря з приміщень. Ці канали розташовуються у стінах або підлозі будівлі і з'єднані з вентиляційними пристроями, такими як вентиляційні вентилятори або витяжні шахти.

Притікання свіжого повітря зовні організоване через спеціально встановлені клапани на вікнах. Ці клапани регулюють впуск свіжого повітря у приміщення з метою забезпечення необхідної вентиляції. Крім того, на вікнах можуть бути встановлені клапани для провітрювання приміщень. Це дає можливість користувачам провітрювати приміщення за потреби, особливо в періоди, коли штучна вентиляція може бути обмежена або вимкнена.

Забезпечення правильної вентиляції у будівлі є важливим аспектом для забезпечення комфорту та здоров'я приміщень. Штучна вентиляція разом з використанням клапанів на вікнах дозволяє підтримувати оптимальні умови повітря в будівлі, забезпечуючи свіжий, чистий повітря для користувачів.

3.3.2. Водопостачання

Вода для будівлі надається з центрального водопроводу, що забезпечує постачання холодної води. У проекті будівлі передбачена тупикова система для холодного водопостачання, що означає, що кожне приміщення має окреме

водопровідне гіллясте розгалуження від точки підключення до центрального водопроводу. Це дозволяє керувати та регулювати постачання холодної води до окремих приміщень будівлі.

Для обліку споживання води в будівлі встановлено водомірний вузол, який включає лічильник ЛВОК-15. Цей лічильник є приладом, який вимірює об'єм холодної води, яка споживається в будівлі. Це дозволяє контролювати та вести облік споживання води.

Внутрішні мережі для холодного та гарячого водопостачання в будинку виготовлені з металопластикових труб. Металопластикові труби є популярним варіантом для внутрішніх водопровідних систем, оскільки вони поєднують в собі міцність металевої основи та хімічну стійкість полімерного покриття.

Для приготування гарячої води використовуються комбіновані котли, які поєднують в собі можливість опалювання та нагрівання води. Ці котли забезпечують нагрівання води для використання у внутрішній системі гарячого водопостачання будівлі.

Використання металопластикових труб, лічильників та комбінованих котлів сприяє забезпеченню надійного та ефективного водопостачання в будівлі, а також контролю та економії споживання води.

3.3.3. Каналізація

Оснащення каналізації будівлі включає підключення до центральної міської каналізаційної мережі. Внутрішня каналізаційна мережа в будівлі складається з поліпропіленових труб з профільованою стінкою. Ці труби виготовляються відповідно до європейської норми prEN13476-1 та технічних умов AT/2006-02-1584.

Використання поліпропіленових труб з профільованою стінкою має декілька переваг. Вони мають високу міцність, стійкість до корозії, водонепроникність та довговічність. Крім того, ці труби добре переносять великі навантаження і забезпечують герметичну систему каналізації.

У зовнішній каналізації в будівлі використовуються труби та фасонні частини з ПВХ матеріалу. Полівінілхлорид (ПВХ) є популярним матеріалом в системах каналізації, оскільки він є стійким до хімічних впливів, має високу міцність та довговічність. Труби та фасонні частини з ПВХ матеріалу забезпечують надійну і герметичну систему зовнішньої каналізації.

Дотримання європейських норм та використання відповідних матеріалів у внутрішній та зовнішній каналізації будівлі є важливим для забезпечення надійності, ефективності та тривалості роботи системи каналізації.

3.3.4. Електропостачання

Електропостачання будівлі забезпечується від загальної електромережі, яка є

основним джерелом електроенергії. Для прокладання електропроводки в будівлі перед оштукатурюванням внутрішніх стін та перегородок використовуються спеціальні кріпильні елементи, які дозволяють стійко закріпити проводи до будівельних конструкцій.

У разі необхідності, наприклад, для прокладання електричних проводів у стінах та перекриттях, можуть бути свердління отворів. Це дозволяє прокладати проводи від одного приміщення до іншого або до електроустановок, таких як розетки або вимикачі.

Важливо правильно планувати прокладання електропроводки в будівлі, враховуючи потреби в електропостачанні в кожному приміщенні. Крім того, важливо дотримуватися електротехнічних норм і правил безпеки під час прокладання і монтажу електричних проводів, щоб забезпечити безпеку користувачів будівлі та надійну роботу електроустановок.

3.3.5. Телекомунікаційні мережі

У будівлі передбачена прокладка кабельної лінії з напругою 0,4 кВт. Ця кабельна лінія використовує провід СІП з перетином 4х16 мм2. Провід СІП є електротехнічним кабелем, призначеним для передачі електроенергії з низькою напругою до 1 кВт. У даному випадку, провід СІП з перетином 4х16 мм2 означає, що в кабельній лінії використовуються чотири проводи з кожен має перетин 16 мм2.

Поряд з кабельною лінією, у будівлі також наявна телефонна лінія. Телефонна лінія призначена для передачі голосу і даних шляхом електричних сигналів. Зазвичай, телефонні лінії використовують мідні проводи, які забезпечують передачу сигналу у вигляді аналогових або цифрових сигналів.

Обидві лінії - як кабельна лінія і телефонна лінія - використовуються для передачі різноманітних комунікаційних сигналів в будівлі, що дозволяє забезпечити ефективну комунікацію та забезпечити необхідні послуги для користувачів.

3.3.6. Покрівля

Стріла, використовувана у будівництві, може мати пласку форму і виготовлятися з рулонних матеріалів. Ці матеріали, такі як мембранний покрівельний матеріал або гідроізоляційна плівка, можуть бути нагріті та наплавлені для створення герметичного шару.

У верхньому шарі стріли може використовуватися бронювання з гравію. Бронювання забезпечує захист від пошкоджень і стирання товщини стріли. Гравій є зносостійким матеріалом, який забезпечує додаткову міцність та тривалість стріли.

Такі конструкції стріл використовуються для створення герметичних шарів у

будівельних конструкціях, таких як дахи або покриття на горизонтальних поверхнях. Вони дозволяють ефективно захищати будівлі від проникнення вологи та утворення подряпин, які можуть викликати пошкодження та проникнення води в будівлю. Бронювання з гравію забезпечує додаткову міцність та стійкість стріли до зносу, що забезпечує тривалий термін експлуатації конструкції.

3.4. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

3.4.1. Вихідні дані:

Згідно карти-схеми температурних зон України Кременчуг відноситься відноситься до 1-ї температурної зони. Нормована величина опору теплопередачі для даної температурної зони згідно [6] становить Rн=4м2 ·К/Вт. Згідно з табл. Г1 [6] вологісний режим приміщень нормальний, що для громадських будинків відповідає вологості φ=50% і знаходиться в межах 50% ≤ φв ≤ 60% внутрішнього повітря при температурі tв=20 °С, що відповідає інтервалу 12°С ≤ tв ≤ 24°С. Тому за табл. 1 [6] прийнято умови експлуатації Б.

Конструкція стіни обрано виходячи з умов необхідного фактичного опору теплопередачі. Вона виключає виникнення точки роси в утеплювачі і містить наступні шари (починаючи з внутрішньої поверхні):

- Внутрішня штукатурка: δ1= 10 мм; λ1=0,93 Вт/м^2·К
- Газобетона кладка: δ2= 200 мм; λ2=0,5 Вт/м^2·К
- Мінераловатні плити: δ3= 130 мм; λ3=0,034Вт/м^2·К
- Металеві касети на шарнірному фасаді.

Оскільки повітряний зазор вентилюється, теплопередача розраховується для шарів від внутрішньої поверхні до повітряного зазору, за винятком повітряно-водяної ізоляції, термічний опір якої є незначним.

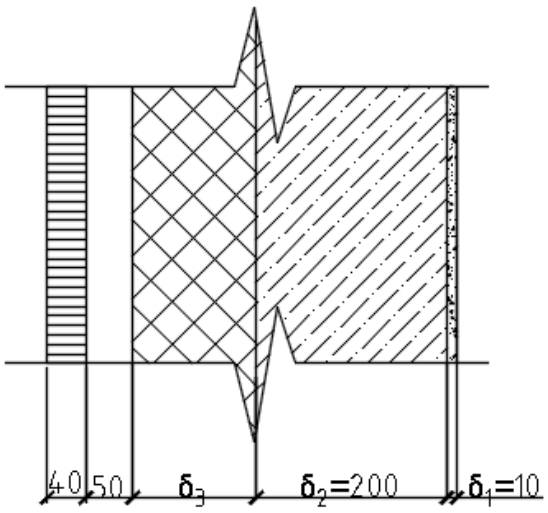


Рисунок 3.1 – Стіна в розрізі

Термічний опір одношарової конструкції обчислюємо за формулою:

$R=\delta/\lambda$; (1.1)

де R – термічний опір однорідної конструкції, м; δ - товщина шару однорідної конструкції; λ – коефіцієнт теплопровідності Вт/м·С

Термічний опір першого шару за формулою 1.1:

$R_1 = \delta 1/\lambda 1 = 0{,}010/0{,}93 = 0{,}011$ Вт/(м^2 ·К);

$R_2 = \delta 2/\lambda 2 = 0{,}2/0{,}5 = 0{,}4$ Вт/(м^2·К);

$R_3 = \delta 3/\lambda 3 = 0{,}13/0{,}034 = 3{,}8$ Вт/(м^2·К);

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі для даної кліматичної зони:

$$R_{q,min}=4{,}0 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт},$$

Для опалювальних будівель обов'язкове виконання умови:

$$R_{\Sigma,пр} \geq R_{q,min},$$

де сумарний опір теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції обчислюється за формулою:

$$R\Sigma,пр=1/\alpha в+\Sigma R+1/\alpha 3, \quad (1.2)$$

де αв – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні огороджуючої конструкції, αв=8,7(м^2·К)/Вт); α3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої конструкції, α3=23 (м^2·К)/Вт); RΣ,пр = 4,3 (Вт/(м^2 ·К);

Отже, опір теплопередачі даної стінової конструкції забезпечено.

Перевірка виконання умови:

$$R_{\Sigma,пр} \geq R_{q,min},$$

$R_{\Sigma,пр} = 4{,}3$ м^2·К/Вт $\geq R_{q,min} = 4{,}0$ м^2·К/Вт – умова виконується.

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

4.1 Основні положення розрахунків фундаментної плити

У цьому розділі виконується аналіз міцності та осадження фундаментної плити житлового комплексу у м. Кременчук.

Згідно з ДБН В.2.6-98:2009, розрахунки виконуються для двох груп граничних станів:

- Перша група (повна непридатність для експлуатації) включає розрахунки міцності та стійкості системи будівлі-фундамент, а також окремих елементів будівлі;

- Друга група (непридатність для нормальної експлуатації) включає розрахунки на утворення тріщин та визначення деформацій. Умова для уникнення граничних станів виражається рівнянням:

$$\gamma_c * N_p \leq R * \frac{\gamma_{lc}}{\gamma_n}$$

де γ_c – це коефіцієнт взаємодії навантажень у розрахунках за граничними станами. У період нормальної експлуатації основне сполучення навантажень має значення 1,0, а в період будівництва та ремонту - 0,95. Для особливого сполучення навантажень і впливів цей коефіцієнт становить 0,9. У розрахунках за граничними станами другої групи коефіцієнт повторно становить 1,0.

N_p – це розрахункове значення узагальненого силового впливу, такого як сила, момент, напруга або інший параметр, яке визначається з урахуванням коефіцієнта надійності при завантаженні γ_f.

R – розрахункове значення узагальненої несучої здатності, деформації чи іншого параметра, враховуючи коефіцієнт надійності за матеріалом чи грунтом.

γ_{lc} – коефіцієнт умов роботи, який враховує тип споруди, конструкції, основи, матеріал, наближеність розрахункових схем та інші фактори, встановлені нормативами.

γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю споруди, що враховує капітальність і значимість наслідків при граничних станах.

Оцінка міцності фундаментної плити включає такі кроки:

1. Визначення нормативних і розрахункових навантажень і впливів.
2. Визначення напружено-деформованого стану.
3. Розрахунок армування.
4. Розрахунок за деформаціями і осадками.

Напружено-деформований стан конструкцій визначався за допомогою чисельного методу дискретизації суцільного середовища, а саме методу кінцевих елементів, який реалізований у програмному комплексі МОНОМАХ САПР. Розрахунок піддатливості основи виконувався відповідно до схеми лінійно-

пружного півпростору в програмному комплексі МОНОМАХ САПР. На основі отриманих значень зусиль, враховуючи допустиму ширину розкриття тріщин, що регламентується у ДБН В.2.6-98:2009, проводився розрахунок армування.

4.2. Вихідні дані для розрахунку

Будівля складнооі форми в плані. На ділянці розміщена адміністраційна частино спортивно оздаровчого комплексу.

Просторова жорсткість будинку забезпечується за рахунок роботи горизонтальних і вертикальних несучих конструкцій будинку – колон каркасу, монолітного перекриття, і монолітних сходових клітин, діафрагм жорсткості.

Фізико-механічні характеристики грунтів основи наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Фізико – механічні характеристики ґрунтів основи

№ шару	Найменування грунту	Свердловини						P_c,г/см^3	$P_{s,г/см_3}$	w, %	φ, °	с, кг/см^2	Е, кг/см^2
		№1		№2		№3							
		h	H	h	H	h	H						
1	Рослинний шар	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,4					
2	Супісок	2,8	3,2	2,3	2,7	1,6	2	1,8	2,7	0,20	22	0,07	135
3	Пісок	4,9	8,1	4,4	7,1	4,0	6	1,9	2,73	0,15	28	0,05	150
4	Глина	9,2	17,3	9,9	17	10,1	16,1	2,1	2,75	0,25	17	0,1	250
	РГВ, м	10,0		10,2		10,5							

4.3. Методика розрахунку коефіцієнтів постелі С1, С2

Для визначення коефіцієнтів постелі використовуються середні значення модуля деформації $E_{гр}$ і коефіцієнта Пуассона $V_{гр}$, обмежені заданою глибиною стисливої товщі H_c.

$E_{гр}$ = 31700 Кн/м$_2$

$Vгр$ = 0,45

Коефіцієнт постелі С1 визначається на основі середніх значень модуля деформації та коефіцієнта Пуассона ґрунту:

$$C_1 = \frac{E_{гр}}{H_C \times (1 - 2V_{гр}^2)} = \frac{31700}{9 \times (1 - 2 \times 0{,}45^2)} = 5919{,}7 \text{ Кн/м}^3$$

Коефіцієнт постелі С2 визначається за формулою:

$$C_2 = \frac{C_1 \times H_c^2(1 - 2v_{гр}^2)}{6 \times (1 + 2v_{гр}^2)} = \frac{5919{,}7 \times 9^2(1 - 2 \times 0{,}45^2)}{6 \times (1 + 2 \times 0{,}45^2)} = 33843{,}4 \text{ Кн/м}$$

4.4. Розрахунок міцності монолітної фундаментної плити

Результати розрахунку осадки фундаменту показані на рисунку 1.
Результати розрахунків НДС фундаменту показані на рисунках 2– 6.
Результати розрахунків армування фундаменту показані на рисунках 7 -10.

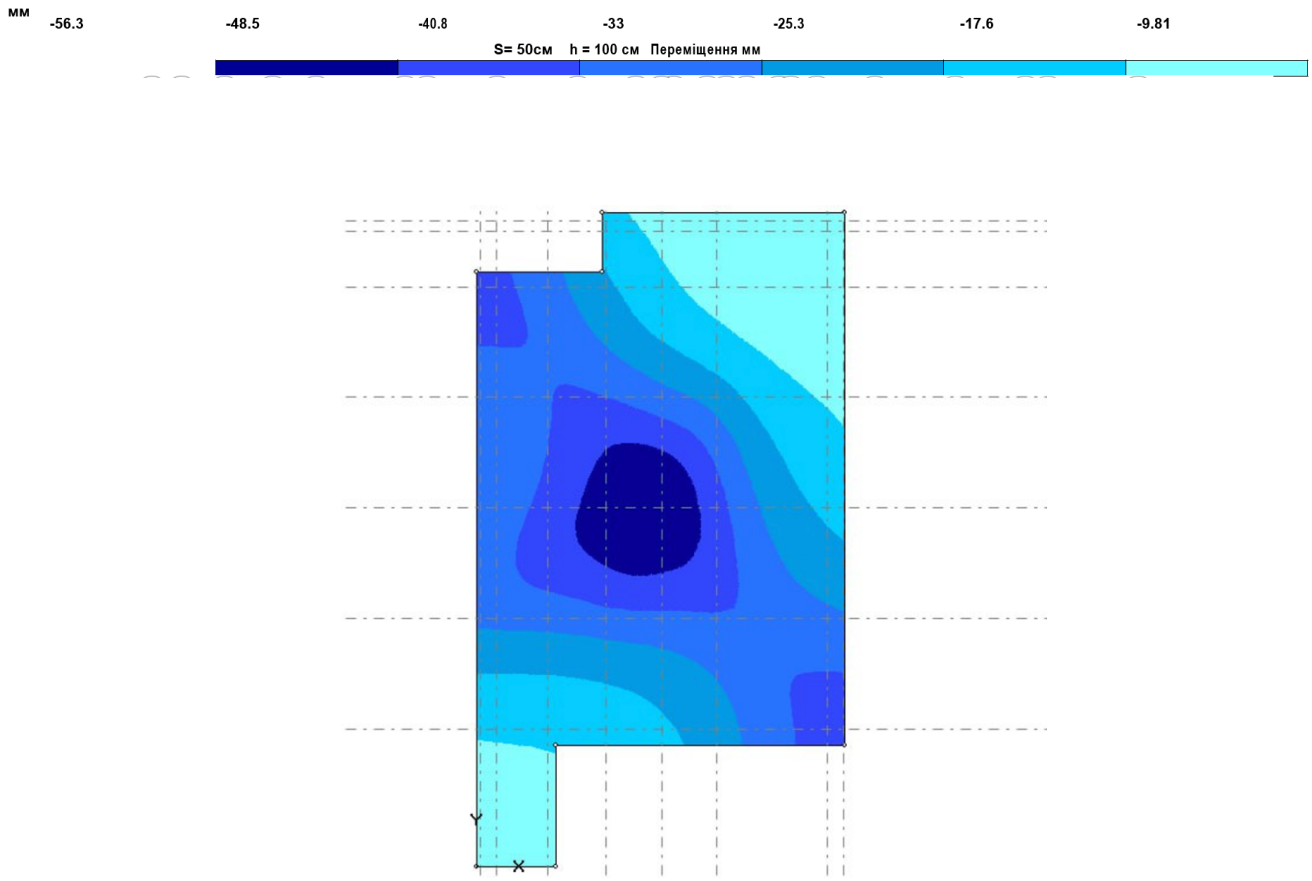


Рисунок 4.1 – Осадка фундаментної плити, мм

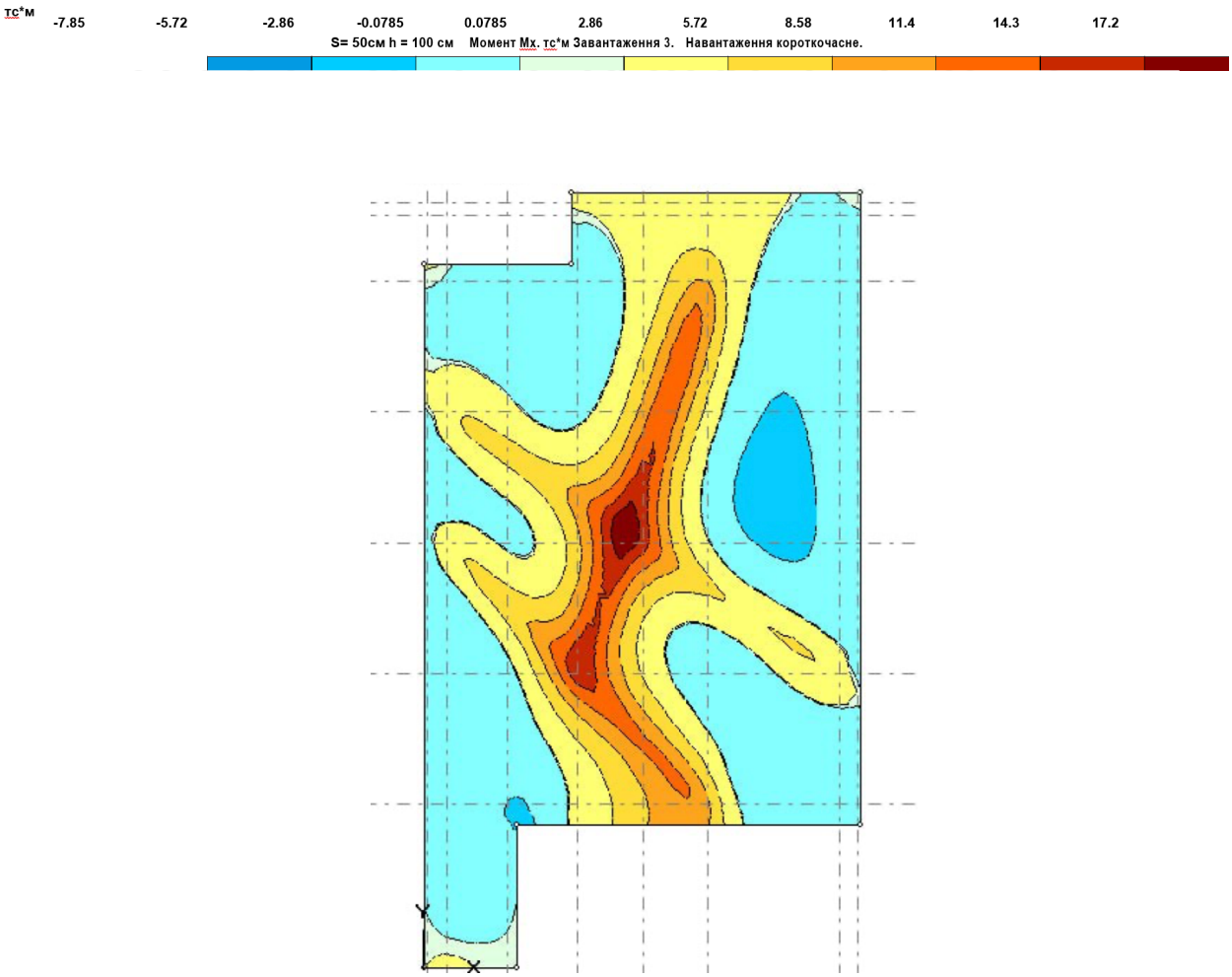


Рисунок 4.2 – Ізополя напружень по Мх, кПа

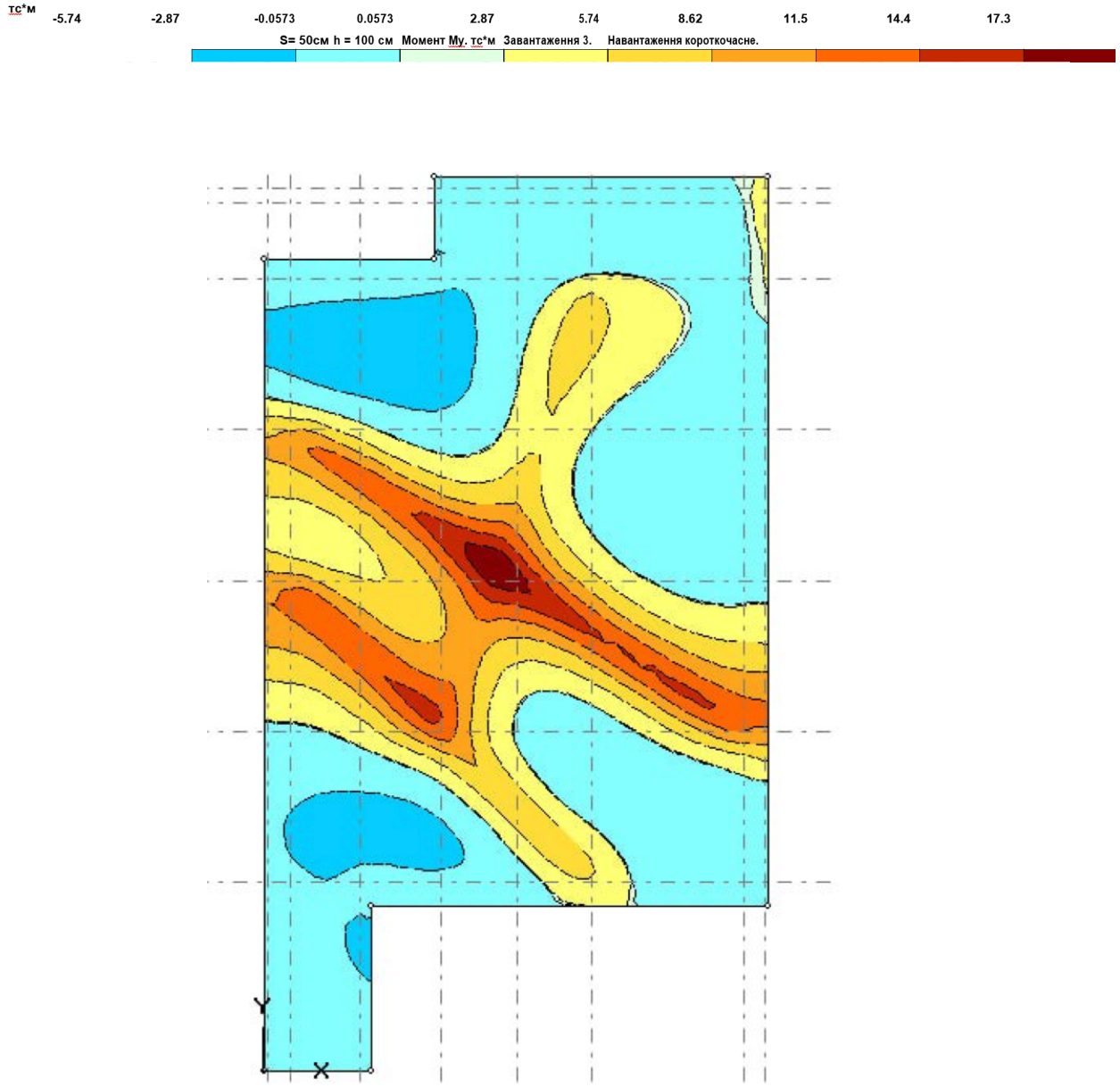


Рисунок 4.3 – Ізополя напружень по My, кПа

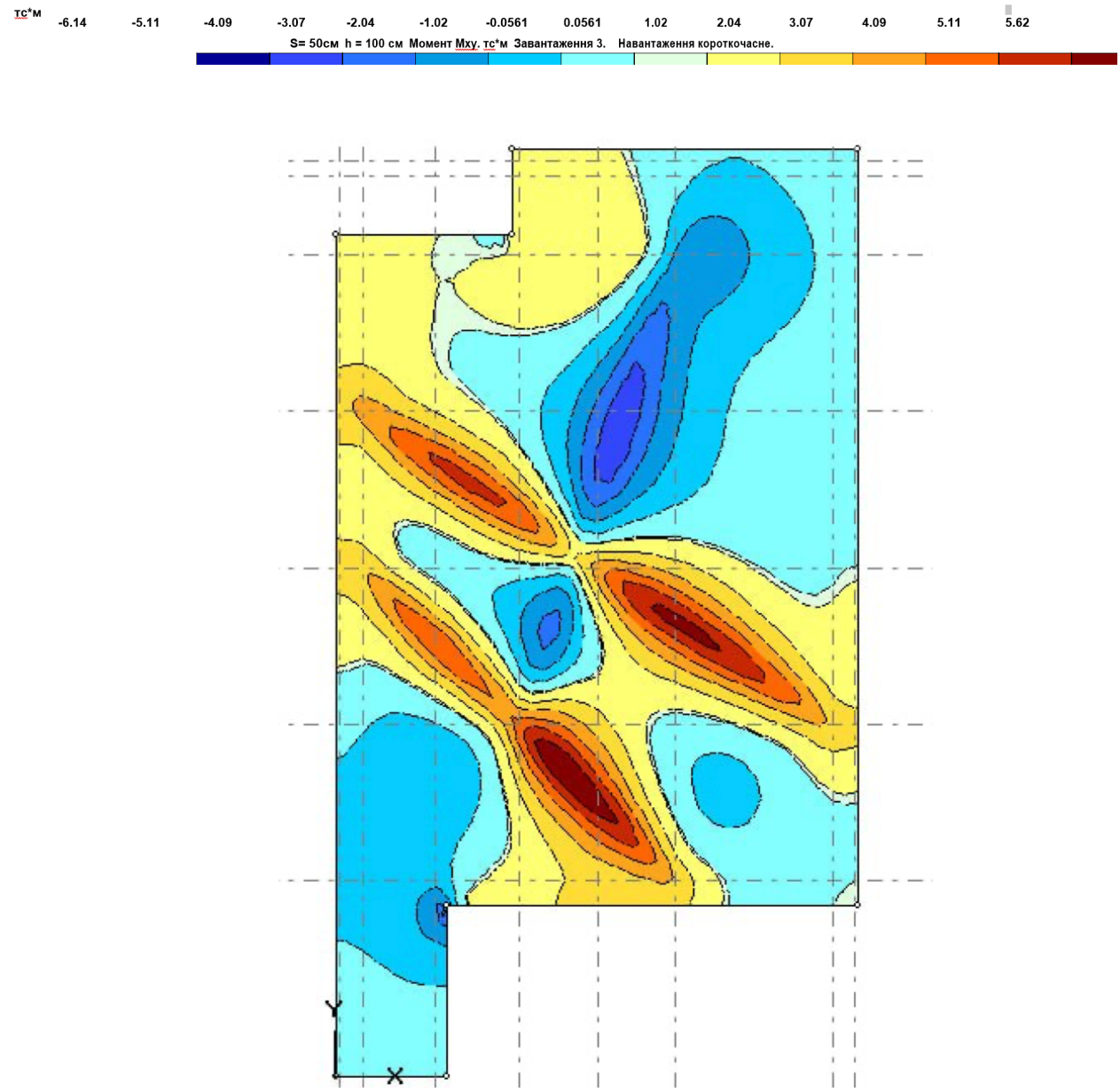


Рисунок 4.4 – Ізополя напружень по Мху, кПа

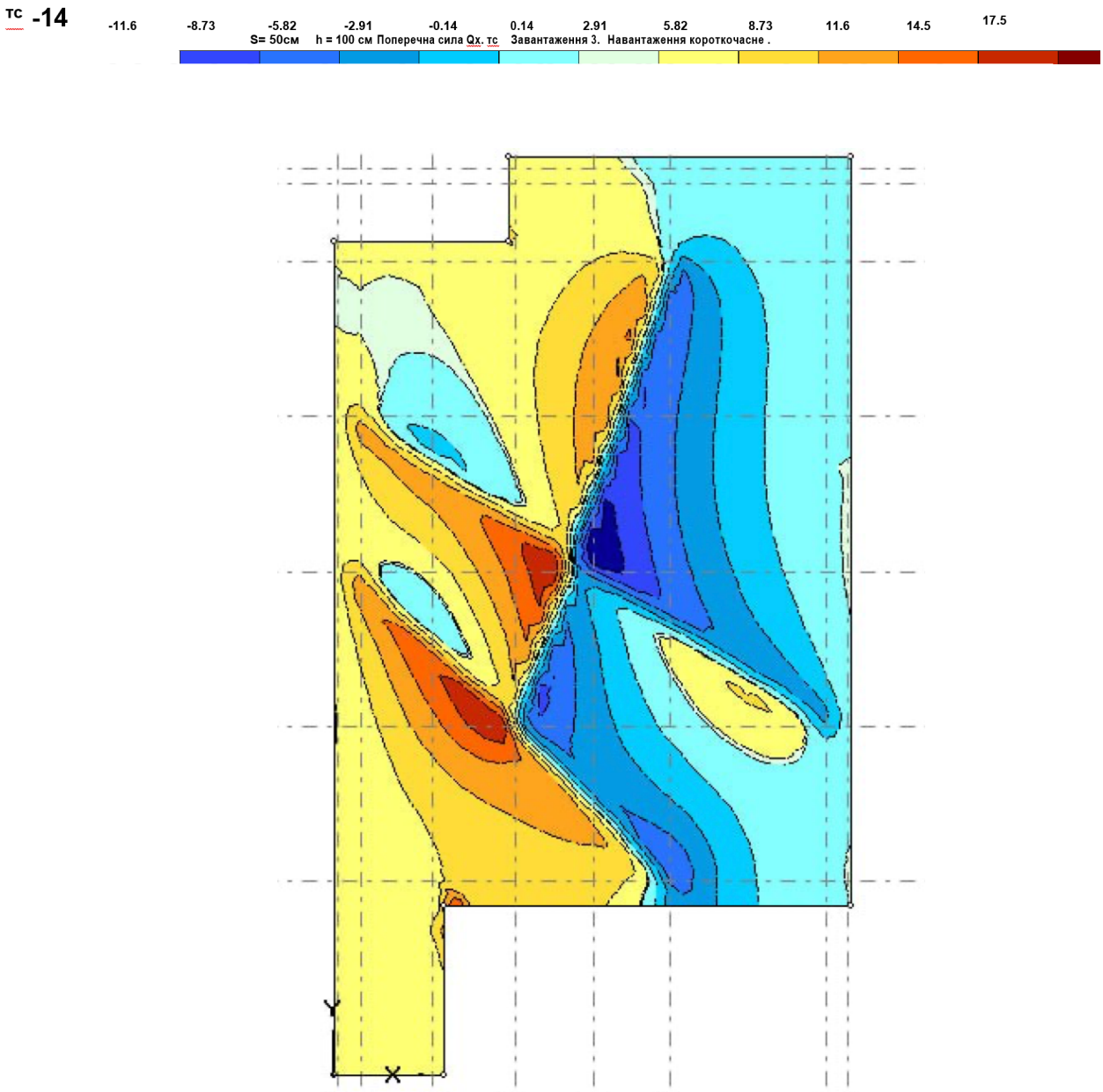


Рисунок 4.5 – Ізополя напружень по Qx, кПа

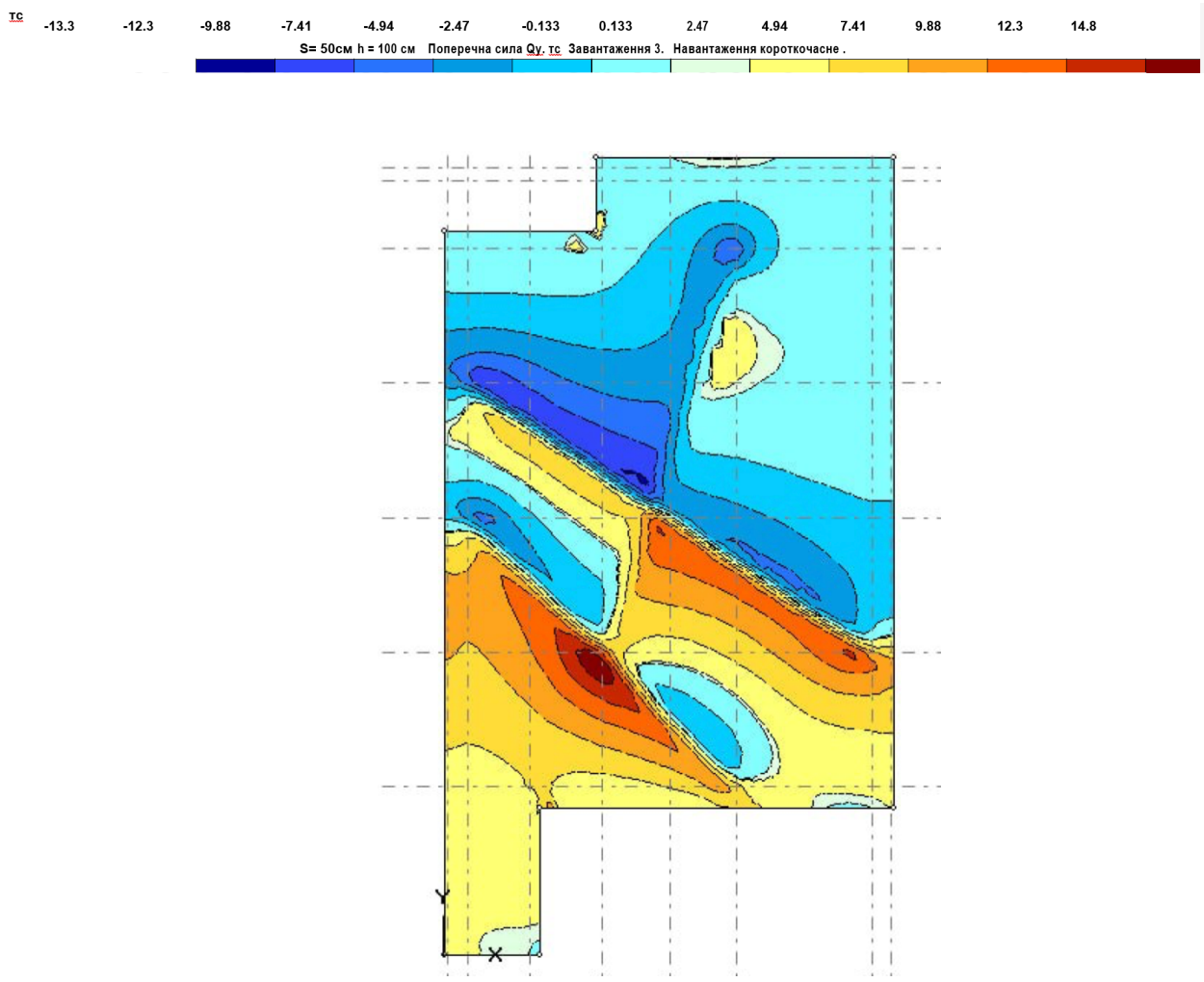


Рисунок 4.6 – Ізополя напружень по Qy, кПа

Площа перерізу повздовжньої арматури по напрямку осі X у верхній грані, см2/м

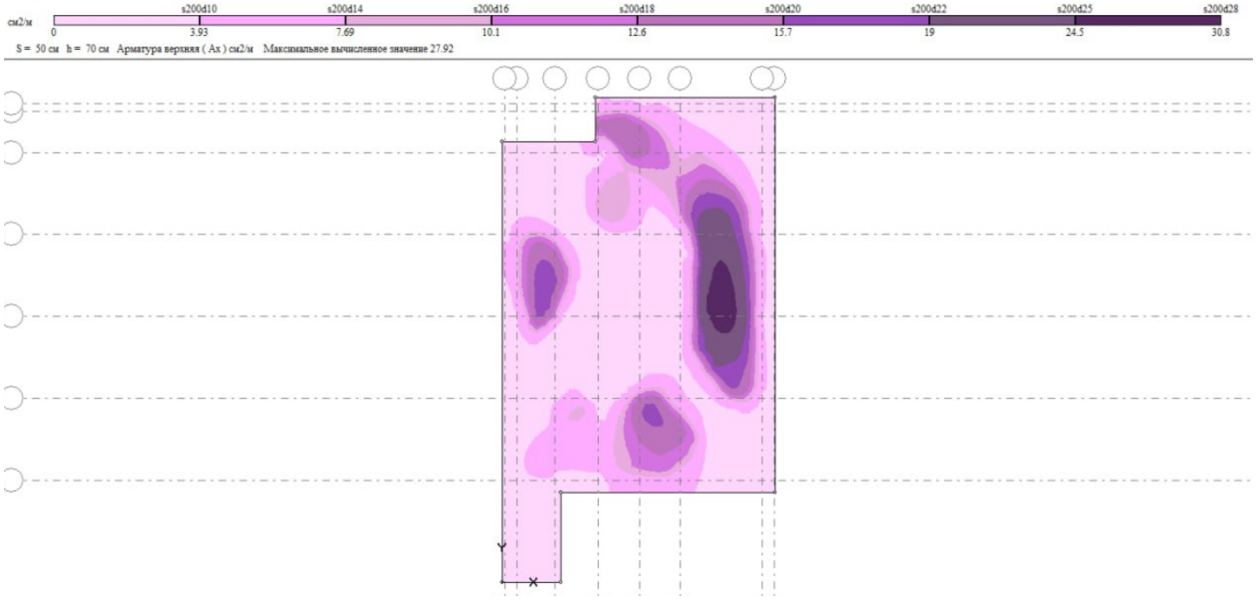


Рисунок 4.7 – Результат розрахунків армування фундаментної плити.

Площа перерізу повздовжньої арматури по напрямку осі Y верхньої грані, см2/м

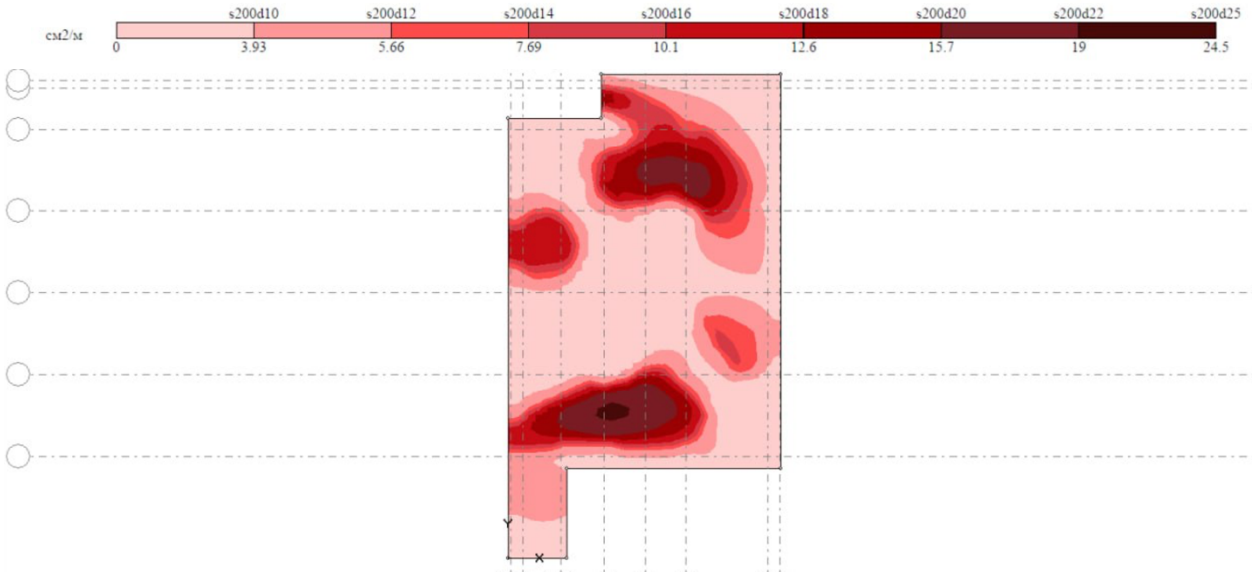
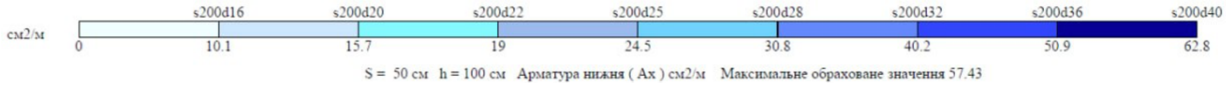


Рисунок 4.8 – Результат розрахунків армування фундаментної плити.

Площа перерізу повздовжньої арматури по напрямку осі X у нижній грані, см2/м



S = 50 см h = 100 см Арматура нижня (Ax) см2/м Максимальне обраховане значення 57.43

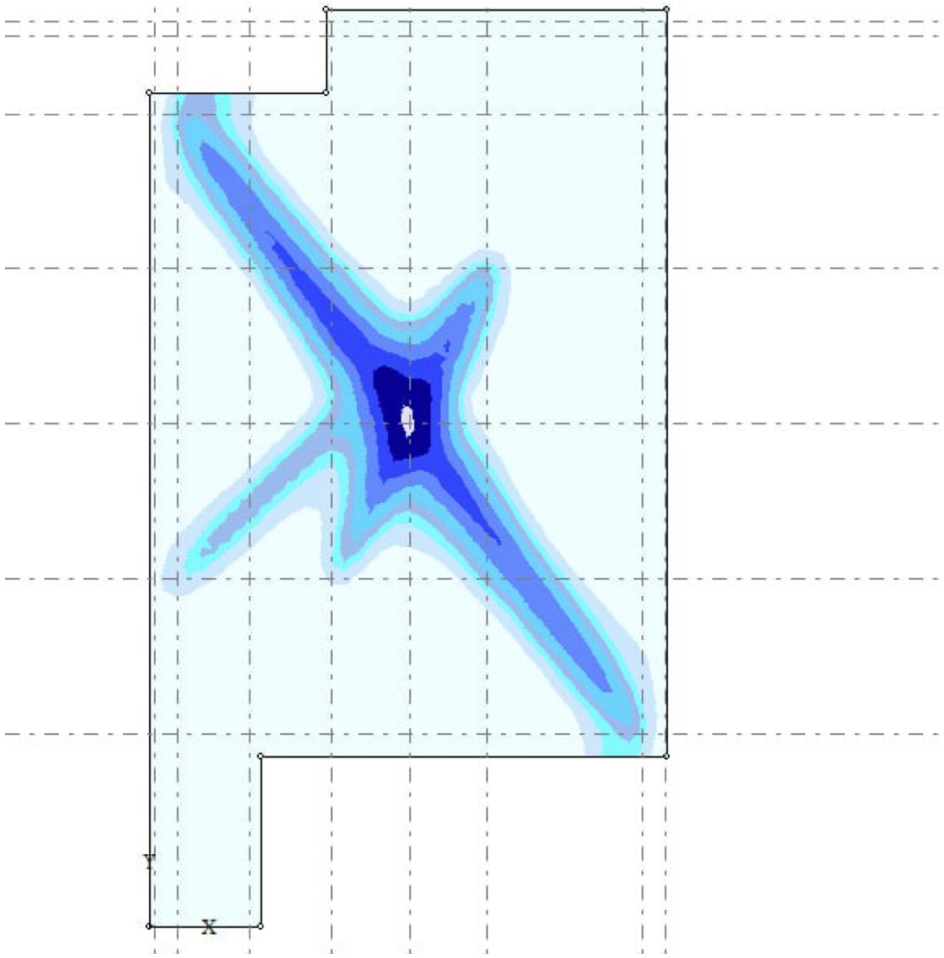


Рисунок 4.9 – Результат розрахунків армування фундаментної плити.

Площа перерізу повздовжньої арматури по напрямку осі Y у нижній грані, см2/м

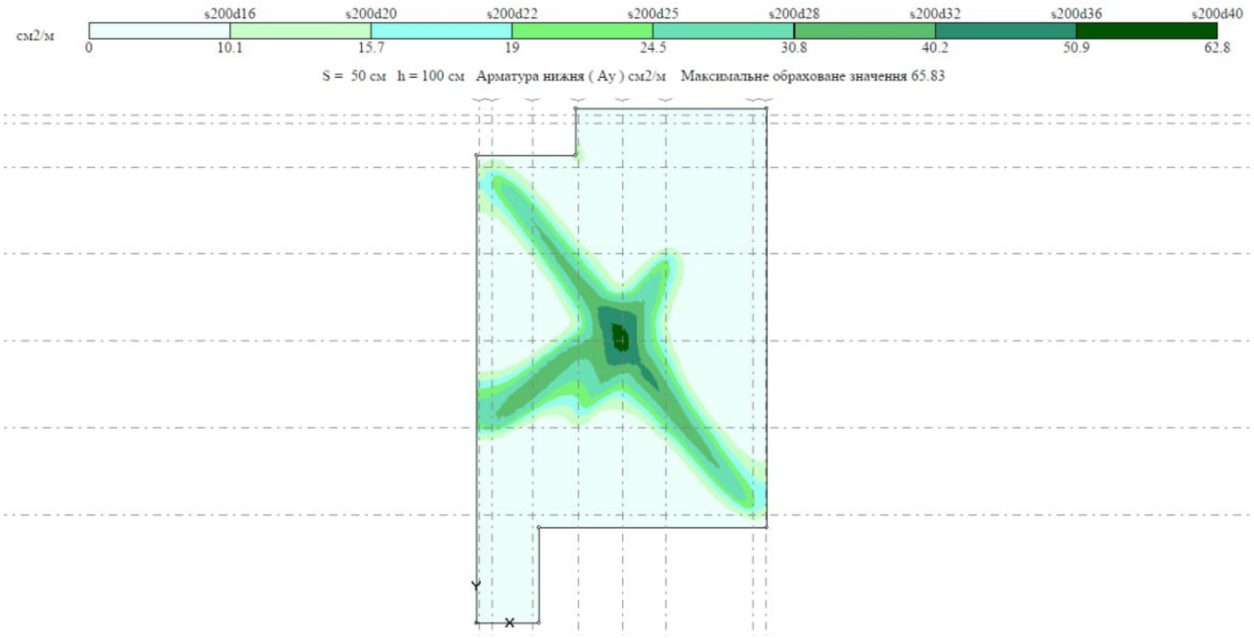


Рисунок 4.10 – Результат розрахунків армування фундаментної плити.

Згідно з розрахунком остаточно приймаємо:

- Для армування у нижній грані: сітку з арматури 24 діаметру стержнів з кроком 200х200, як фонове армування з посиленням з арматури 28 діаметру стержнів.

- Для армування у верхній грані: сітку з арматури 24 діаметру стержнів з кроком 200х200, як фонове армування з посиленням з арматури 28 діаметру стержнів.

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

5 Розрахунок і конструювання колони адміністративної частини будівлі

5.1 Збір навантажень

Всі навантаження наведені у таблицях 5.1 – 5.2

Таблиця 5.1. Навантаження на 1м² плити покриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження кН/м²	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження кН/м²
1. Постійне: 1.1 Щебені фракції 15÷20 δ=0,05м; ρ=1250кг/м^3	0,613	1,2	0,73
1.2 Фібран RF / 60 (2слоя по 60 мм в шаховому порядку) δ=0,12м; ρ=32кг/м^3	0,04	1,2	0,048
1.3 Керамзитовий гравій з расклінцовкой піском по ухилу δ=0,15м; ρ=300кг/м^3	0,441	1,2	0,52
1.4 Плита покриття δ=0,2м; ρ=2500кг/м^3	5,0	1,1	5,5
Всього постійне	g^n =6,09		g =6,79
2. Тимчасове: 2.1 Від снігу	1,6	1,15	1,84
Всього тимчасове	s^n =1,6		s =1,84

Таблиця 5.2 Навантаження на 1м² плити перекриття типового поверху

Вид навантаження	Нормативне навантаження кН/м²	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження кН/м²
1. Постійне:			
1.1 Паркет δ=0,03м, р=600 кг/м³	0,18	1,2	0,216
1.2 Клей паркетний 5 кг/м^2	0,05	1,2	0,06
1.3 Мінеральна вата δ=0.05 м, р=11 кг/м³	0,05	1,2	0,06
1.4 Вирівнююча цементно-пісчана стяжка δ=0,04м, р=1800 кг/м³	0,26	1,3	0,344
1.5 Обмазочна гідроізоляція	0,05	1,2	0,06
1.6 Залізобетонна плита δ=0,2 м р=2500 кг/м^3	5	1,1	5,5
1.6 Перегородки	1	1,2	1,2
Всього постійне	g^n =6,79		g =7,44
2. Тимчасове: 2.1 Від людей та меблів р=200 кг/м²	2	1,3	2,6
Всього тимчасове	$S^n = 2$		s =2,6

Примітка:

Коефіцієнт надійності за навантаженням від ваги перегородок прийнятий за таблицею 5.1 ДБН В.1.2-2-2006. Вага перегородок прийнята згідно з п.6.6 ДБН В.1.2-2-2006.

Середні колони розраховуються на стискаюче зусилля та згинаючий момент, останній визначається за формулою:

$$M_в = \frac{pl_2^2 + g(l_2^2 - l_1^2)}{12} \cdot \frac{i_в}{\sum i};$$

$$\mathrm{M_н} = \frac{pl_2^2 + g(l_2^2 - l_1^2)}{12} \cdot \frac{i_\mathrm{н}}{\sum i}$$

де p і g - тимчасове та постійне навантаження на 1 пог.м замінюючої рами;

l_1 та l_2 – відповідно більший та менший з прилеглих до колони розрахункових прольотів замінюючої рами;

$i_в$ та $i_н$ – погонні жорсткості верхньої та нижньої колони;

5.2 Розрахунок колони з симетричним армуванням

Початкові данні:

- розміри поперечного перерізу: b, h, відстань від нижньої грані перерізу до осі розтягнутої арматури c, робоча висота перерізу $d = h - c$, відстань від верхньої грані перерізу до осі розтягнутої арматури c_1;

- висота елементу між точками закріплення l (наприклад, висота поверху H);

- клас бетону С, з таблиці Б.3 або таблиці 3.1[1] - його розрахункова міцність на стиск f_{cd}, значення відносних деформацій $\varepsilon_{c3,cd}$ і $\varepsilon_{cu3,cd}$;

- клас розтягнутої та стиснутої арматурної сталі, її розрахункове значення міцності f_{yd}, модуль пружності E_s, величина $\varepsilon_{sy} = f_{yd} / E_s$;

- розрахунковий згинаючий момент в перерізі від зовнішнього навантаження M_{Ed};

- розрахункова поздовжня сила в перерізі від зовнішнього навантаження N_{Ed}

Загальні вихідні дані:

Бетон С20/25

f_{cd}= 14,5 МПа

$\varepsilon_{c3,cd} = 0{,}00063$

$\varepsilon_{cu3,cd} = 0{,}0031$

Арматура А500С

$f_{yd} = 348$ МПа

$E_s = 210000$ МПа

$\varepsilon_{sy} = 0{,}00173$

$\varepsilon_{ud} = 0{,}025$

5.2.1 Розрахунок колони 1 поверху

b= 400 мм

h= 400 мм

d=h - c= 400 – 40 = 360 мм

l = 3300 мм

M_{ed} =7,84 кН·м

N_{ed} =588,07 кН

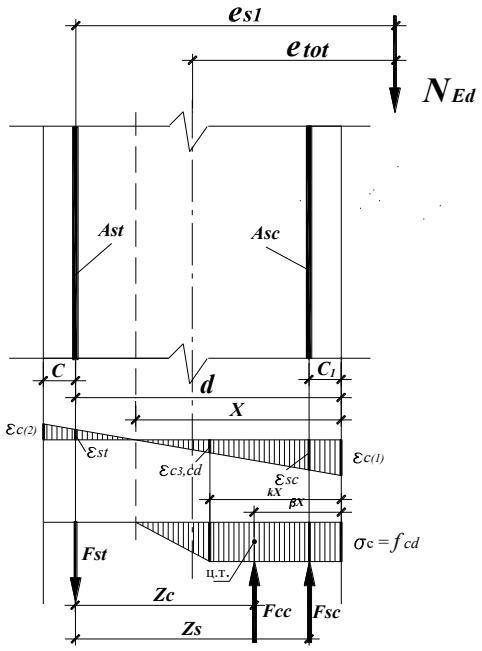


Рис. 5.2 - Напруження і деформації в перерізі при позацентровому стиску

Розрахункова довжина елемента приймається за п.6.2.2.2.3 ДСТУ.

Рис. 5.3 – Форма втрати стійкості та відповідна розрахункова довжина

Розрахункова довжина колони першого поверху дорівнює:

$l_0 = 0{,}7 \times 3{,}3 = 2{,}31$ мм, (5.1.1)

де l - висота стиснутого елемента у чистоті між закріпленнями кінців,

приймаємо $l = H$ висота поверху.

Розраховуючи залізобетонні елементи на дію стискаючого поздовжнього зусилля необхідно ураховувати випадковий ексцентриситет e_0, який слід приймати не меншим за:

- 1/600 довжини елемента або відстані між його перерізами, закріпленими від зміщення l_0:

(1/600)*l=(1/600)3300=5,5 мм*

- 1/30 висоти перерізу *h* (діаметра):

(1/30)h=(1/30)400=17 мм

- 10 мм.

Для елементів статично невизначених конструкцій значення ексцентриситету поздовжнього зусилля відносно центру ваги приведеного перерізу *e* приймають таким, що дорівнює величині ексцентриситету, отриманого зі статичного розрахунку $e_d = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$, але не меншим від e_0 ($e = e_d \geq e_0$).

$$e_d = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{7840}{588{,}07} = 13{,}3,$$

Приймаємо *e= 17 мм.*

Для колон з прямокутним поперечним перерізом гнучкість може бути визначена за формулою:

$\lambda = l_0 /(0.2887 \cdot h)$=2310/(0,2887*400) = 20 (5.1.2)

Впливом поздовжнього вигину можна враховувати, якщо гнучкість колони λ перевищує величину λ_{lim}, яка може бути визначена за спрощеною формулою:

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} = 26.2 / \sqrt{n}, \qquad (5.1.3)$$

де може використовуватися $A = 0{,}7;\ B = 1{,}1;\ C = 1{,}7;\ n = N_{Ed} / A_c f_{cd}$ - відносна осьова сила (A_c – площа бетону поперечного перерізу колони).

$$n = N_{ed}/A_c f_{cd} = 588{,}07 / (0{,}4 * 0{,}4 * 14{,}5) = 0{,}253$$

$$\lambda_{Iim} = 26{,}2 / \sqrt{0{,}253} = 50$$

$\lambda = 20 < \lambda_{lim} = 50$

Знайдемо сумарний розрахунковий ексцентриситет відносно центру ваги приведеного перерізу за формулою:

$e_{tot} = e = 17 мм$. (5.1.5)

Визначаємо значення коефіцієнтів k, β і ω_c.

$$k = \frac{\varepsilon_{cu3,cd} - \varepsilon_{c3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd}} = \frac{3{,}1 - 0{,}63}{3{,}1} = 0{,}79677, \qquad (5.1.6)$$

де $\varepsilon_{cu3,cd}$ - розрахункове значення граничної відносної деформації стиску

бетону для білінійної діаграми деформації; $\varepsilon_{c3,cd}$ - розрахункова відносна деформація стиску, досягши якої бетон працює з повним розрахунковим опором (точка переходу похилої гілки білінійної діаграми в горизонтальну).

Коефіцієнт β характеризує положення центра ваги білінійної епюри напружень (відстань ц. в. від верхньої стиснутої грані перерізу $x_c = \beta \cdot x$). Його можна виразити через коефіцієнт k:

$$\beta = \frac{k^2 + k + 1}{3(1+k)} = \frac{0{,}79677^2 + 0{,}79677 + 1}{3(1+0{,}79677)} = 0{,}45111 \qquad (5.1.7)$$

Коефіцієнт ω_c, так званий «коефіцієнт повноти білінійної епюри напружень», також може бути виражений через k:

$$\omega_c = (1+k)/2 = 0.5(1+k) = 0{,}5(1+0{,}79677) = 0{,}89839 \qquad (5.1.8)$$

Величина згинаючого моменту відносно центру ваги розтягнутої арматури буде:

$$M_{Ed1} = N_{Ed} e_{s1} = N_{Ed}(e_{tot} + 0{,}5h - c) = 588{,}07(0{,}017 + 0{,}5 * 0{,}4 - 0{,}4) = 57{,}04 \text{ кНм}, \qquad (5.1.9)$$

де e_{s1} - відстань від лінії дії сили N_{Ed} до осі розтягнутої (менш стиснутої) арматури A_{st}.

Моментний параметр (безрозмірний момент – за ЕС2)

$$a_{m1} = \frac{M_{Ed1}}{\omega_c f_{cd} b d^2} = \frac{7{,}840}{0{,}89839 * 14{,}5 * 0{,}4 * 0{,}36^2} = 0{,}11609 \qquad (5.1.10)$$

Силовий параметр (параметр осьового навантаження – за ЕС2)

$$a_n = \frac{N_{Ed}}{\omega_c f_{cd} b d} = \frac{588{,}07}{0{,}89839 * 14{,}5 * 0{,}4 * 0{,}36} = 3{,}134 \qquad (5.1.11)$$

Приймаємо $\xi = a_n = \frac{N_{Ed}}{\omega_c f_{cd} b d} = 3{,}134.$ (5.1.12)

При $\xi_b = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{ud}} < \xi \le \xi_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{sy}}$, (5.1.13)

$$\xi_b = 0{,}11032 < \xi = 3{,}134 > \xi_{lim} = 0{,}64161$$

Умова не виконується. Оскільки

$$\xi_{lim} = 0{,}64161 < \xi = 3{,}134 > \frac{h}{d} = \frac{400}{360} = 1{,}11$$

то переріз деформується в області **3** (випадок малого ексцентриситету).

Приймаючи $\xi = a_n = \xi_2 = 3{,}134$ знаходимо

$k_s(\xi_2) = \frac{\xi_2(a+1)-a}{\xi_2} = \frac{3{,}134 \times (1{,}784+1) - 1{,}784}{3{,}134} = 2{,}214,$

де $a = \varepsilon_{cu3,cd} / \varepsilon_{s0} = 3.1 / 1.738 = 1.784$.

Знаходимо значення

$$a_n(\xi_2) = \xi_2 + \frac{a_{m1} - \xi_2(1-\beta\xi_2)}{1-\delta} k_s(\xi_2)$$

$$= 3{,}134 + \frac{0{,}11609 \ - 3{,}134 * (1 - 0{,}4511 * 3{,}134)}{1 - 40/360} * 3{,}134 = 0{,}8115$$

$$\leq a_n = 3{,}134$$

Оскільки ми одразу отримуємо менше значення – це означає, що арматура приймається конструктивно.

За конструктивними вимогами кількість поздовжньої арматури повинна бути не менше ніж $A_{s,min}$:

$A_{st} = A_{sc} \geq A_{s,\min} = \frac{0.1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}}$ або $A_s \geq 0.002 A_c$ (більша із величин).

$\frac{0{,}1N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0{,}1*588{,}07}{348} = 0{,}00168$ м^2 ;

$$0{,}002A_c = 0{,}002 * 400 * 400 = 320 \text{ мм}^2$$

і не більше $A_{s,max} = 0{,}04A_c = 0{,}04 * 400^2 = 6400$ мм^2, тому остаточно приймаємо потрібне розрахункове армування $A_s = 1680$ мм^2.

Вибираємо із сортаменту 8 Ø20 А400С з:

$$A_s = 2514 \text{ мм}^2 > 1680 \text{ мм}^2$$

Висновок: умови дотримуються

5.3 Розрахунок металевого каркасу спортивного блоку

Розрахунок виконано з метою запроектувати перерізи елементів каркасу з урахуванням комбінацій навантажень.

Розрахунок виконано для металевого каркасу, що проектується, який являє собою одногілкові колони суцільного перерізу жорстко закріплені в фундаменті. По колонах встановлені двоскатні ферми. Покриття виконано по прогонах з швелерів. По швелерах укладені сандвіч панелі. В поздовжньому напрямку по нижньому та верхньому поясу ферм а також по колонам виконані в’язі та розпірки.

5.3.1 Збір навантажень

Збір навантажень виконано у відповідності до ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи.

Вітровий район – 2 W_0=430 Па (43 кг/м^2).

Сніговий район – 5 S_0=1600 Па (160 кг/м^2).

На дану конструкцію діють різного роду навантаження.

Сталі:

- власна вага конструкцій P_1 =80 кг/м^2;

Короткочасні:

- Вітрове навантаження W_o = 43 кг/м^2 ;
- Снігове навантаження S0 = 160 кг/м² .
- Тимчасове навантаження на покриття Q0=50кг/м²

Сталі навантаження:

Розрахункове стале навантаження від покриття:

Сандвіч панелі – 0,034 т/м^2;

Сталеві прогони – 0,024 т/м^2;

Власна вага ферми (приведена до м^2) – 0,22 т/м^2;

$$P_{1+2+3} = (P_1^н \cdot b \cdot \gamma_{fm} + P_2^н \cdot b \cdot \gamma_{fm} + P_3^н \cdot b \cdot \gamma_{fm}) = (480) \cdot 1.05 = 504 кг/м$$

$$P_{вузл} = (P_{1+2+3} \cdot a \cdot \gamma_n) = (504 \cdot 1.5) \cdot 1.1 = 832 кг$$

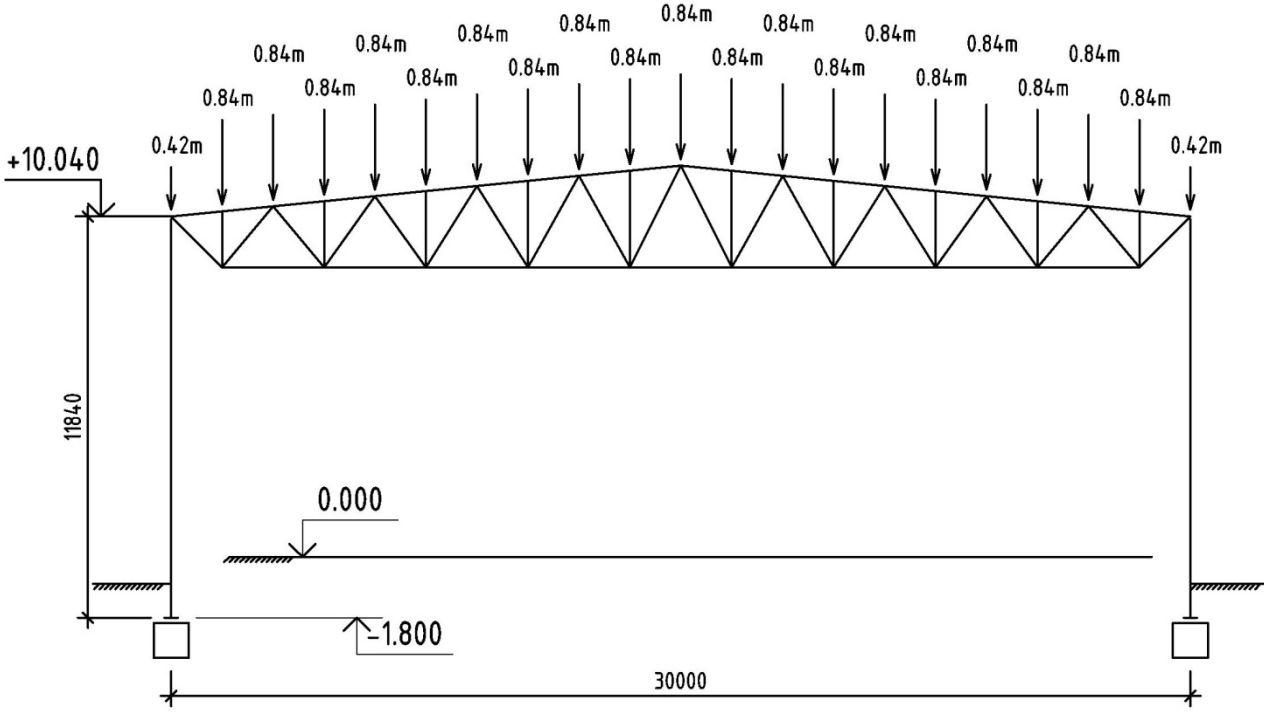


Рис. 5.4 - Схема навантажень від власної ваги

Де $\gamma_{fm} = 1.05$ - коефіцієнт надійності за навантаженням від власної ваги.

Короткочасні навантаження:

Вітрове навантаження

Вітрове навантаження яке діє на каркас з торців сприймається вертикальними в'язями каркасу.

Розрахункове значення вітрового навантаження Wm в залежності від висоти Ze над поверхнею землі слід визначати за формулою

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 k(z_e) c$$

где W_0 – нормативне значення вітрового тиску

W_0=0.43 кПа (43 кг/см^2)

C – аеродинамічний коефіцієнт

За додатком И ДБН В.1.2-2:2006 вертикальні стіни прямокутних в плані споруд (И 1.2)

$C_e = 0.8 + 0.6$ - навітряний та підвітряний бік

Коефіцієнт *k(Ze)*, який враховує зміну вітрового тиску для висоти Ze, визначається в залежності від типу місцевості. Приймаємо тип місцевості – III

Висота *z*, м	Коефіцієнт *k* Для типу місцевості III
5	0,9
10	1,2
20	1.55

Для проміжних висот значення розраховується за інтерполяцією

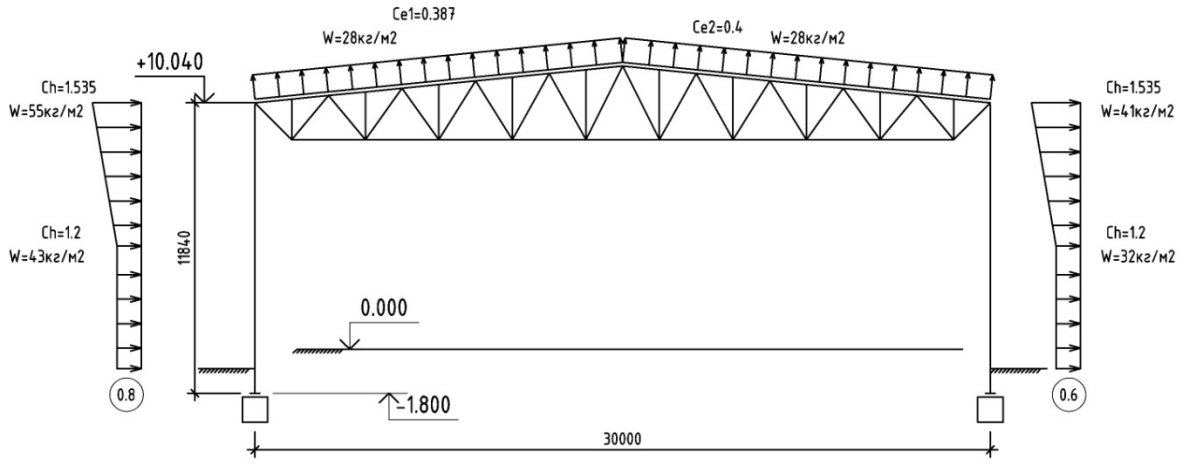


Рис. 5.5 - Схема вітрових навантажень

Снігові навантаження

Повне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття слід визначати за формулою

$$S_0 = S_g \cdot c_e \cdot c_{alt} \cdot \mu \cdot \gamma_{fm}$$

де S_g – нормативне значення ваги снігового покрову S_g=160кг/м^2.

μ – коефіцієнт переходу снігового покрову землі до снігового навантаження на покриття. μ=1

C_e – коефіцієнт який враховує вплив експлуатації;

C_{alt} –коефіцієнт, який враховує висоту встановлення об’єкту.

$C_e = 1.0$.

$C_{alt} = 1$.

Коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_{fm} = 1.14$.

$$S_0 = 160 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.14 = 183 кг / м^2$$

$$S_{1-6}^{ф.вуз} = 183 \cdot 6 \cdot 1{,}5 \cdot 1.1 = 1812 кг$$

В місцях примикання до вищої секції спорткомплексу коефіцієнт μ=3,325

$$S_6^{ф} = 160 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1{,}23 \cdot 1.14 = 225 кг / м^2$$

$$S_6^{ф.вуз} = 225 \cdot 6.0 \cdot 1.5 \cdot 1.1 = 2228 кг$$

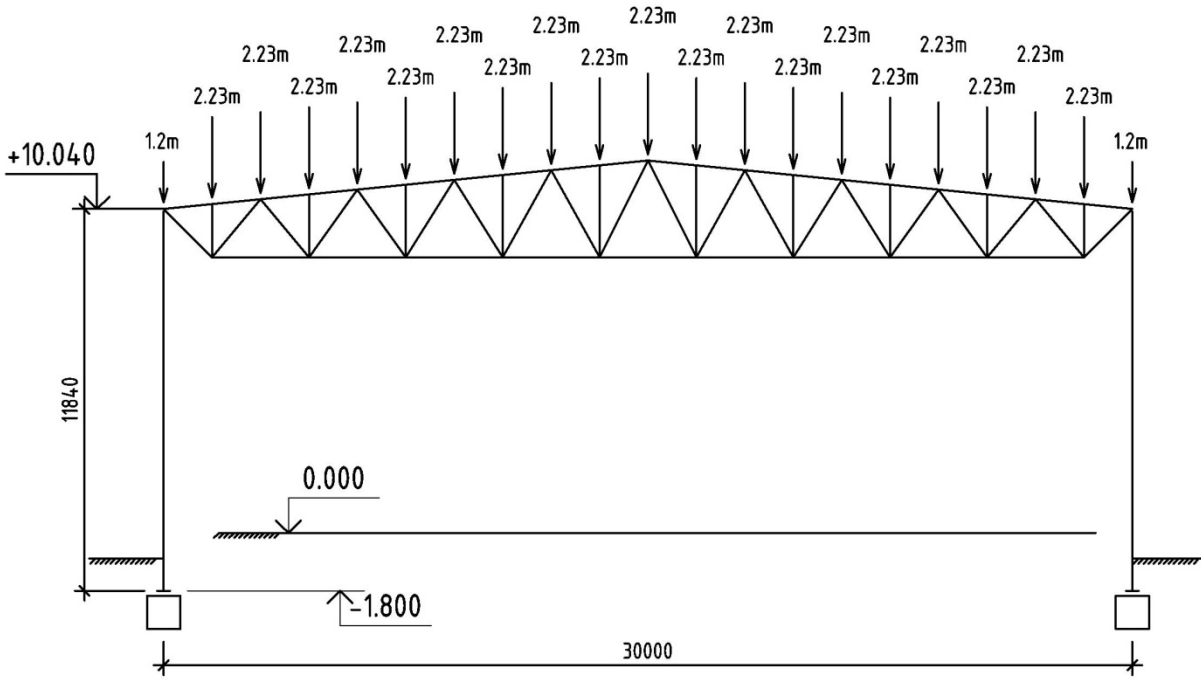


Рис. 5.6 - Схема снігових навантажень рядових рам

$$S_7^{ф} = 160 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2{,}28 \cdot 1.14 = 416 кг / м^2$$

$$S_7^{ф.вуз} = 416 \cdot 6.0 \cdot 1.5 \cdot 1.1 = 4119 кг$$

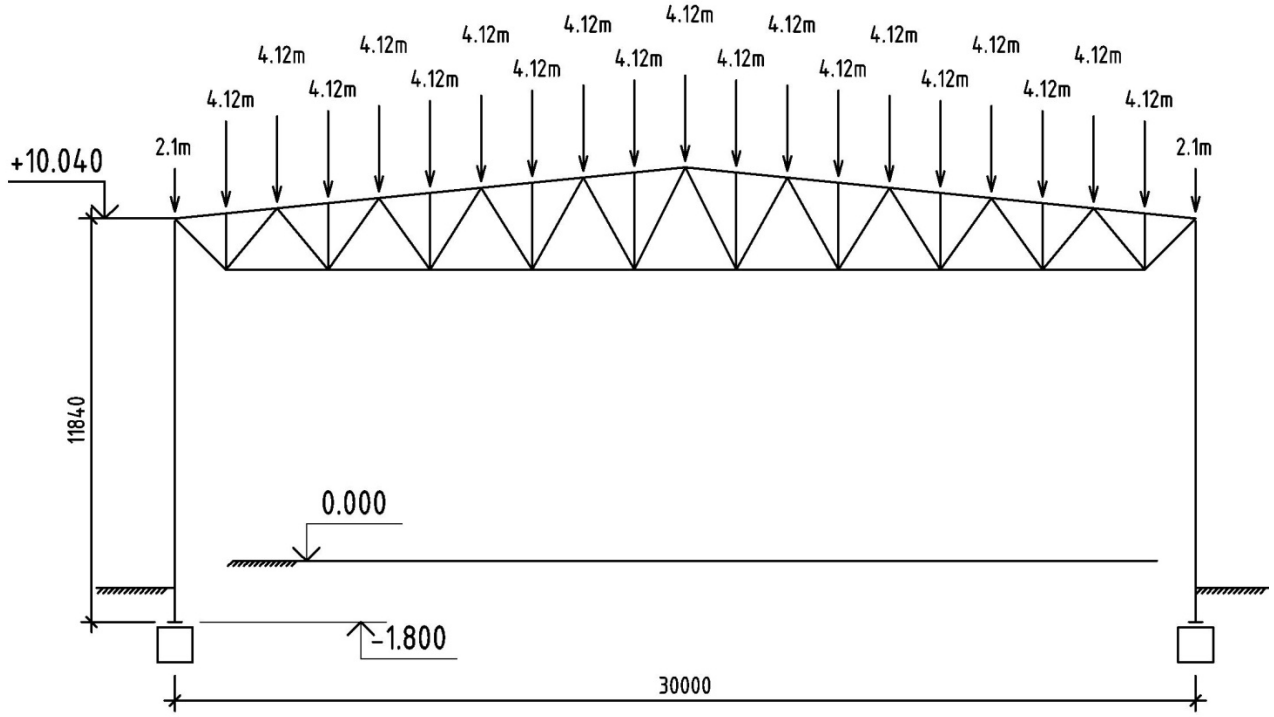


Рис. 5.7 - Схема снігових навантажень по вісі 7 та 15

$$S_8^{ф} = 160 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3{,}325 \cdot 1.14 = 607 кг / м^2$$

$$S_8^{ф.вуз} = 607 \cdot \frac{5.13}{2} \cdot 1{,}5 \cdot 1.1 = 2569 кг$$

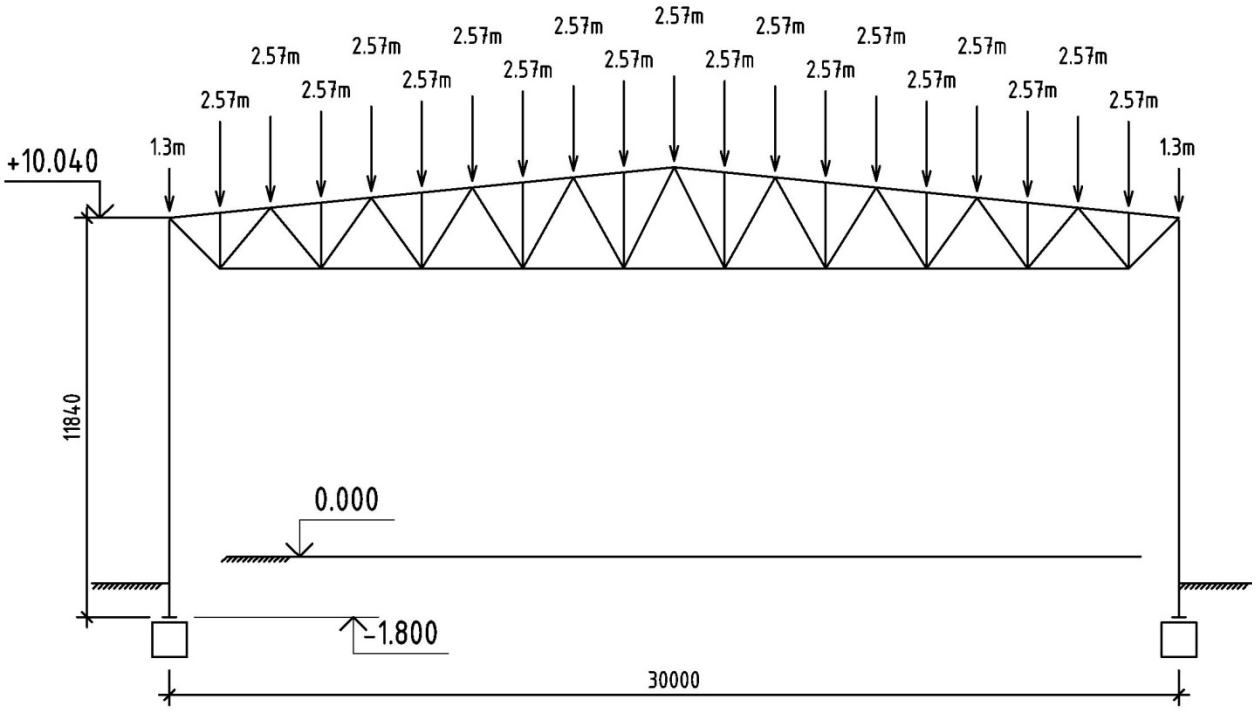


Рис. 5.8 - Схема снігових навантажень по вісі 8 та 14

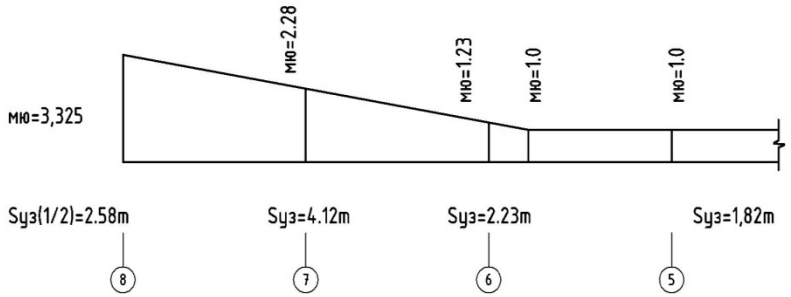


Рис. 5.9 - Схема снігового мішку

Корисне навантаження на покриття

Розрахункове корисне навантаження на покрівлю:

$$Q_1 = (Q_1^н) \cdot \gamma_{fm} = (50)1.2 = 60кг/м^2$$

5.4 Розрахунок каркасу

5.4.1 Результуючі зусилля в елементах рами

При врахуванні сполучень, які включають сталі та коротко часові навантаження, розрахункові значення навантажень або відповідних ним зусиль необхідно множити на коефіцієнти, які дорівнюють:

в основних сполученнях для коротко часових навантажень:

$\psi_1 = 0.95$ - для тривалих навантажень.

$\psi_2 = 0.9$ - для коротко часових навантажень.

Розрахункове стале навантаження

$\psi_1 = 1{,}0$

Розрахункове короткочасне навантаження (вітрове, снігове)

$\psi_2 = 0.9$

Табл.1- Найменування навантажень

Найменування навантажень	
Номер	Найменування
1	Власна вага
2	Сніг
3	Вітер

При врахуванні снігового навантаження навантаження від людей на покритті не враховується.

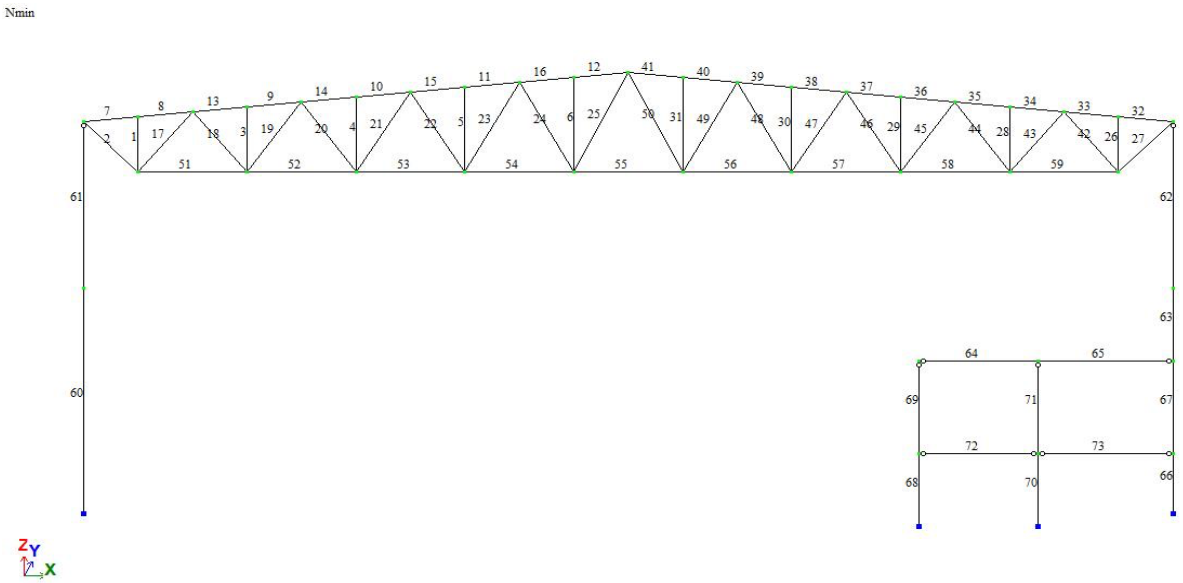


Рис. 5.10 - Конструктивна схема каркасу (номера елементів)

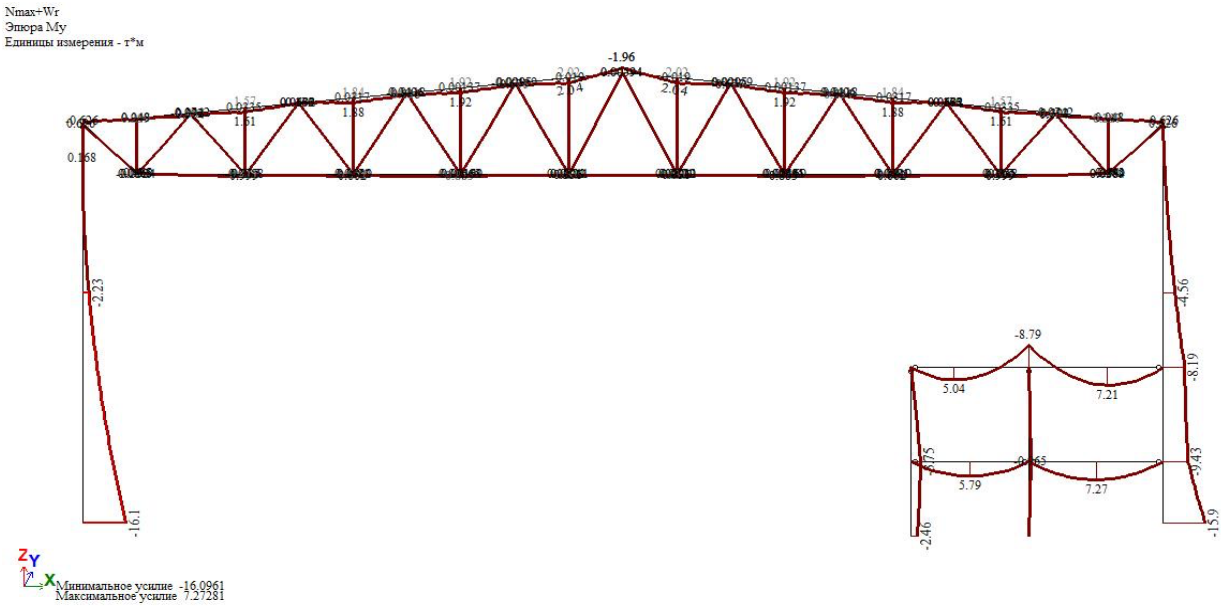


Рис. 5.11 - Эпюри моментів

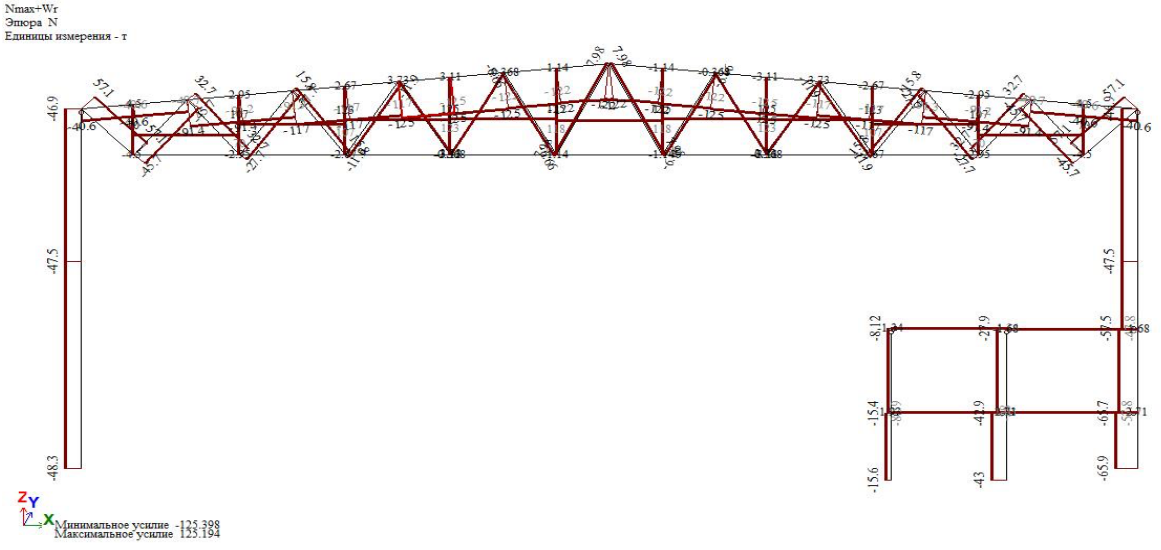


Рис.5.12 - Эпюри поздовжніх сил

Зусилля в елементах

№ елем	№ перер.	Зусилля				№ РСН
		N (т)	Mk (т*м)	My (т*м)	Qz (т)	
60	1	- 48.348	0.000	- 16.096	2.924	4
60	2	- 47.509	0.000	- 2.226	1.156	4
61	1	- 47.509	0.000	- 2.226	1.156	4
61	2	- 46.887	0.000	0.000	- 0.331	4
62	1	- 47.509	0.000	- 4.565	1.435	4
62	2	- 46.887	0.000	0.000	0.331	4
63	1	- 47.780	0.000	- 8.186	1.857	4
63	2	- 47.509	0.000	- 4.565	1.435	4
64	1	- 1.339	0.000	0.000	8.116	4
64	2	- 1.339	0.000	- 8.788	- 13.443	4
65	1	- 1.683	0.000	- 8.788	14.461	4
65	2	- 1.683	0.000	0.000	- 9.711	4
66	1	- 65.921	0.000	- 15.894	3.767	4
66	2	- 65.699	0.000	- 9.426	3.421	4
67	1	- 57.837	0.000	- 9.426	0.712	4
67	2	- 57.491	0.000	- 8.186	0.174	4
68	1	- 15.614	0.000	- 2.456	- 0.587	4
68	2	- 15.401	0.000	- 3.748	- 0.587	4
69	1	- 8.388	0.000	- 3.748	1.339	4
69	2	- 8.116	0.000	0.000	1.339	4
70	1	- 42.987	0.000	0.000	- 0.439	4
70	2	- 42.895	0.000	- 0.965	- 0.439	4
71	1	- 28.020	0.000	- 0.965	0.345	4
71	2	- 27.904	0.000	0.000	0.345	4
72	1	1.926	0.000	0.000	7.013	4
72	2	1.926	0.000	0.000	- 7.013	4
73	1	2.709	0.000	0.000	7.863	4
73	2	2.709	0.000	0.000	- 7.863	4

5.5 Розрахунок колони

Коефіцієнт надійності $\gamma_n = 1.1$

Геометричні розміри елементу:

- Розрахункова довжина елементу $l_{efx} = 23680$ мм;
- Розрахункова довжина елементу $l_{efy} = 5920$ мм;

Навантаження:

- Нормальна сила N = 47,1 тс = 461893,21531 Н;
- Згинальний момент M_X = 18,3 тс м = 179461028,51763 Н мм;
- Поперечна сила Q_Y = 2,9 тс = 28439,28502 Н;;

- Розрахунковий опір сталі розтягу, стиску за границею текучості R_y = 245 МПа;

- Розрахунковий опір сталі зсуву R_S = 136 МПа;

- Коефіцієнт умов роботи g_c = 0,9 ;

Основні характеристики перерізу:

Зварний двотавр

- Висота h = 400 мм;
- Ширина полиці b = 300 мм;
- Площа A = 185 см ^{2} = 18500 мм ^{2};
- Момент інерції J_X = 56385,41 см ^{4} = 563854100 мм ^{4};
- Момент інерції J_y = 11252,92 см ^{4} = 112529200 мм ^{4};
- Момент опору W_{X1} = 2819,271 см ^{3} = 2819271 мм ^{3};
- Момент опору W_{y1} = 750,1944 см ^{3} = 750194,4 мм ^{3};

Переріз колони:

- Висота h = 400 мм;
- Ширина полиці b = 300 мм;
- Товщина стінки tw = 10 мм;
- Товщина полиці tf = 25 мм;

Результати розрахунку:

Площа:

$A_n = A$ = 18500 мм ^{2}

Дотичні напруження:

$t = Q_y S_X/(J_X t_W)$ = 28439,28502 · 1559375/(563854100 · 10) = 7,86507 МПа .

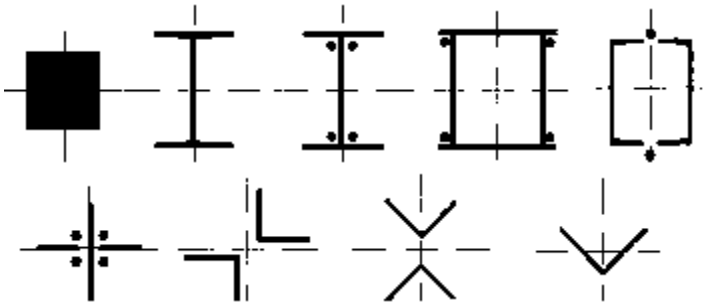
- Коефіцієнт 1 c_X = 1 .
- Коефіцієнт c_y = 1,47 .
- Коефіцієнт n = 1,5 .

$(N/(A_n R_y g_c))^n + M_X/(c_X W_{xnmin} R_y g_c)$ = (461893,2/(18500 · 235 · 0,9)) ^{1,5}+179461028,51763/(1 · 2819271 · 235 · 0,9) = 0,34153 < 1 (35% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок на стійкість позацентрово-стиснених елементів

Т.к. J_X = 563854100 мм ^{4} J_y = 112529200 мм ^{4} :

Тип кривих стійкості- b.



Радіус інерції:

i_y = 77,99141 мм

Гнучкість стрижня відносно вісі y:

$\lambda_y = l_{efy}/i_y$ = 5920/77,99141 = 75,9058 .

Умовна гнучкість:

$\bar{\lambda}$ = 2,53921 .

Коефіцієнт поздовжнього вигину приймається в залежності від λ

φ y = 0,73355 .

Момент опору для стисненого опору:

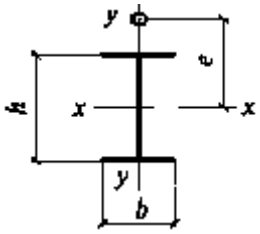
$W_c = W_{x2}$ = 2819271 мм ^{3} .

Відносний ексцентриситет:

$m_x = (M_x/N)\,(A/W_c)$ = (179461028,51763/461893,2) · (18500/2819271) = 2,54955 .

Т.к. m_x <5 :

Тип перерізу:



Т.к. m_x > 1 :

Коефіцієнт:

a = 0,65+0,05 m_x = 0,65+0,05 · 2,54955 = 0,77748 .

Умовна гнучкість при згині відносно вісі y-y:

$\bar{\lambda}_y$ = 2,53921 .

Т.к. $\bar{\lambda}_y$ < 3,14 :

Коефіцієнт: b = 1 .

Коефіцієнт: c = b/(1+a m_x) = = 1/(1+0,77748 · 2,54955) = 0,33532

N/(c φ y A R_y g_c) = 461893,2/(0,33532 · 0,73355 · 18500 · 1 · 235 · 0,9) = 0,47992 < 1 (48% від граничного значення) – умова виконана.

Коэффициент: a = N/(φy A R_y g_c) =

= 461893,2/(0,73355 · 18500 · 1 · 235 · 0,9) = 0,16093 .

Гнучкість:

$\lambda = \lambda_y = 75{,}9058$.

Перевірка стійкості:

$N/(\varphi A R_y g_c) = 461893{,}2/(0{,}33532 \cdot 0{,}73355 \cdot 18500 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 0{,}9) = 0{,}47992 < 1$ (48% від граничного значення) – умова виконана.

Коефіцієнт:

$a = N/(\varphi A R_y g_c) = 461893{,}2/(0{,}73355 \cdot 18500 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 0{,}9) = 0{,}16093$.

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

За таблицею 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

Тип елементу - 4. Основні колони.

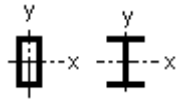
Т.к. $a < 0{,}5$:

Коефіцієнт: $a = 0{,}5$.

$\lambda = 75{,}9058 < 180\text{-}60\,a = 180\text{-}60 \cdot 0{,}5 = 150$ (51% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок на стійкість позацентрово стиснених елементів

Тип перерізу – суцільний стрижень



Радіус інерції:

$i = 174{,}58121$ мм .

Гнучкість стрижня відносно вісі x:

$\lambda_x = 135{,}63889$.

Умовна гнучкість

$\bar{\lambda} = 4{,}53742$.

Момент опору для стисненого поясу:

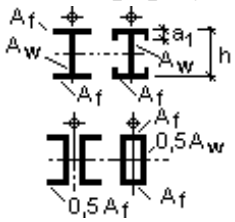
$W_c = W_{x2} = 2819271$ мм ^{3} .

Відносний ексцентриситет:

$m = (M_x/N)\ (A/W_c) = (179461028{,}51763/461893{,}2) \cdot (18500/2819271) = 2{,}54955$

$m < 20$ (13% від граничного значення) – умова виконана.

Тип перерізу:



Коефіцієнт впливу форми перерізу $h = 1{,}33192$.

Приведений відносний ексцентриситет:

$m_{ef} = h\ m = 1{,}33192 \cdot 2{,}54955 = 3{,}3958.$

Т.к. $m_{ef} < 20$:

$\varphi_e = 0{,}1797$.

$N/(\varphi_e A R_y g_c) = 461893{,}2/(0{,}1797 \cdot 18500 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 0{,}9) = 0{,}65692 < 1$ (66% від граничного значення) – умова виконана.

Коэффициент: $a = N/(f_e A R_y g_c)$ $461893{,}2/(0{,}1797 \cdot 18500 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 0{,}9) = 0{,}65692$.

Гнучкість:

$\lambda = \lambda_x = 135{,}6389$.

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

За таблицею 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

$\lambda = 135{,}6389 < 180\text{-}60\ a = 180\text{-}60 \cdot 0{,}66584 = 140{,}0496$ (97% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок колон підтрибунних приміщень

Крайня колона, жорстко закріплена в фундаменті

- Розрахункова довжина елементу $l_{efx} = 11000$ мм;
- Розрахункова довжина елементу $l_{efy} = 3300$ мм;
- $N = 47{,}1$ тс = 461893,21531 Н;
- $M_x = 18{,}3$ тс м = 179461028,51763 Н мм;
- Поперечна сила $Q_y = 2{,}9$ тс = 28439,28502 Н;;

Навантаження

- Нормальна сила $N = 15{,}7$ тс = 153964,4051 Н;
- Згинальний момент $M_x = 3{,}8$ тс м = 337265131,60475 Н мм;
- Поперечна сила $Q_y = 3{,}8$ тс = 37265,27002 Н;
- Розрахунковий опір сталі розтягу, стиску за границею текучості $R_y = 235$ МПа;
- Розрахунковий опір сталі зсуву $R_s = 136$ МПа;
- Коефіцієнт умов роботи $g_c = 0{,}9$;

Основні характеристики перерізу:

Характеристики перерізу – Двотаври сталеві гарячекатані № 30 за ДСТУ 8768:2018 Двотаври сталеві гарячекатані. Сортамент:

- Висота перерізу $h = 300$ мм;
- Ширина перерізу $b = 135$ мм;
- Товщина стінки $t_w = 6{,}5$ мм;
- Товщина полиці $t_f = 10{,}2$ мм;

- Площа A = 46,5 см ^{2} =4650 мм ^{2};

- Момент інерції J_X = 7080 см ^{4}

- Момент інерції J_y = 337 см ^{4} = 3370000 мм ^{4};

- Момент опору W_{x1} = 472 см ^{3} = 472000 мм ^{3};

- Момент опору W_{y1} = 49,9 см ^{3} = 49900 мм ^{3};

Результати розрахунку:

Розрахунок на міцність позацентрово-стиснених елементів

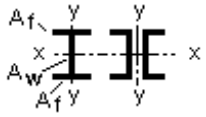
Площа:

$A_n = A = 4650$ мм ^{2} .

Дотичні напруження:

$t = Q_y S_X/(J_X t_w) = 37265,27002 \cdot 268000/(70800000 \cdot 6,5) = 21,70163$ МПа .

Тип перерізу - 1.



- = 1 .

- = 1,47 .

- Коефіцієнт n = 1,5 .

- Коефіцієнт 1 c_X =1,094 .

- Коефіцієнт c_y = 1,47 .

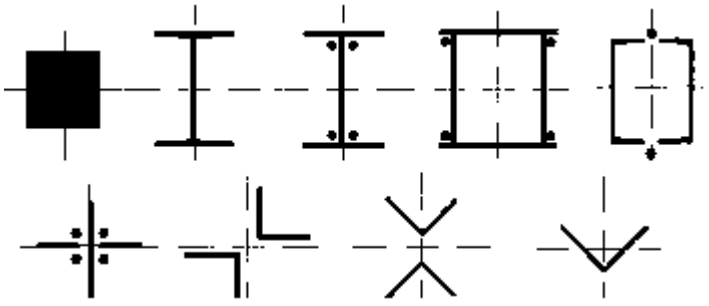
- Коефіцієнт n = 1,5 .

$(N/(A_n R_y g_c))^n + M_x/(c_x W_{xnmin} R_y g_c) = (153964,4/(4650 \cdot 235 \cdot 0,9))^{1,5} + 37265131,60475/(1,094 \cdot 472000 \cdot 235 \cdot 0,9) = 0,40316 < 1$ (41% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок на стійкість позацентрово-стиснених елементів

$J_X = 70800000$ мм $^4 > J_y = 3370000$ мм ^{4} :

Тип кривих стійкості- b.



Радіус інерції:

$i_y = 26,92083$ мм .

Гнучкість стрижня відносно вісі y:

$l_y = l_{efy}/i_y = 3300/26{,}92083 = 122{,}58166$.

Умовна гнучкість:

$\bar{\lambda} = 4{,}10062$.

Коефіцієнт поздовжнього вигину приймається в залежності від λ

$\varphi_y = 0{,}4369$.

Момент опору для стисненого опору:

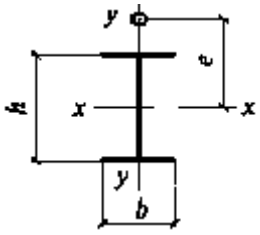
$W_c = W_{x2} = 472000$ мм ^{3} .

Відносний ексцентриситет:

$m_x = (M_x/N)\,(A/W_c) = (37265131{,}60475/153964{,}4) \cdot (4650/472000) = 2{,}38448$.

Т.к. $m_x < 5$:

Тип перерізу:



Т.к. $m_x > 1$:

Коефіцієнт:

$a = 0{,}65+0{,}05\, m_x = 0{,}65+0{,}05 \cdot 2{,}38448 = 0{,}76922$.

Умовна гнучкість при згині відносно вісі y-y:

$\bar{\lambda}_y = 4{,}10062$.

Т.к. $\bar{\lambda}_y > 3{,}14$:

Коефіцієнт $\varphi c=0{,}6143$

Коефіцієнт: $b = \sqrt{f_c/f_y} = \sqrt{0{,}6143/0{,}4369} = 1{,}18577$.

Коефіцієнт:

$c = b/(1+a\, m_x) = 1{,}18577/(1+0{,}76922 \cdot 2{,}38448) = 0{,}41838$.

Коефіцієнт:

$r = (J_x+J_y)/(A\, h^2) = (70800000+3370000)/(4650 \cdot 300^2) = 0{,}17723$.

Коефіцієнт:

$m = 2+0{,}156\, J_t/(A\, h^2)\, l_y^2 = 2+0{,}156 \cdot 174000/(4650 \cdot 300^2) \cdot 122{,}5817^2 = 2{,}97461$

Коефіцієнт: $d = 4\, r/m = 4 \cdot 0{,}17723/2{,}97461 = 0{,}23832$.

Коефіцієнт:

$c_{max} = 2/(1+d+\sqrt{(1-d)^2+(16/m)\,(M_x/(N\, h))^2}) =$

$= 2/(1+0{,}23832+\sqrt{(1-0{,}23832)^2+(16/2{,}97461) \cdot (37265131{,}60475/(153964{,}4 \cdot 300))^2}) = 0{,}61377$ (формула (220); п. 9.2.5).

$N/(c\ \varphi_y\, A\, R_y\, g_c) = 153964{,}4/(0{,}41838 \cdot 0{,}4369 \cdot 4650 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 0{,}9) =$

0,85645 < 1 (86% від граничного значення) – умова виконана.

Коефіцієнт: a = N/(φy A Ry gc) =

= 153964,4/(0,4369 · 4650 · 1 · 235 · 0,9) = 0,35832 .

Гнучкість:

$\lambda = \lambda_y = 122,5817$.

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

За таблицею 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

Тип елементу - 4. Основні колони.

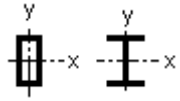
Т.к. a < 0,5 :

Коефіцієнт: a = 0,5 .

λ= 122,5817 < 180-60 a = 180-60 · 0,5 = 150 (82% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок на стійкість позацентрово стиснених елементів

Тип перерізу – суцільний стрижень



Радіус інерції:

$i = \sqrt{J_X/A} = \sqrt{70800000/4650} = 123,39289$ мм .

Гнучкість стрижня відносно вісі x:

$\lambda_X = 89,14613$.

Умовна гнучкість

$\bar{\lambda} = 2,98213$.

Момент опору для стисненого поясу:

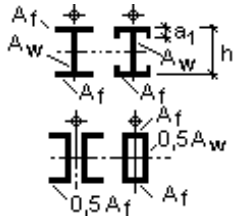
$W_c = W_{X2} = 472000$ мм ^{3} .

Відносний ексцентриситет:

$m = (M_X/N)\,(A/W_c) = (37265131,60475/153964,4) \cdot (4650/472000) = 2,38448$.

m < 20 (12% від граничного значення) – умова виконана.

Тип перерізу:



Коефіцієнт впливу форми перерізу h = 1,40254.

Приведений відносний ексцентриситет:

$m_{ef} = h\,m = 1,40254 \cdot 2,38448 = 3,34433$.

Т.к. $m_{ef} < 20$: $\varphi_e = 0,24574$.

N/(φ_e A R_y g_c) = 153964,4/(0,24574 · 4650 · 1 · 235 · 0,9) = 0,63706<r 1 (64% від граничного значення) – умова виконана.

Коефіцієнт: a = N/(φ_e A R_y g_c) =

= 153964,4/(0,24574 · 4650 · 1 · 235 · 0,9) = 0,63706 .

Гнучкість:

$\lambda = \lambda_x$ = 89,14613.

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

За таблицею 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

λ = 89,14613 < 180-60 a = 180-60 · 0,63706 = 141,7764 (63% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок центральної стійки підтрибунних приміщень

Геометричні розміри елементу:

- Розрахункова довжина елементу l_{efx} = 6000 мм;
- Розрахункова довжина елементу l_{efy} = 3300 мм;

Навантаження:

- Нормальна сила N = 43,0 тс = 421685,95028 Н;
- Згинальний момент M_x = 0,9 тс м = 8825952,22218 Н мм;
- Поперечна сила Q_y = 0,5 тс = 4903,325 Н;
- Розрахунковий опір сталі розтягу, стиску за границею текучості R_y = 235 МПа;
- Розрахунковий опір сталі зсуву R_s = 136 МПа;
- Коефіцієнт умов роботи g_c = 0,9 ;

Основні характеристики перерізу:

Характеристики перерізу – Двотаври сталеві гарячекатані № 30 по ДСТУ 8768:2018 Двотаври сталеві гарячекатані. Сортамент:

- Висота перерізу h = 300 мм;
- Ширина перерізу b = 135 мм;
- Товщина стінки t_w = 6,5 мм;
- Товщина полиці t_f = 10,2 мм;
- Площа A = 46,5 см ^{2} =4650 мм ^{2};
- Момент інерції J_x = 7080 см ^{4}
- Момент інерції J_y = 337 см ^{4} = 3370000 мм ^{4};
- Момент опору W_{x1} = 472 см ^{3} = 472000 мм ^{3};

- Момент опору $W_{y1} = 49,9$ см $^3 = 49900$ мм ^{3};

Результати розрахунку:

Розрахунок на міцність позацентрово-стиснених елементів

Площа:

$A_n = A = 4650$ мм ^{2} .

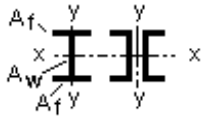
Дотичні напруження:

$A_n = A = 4650$ мм ^{2} .

Дотичні напруження:

$t = Q_y S_X/(J_X t_w) = 4903,325 \cdot 268000/(70800000 \cdot 6,5) = 2,85548$ МПа .

Тип перерізу:



Коефіцієнт $c_X = 1,094$.

Коефіцієнт $c_y = 1,47$.

Коефіцієнт $n = 1,5$.

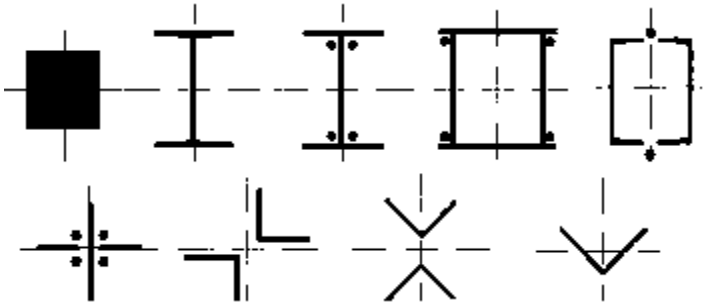
Мінімальне значення моменту опору:

$W_{xnmin} = \min(W_{xn1} ; W_{xn2}) = \min(472000;472000) = 472000$ мм ^{3} .

$(N/(A_n R_y g_c))^{n} + M_x/(c_x W_{xnmin} R_y g_c) = (421685,9/(4650 \cdot 235 \cdot 0,95))^{1,5} + 8825952,22218/(1,094 \cdot 472000 \cdot 235 \cdot 0,95) = 0,33545 < 1$ (34%% від граничного значення) – умова виконана.

Т.к. $J_X = 70800000$ мм $^4 > J_y = 3370000$ мм ^{4} :

Тип кривих стійкості - b.



Радіус інерції:

$i_y = \sqrt{J_y/A} = \sqrt{3370000/4650} = 26,92083$ мм .

Гнучкість стрижня відносно вісі y:

$\lambda_y = \lambda_{efy}/i_y = 3300/26,92083 = 122,58166$.

Умовна гнучкість:

$\bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{R_y/E} = 122,5817 \cdot \sqrt{235/210000} = 4,10062$.

Коефіцієнт поздовжнього вигину приймається в залежності від λ

$\varphi_y = 0,4369$.

Момент опору для стисненого опору:

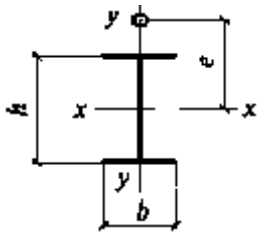
$W_c = W_{x2} = 472000$ мм ^{3} .

Відносний ексцентриситет:

$m_x = (M_x/N)\ (A/W_c) = (8825952{,}22218/421685{,}9) \cdot (4650/472000) = 0{,}2062$.

Т.к. $m_x < 5$:

Тип перерізу:



Т.к. $m_x < 1$:

Коефіцієнт:

$a = 0{,}7$.

Умовна гнучкість при згині відносно вісі y-y:

$\lambda_y = \lambda_y \sqrt{R_y/E} = 122{,}5817 \cdot \sqrt{235/210000} = 4{,}10062$.

Т.к. $\lambda_y > 3{,}14$:

Коефіцієнт: $\varphi_c = 0{,}6143$.

Коефіцієнт: $b = \sqrt{\varphi_c/\varphi_y} = \sqrt{0{,}6143/0{,}4369} = 1{,}18577$.

Коефіцієнт:

$c = b/(1+a\ m_x) = 1{,}18577/(1+0{,}7 \cdot 0{,}2062) = 1{,}0362.$

Коефіцієнт:

$r = (J_x+J_y)/(A\ h^2) = (70800000+3370000)/(4650 \cdot 300^2) = 0{,}17723$.

Коефіцієнт:

$m = 2+0{,}156\ J_t/(A\ h^2)\ l_y^2 = 2+0{,}156 \cdot 174000/(4650 \cdot 300^2) \cdot 122{,}5817^2 = 2{,}97461$

Коефіцієнт:

$d = 4\ r/m = 4 \cdot 0{,}17723/2{,}97461 = 0{,}23832$.

Коефіцієнт:

$c_{max} = 2/(1+d+\sqrt{(1-d)^2+(16/m)\ (M_x/(N\ h))^2}) =$

$= 2/(1+0{,}23832+\sqrt{(1-0{,}23832)^2+(16/2{,}97461) \cdot (8825952{,}22218/(421685{,}9 \cdot 300))^2}) = 0{,}99157.$

Т.к. $c = 1{,}0362 > c_{max} = 0{,}99157$:

Коефіцієнт:

$c = c_{max} = 0{,}99157$.

$N/(c\ \varphi_y\ A\ R_y\ g_c) = 421685{,}9/(0{,}99157 \cdot 0{,}4369 \cdot 4650 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 0{,}95) = 0{,}93765 < 1$ (94% від граничного значення) – умова виконана.

Коефіцієнт:

a = N/(φ y A m_{kp} R_y g_c) =

= 421685,9/(0,4369 · 4650 · 1 · 235 · 0,95) = 0,92974 .

Гнучкість:

$\lambda = \lambda_y$ = 122,5817 .

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

За таблицею 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

λ = 122,5817 < 180-60 a = 180-60 · 0,92974 = 124,2156 (99% від граничного значення)

Розрахунок на стійкість позацентрово-стиснених елементів

Визначення гнучкості стрижня

Радіус інерції:

$i = \sqrt{J_x/A} = \sqrt{70800000/4650} = 123,39289$ мм .

Гнучкість стрижня відносно вісі y:

$\lambda_x = l_{efx}/i = 6000/123,3929 = 48,62516$.

Умовна гнучкість:

$\bar{\lambda} = l_{efx}/i \sqrt{R_y/E} = 6000/123,3929 \cdot \sqrt{235/210000} = 1,62662$.

Момент опору для стисненого опору:

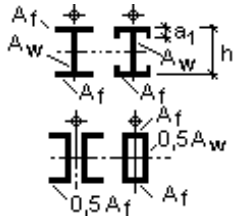
$W_c = W_{x2} = 472000$ мм ^{3} .

Відносний ексцентриситет:

$m = (M_x/N)\,(A/W_c) = (8825952,22218/421685,9) \cdot (4650/472000) = 0,2062$.

m < 20 - умова виконана.

Тип перерізу:



Коефіцієнт впливу форми перерізу h = 1,63451 .

Приведений відносний ексцентриситет:

$m_{ef} = h\,m = 1,63451 \cdot 0,2062 = 0,33704$.

Т.к. $m_{ef} < 20$:

Коефіцієнт φ_e приймається в залежності від λ та m_{ef}

$\varphi_e = 0,75757$.

N/(φ_e A R_y g_c) = 421685,9/(0,75757 · 4650 · 1 · 235 · 0,95) = 0,53619 < 1 (54% від граничного значення) – умова виконана.

Коефіцієнт:

a = N/(φ_e A R_y g_c) =

= 421685,9/(0,75757 · 4650 · 1 · 235 · 0,95) = 0,53619 .

Гнучкість:

$\lambda = \lambda_x = 48,62516$.

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

За таблицею 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

Тип елементу - 4. Основні колони.

$\lambda = 48,62516 < 180\text{-}60\ a = 180\text{-}60 \cdot 0,53619 = 147,8286$ (33% від граничного значення) – умова виконана.

Оскільки гнучкість із площини $\lambda = \lambda_y = 122,5817$ дорівнює 99% від граничного значення, що майже виходить за границі допустимих значень приймаємо вищий профіль двотавра на колону. Прийнято двотавр № 36.

5.6 Розрахунок елементів ферми по вісі 7

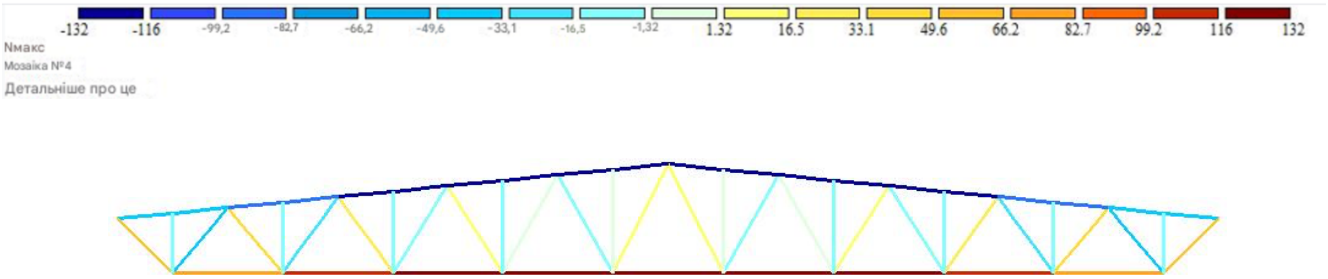


Рис.5.13 - Конструктивна схема ферми (кольорові епюри N)

Розрахунок на стійкість центрально-стиснутого елементу верхнього пояса ферми

- Розрахункова довжина елементу $l_{efx} = 1500$ мм;
- Розрахункова довжина елементу $l_{efy} = 4500$ мм;

Навантаження:

- Нормальна сила 132,4 тс = 1298400 Н;
- Розрахунковий опір сталі розтягу, стиску за границею текучості $R_y = 225$ МПа;
- Розрахунковий опір сталі зсуву $R_S = 130$ МПа;
- Коефіцієнт умов роботи $g_c = 0,9$;

Основні характеристики перерізу:

- Площа $A = 74,64424$ см $^2 = 7464,424$ мм ^{2};
- Момент інерції $J_x = 6510,564$ см $^4 = 65105640$ мм ^{4};
- Момент опору $W_{x1} = 476,9644$ см $^3 = 476964,4$ мм ^{3};

Результати розрахунку:

Розрахунок на міцність центрально-стиснутого елементу

Труба ○ 273x10

Площа: A_n = 7464,424 мм ^{2};

Момент інерції J_{xb} = 65105640 мм ^{4};

Момент інерції J_{yb} = 65105640 мм ^{4};

Момент опору W_{x1b} = 476964,4 мм ^{3};

$N/(A_n R_y g_c)$ = /(7464,424 · 225 · 0,9) = 0,85899< 1 (86% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок на стійкість центрально-стиснутого елементу

Радиус инерции:

$i_x = \sqrt{}\ J_x/A = \sqrt{}\ 65105640/7464,424 = 93,39232$ мм.

Гнучкість стрижня відносно вісі x:

$\lambda_x = l_{efx}/i_x$ = 4500/93,39232 = 48,18383.

Гнучкість: λ= 48,18383.

Умовна гнучкість:

$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{}\ R_y/E$=1,57719

Коефіцієнт поздовжнього вигину приймається в залежності від λ

φ =0,92205.

Перевірка стійкості:

$N/(\varphi A R_y g_c)$ = 1298401/(0,92205 · 7464,424 · 1 · 225 · 0,9) = 0,93161 < 1 (94% від граничного значення) – умова виконана.

Коефіцієнт:

$a = N/(\varphi A R_y g_c)$ = 1298401/(0,92205 · 7464,424 · 1 · 225 · 0,9) = 0,93161.

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

За таблицею 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

Тип елементу - 1. а) Пояси, опорні розкоси і стояки, що передають опорні реакції плоских ферм.

Т.к. a < 0,5 :

Коефіцієнт: a = 0,5 .

λ= 48,18383 < 180-60 a = 180-60 · 0,93161 = 124,1034 (39% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок найбільш стисненого розкосу

Геометричні розміри елементу:

- Розрахункова довжина елементу l_{efx} = 2350 мм;
- Розрахункова довжина елементу l_{efy} = 2350 мм;

Навантаження:

- Нормальна сила N = 48,1 тс = 48,1 / 0,00010197162123 = 471700 Н;

Міцність:

- Розрахунковий опір сталі розтягу, стиску за границею текучості R_y = 225 МПа;
- Розрахунковий опір сталі зсуву R_s = 130 МПа;
- Коефіцієнт умов роботи g_c = 0,9 ;

Основні характеристики перерізу:

Труба ○ 194x8

- Площа A = 46,7469 см ^{2} = 4674,69 мм ^{2};
- Момент інерції J_x = 2025,309 см ^{4} = 20253090 мм ^{4};
- Момент опору W_{x1} = 208,7948 см ^{3} = 208794,8 мм ^{3};

Результати розрахунку:

Розрахунок на міцність центрально-стиснутого елементу

Площа:

$N/(A_n R_y g_c) = 471699,9/(4674,69 \cdot 225 \cdot 0,9) = 0,4983 < 1$ (65% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок на стійкість центрально-стиснутого елементу

Радіус інерції:

$i_x = \sqrt{J_x/A} = \sqrt{20253090/4674,69} = 65,82172$ мм.

Гнучкість стрижня відносно вісі x:

$\lambda_x = l_{efx}/i_x = 2350/65,82172 = 35,7025$.

Радіус інерції:

$i_y = \sqrt{J_y/A} = \sqrt{20253090/4674,69} = 65,82172$ мм.

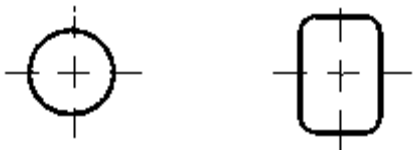
Гнучкість стрижня відносно вісі y:

$\lambda_y = l_{efy}/i_y = 2350/65,82172 = 35,7025$.

Гнучкість:

$\lambda = \max(l_x ; l_y) = \max(35,7025;35,7025) = 35,7025$.

Тип кривих стійкості .



Умовна гнучкість:

$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E} = 35,7025 \cdot \sqrt{225/210000} = 1,16864$.

Коефіцієнт поздовжнього вигину приймається в залежності від λ

$\varphi = 0,9562$.

Перевірка стійкості:

$N/(\varphi A R_y g_c) = 471699,9/(0,9562 \cdot 4674,69 \cdot 1 \cdot 225 \cdot 0,9) = 0,52112 < 1$ (53%

від граничного значення) – умова виконана.

Коефіцієнт:

$a = N/(\varphi A R_y g_c) = 471699,9/(0,9562 \cdot 4674,69 \cdot 1 \cdot 225 \cdot 0,9) = 0,52112.$

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

По таблиці 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

Тип елементу - 1. а) Пояси, опорні розкоси і стояки, що передають опорні реакції плоских ферм.

$\lambda = 35,7025 < 180\text{-}60\ a = 180\text{-}60 \cdot 0,52112 = 148,7328$ (24% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок нижнього поясу ферми

Геометричні розміри елементу:

- Розрахункова довжина елементу $l_{efx} = 4500$ мм;

Навантаження:

- Нормальна сила N = 124,7 тс = 1222890 Н;

Міцність:

- Розрахунковий опір сталі розтягу, стиску за границею текучості $R_y = 225$ МПа;
- Розрахунковий опір сталі зсуву $R_S = 130$ МПа;
- Коефіцієнт умов роботи $g_c = 0,9$;

Основні характеристики перерізу:

Труба ○ 219х10

- Площа $A = 65,65929$ см $^2 = 6565,929$ мм ^{2};
- Момент інерції $J_X = 3593,287$ см $^4 = 35932870$ мм ^{4};
- Момент опору $W_{X1} = 328,154$ см $^3 = 328154$ мм ^{3};

Результати розрахунку:

Розрахунок на міцність центрально-стиснутого елементу

Площа:

$A_n = A = 6565,929$ мм ^{2}

$N/(A_n R_y g_c) = 1222889/(6565,929 \cdot 225 \cdot 0,9) = 0,91974 < 1$ (92% від граничного значення) – умова виконана.

Перевірка за умовою граничної гнучкості розтягнутих елементів:

По таблиці 13.10 ДБН В.2.6-98:2006

Тип елементу - 1. Пояси, і опорні розкоси плоских ферм.

Радіус інерції:

$i_X = \sqrt{\ } J_X/A = \sqrt{\ } 35932870/6565,929 = 73,9772$ мм.

Гнучкість стрижня відносно вісі х:

$\lambda_x = l_{efx}/i_x = 4500/73,9772 = 60,82955$.

$\lambda = 60,82955 < 400$ (16% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок елементів ферми по вісі 8

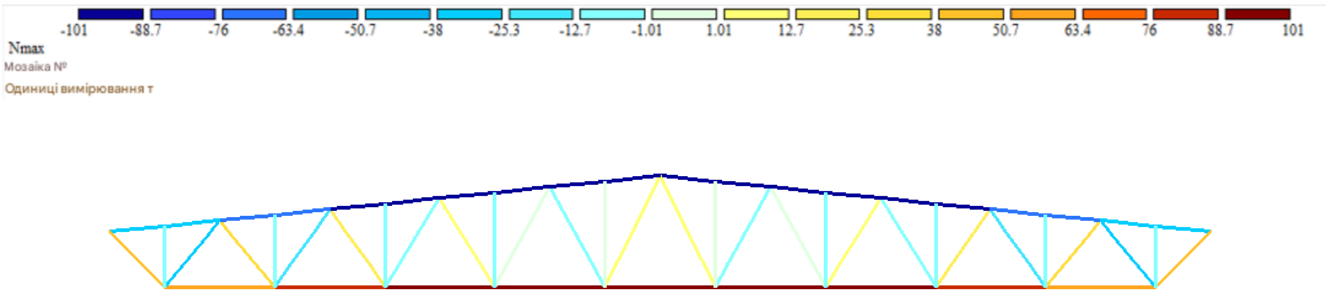


Рис.5.14 - Конструктивна схема ферми (кольорові епюри N)

Розрахунок на стійкість центрально-стиснутого елементу верхнього пояса ферми

- Розрахункова довжина елементу $l_{efx} = 1500$ мм;
- Розрахункова довжина елементу $l_{efy} = 4500$ мм;

Навантаження:

- Нормальна сила N = 101 тс = 990471,65066 Н;
- Розрахунковий опір сталі розтягу, стиску за границею текучості $R_y = 225$ МПа;
- Розрахунковий опір сталі зсуву $R_s = 130$ МПа;
- Коефіцієнт умов роботи $g_c = 0,9$;

Основні характеристики перерізу:

Труба ○ 273х7

- Площа $A = 58,5$ см $^2 = 5850$ мм ^{2};
- Момент інерції $J_x = 5177,3$ см $^4 = 51773000$ мм ^{4};
- Момент опору $W_{x1} = 379,3$ см $^3 = 379300$ мм ^{3};

Результати розрахунку:

Розрахунок на міцність центрально-стиснутого елементу

Площа: $A_n = A = 5850$ мм ^{2} .

$N/(A_n R_y g_c) = 990471,6/(5850 \cdot 225 \cdot 0,9) = 0,83611 < 1$ (84 % від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок на стійкість центрально-стиснутого елементу

Радиус инерции:

$i_x = \sqrt{\ } J_x/A = \sqrt{\ } 51773000/5850 = 94,07489$ мм .

Гнучкість стрижня відносно вісі х:

$\lambda_x = l_{efx}/i_x = 4500/94,07489 = 47,83423$.

Радіус інерції:

$i_y = \sqrt{\ } J_y/A = \sqrt{\ } 51773000/5850 = 94,07489$ мм.

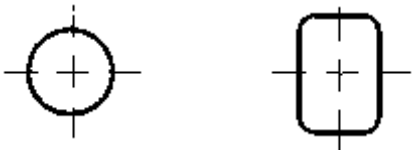
Гнучкість стрижня відносно вісі y:

$\lambda_y = l_{efy}/i_y = 4500/94,07489 = 47,83423$.

Гнучкість:

$\lambda = \max(l_x ; l_y) = \max(15,94474;47,83423) = 47,83423$.

Тип кривих стійкості -



Умовна гнучкість:

$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\ } R_y/E = 1,56574$

Коефіцієнт поздовжнього вигину приймається в залежності від λ

$\varphi = 0,92308$.

Перевірка стійкості:

$N/(\varphi A R_y g_c) = 990471,6/(0,92308 \cdot 5850 \cdot 225 \cdot 0,9) = 0,90578 < 1$ (91% від граничного значення) – умова виконана.

Коефіцієнт:

$a = N/(\varphi A R_y g_c) = 990471,6/(0,92308 \cdot 5850 \cdot 1 \cdot 225 \cdot 0,9) = 0,90578$.

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

За таблицею 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

Тип елементу - 1. а) Пояси, опорні розкоси і стояки, що передають опорні реакції плоских ферм.

Т.к. $a < 0,5$:

Коефіцієнт: $a = 0,5$.

$\lambda = 47,83423 < 180-60\ a = 180-60 \cdot 0,90578 = 125,6532$ (39% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок найбільш стисненого розкосу

Геометричні розміри елементу:

- Розрахункова довжина елементу $l_{efx} = 2350$ мм;
- Розрахункова довжина елементу $l_{efy} = 2350$ мм;

Навантаження:

- Нормальна сила $N = 36,9$ тс $= 36,9 / 0,00010197162123 = 361865,38524$ Н;

Міцність:

- Розрахунковий опір сталі розтягу, стиску за границею текучості $R_y = 225$ МПа;

- Розрахунковий опір сталі зсуву R_S = 130 МПа;

- Коефіцієнт умов роботи g_c = 0,9 ;

Основні характеристики перерізу:

Труба ○ 152х8

- Площа A = 25,3 см ^{2} = 25,3 / 0,01 = 2530 мм ^{2};

- Момент інерції J_X = 680,1 см ^{4} = 680,1 / 0,0001 = 6801000 мм ^{4};

- Момент опору W_{X1} = 89,5 см ^{3} = 89,5 / 0,001 = 89500 мм ^{3};

Результати розрахунку:

Розрахунок на міцність центрально-стиснутого елементу

Площа:

$A_n = A$ = 2530 мм ^{2} .

$N/(A_n R_Y g_c)$ = 361865,4/(2530 · 225 · 0,9) = 0,70632 < 1 (71% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок на стійкість центрально-стиснутого елементу

Радіус інерції:

$i_X = \sqrt{J_X/A} = \sqrt{6801000/2530}$ = 51,8473 мм.

Гнучкість стрижня відносно вісі x:

$\lambda_X = l_{efx}/i_X$ = 2350/51,8473 = 45,32541.

Радіус інерції:

$i_Y = \sqrt{J_Y/A} = \sqrt{6801000/2530}$ = 51,8473 мм.

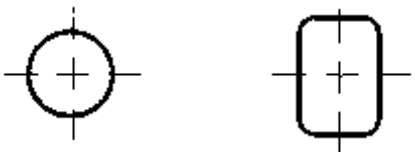
Гнучкість стрижня відносно вісі y:

$\lambda_Y = l_{efy}/i_Y$ = 2350/51,8473 = 45,32541.

Гнучкість:

$\lambda = \max(l_X ; l_Y) = \max(45,32541;45,32541)$ = 45,32541.

Тип кривих стійкості .



Умовна гнучкість:

$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_Y/E} = 45,32541 \cdot \sqrt{225/210000}$ = 1,48362.

Коефіцієнт поздовжнього вигину приймається в залежності від λ

φ= 0,93047.

Перевірка стійкості:

$N/(\varphi A R_Y g_c)$ = 361865,4/(0,93047 · 2530 · 225 · 0,9) = 0,7591 < 1 (76% від граничного значення) – умова виконана.

Коефіцієнт:

$a = N/(\varphi A R_Y g_c)$ = 361865,4/(0,93047 · 2530 · 225 · 0,9) = 0,7591.

Перевірка за умовою граничної гнучкості стиснених елементів:

По таблиці 13.9 ДБН В.2.6-98:2006

Тип елементу - 1. а) Пояси, опорні розкоси і стояки, що передають опорні реакції плоских ферм.

λ = 45,32541 < 180-60 a = 180-60 · 0,7591 = 134,454 (34% від граничного значення) – умова виконана.

Розрахунок нижнього поясу ферми

Геометричні розміри елементу:

- Розрахункова довжина елементу l_{efx} = 4500 мм;

Навантаження:

- Нормальна сила N =101 тс = 990471,65066 Н;

Міцність:

- Розрахунковий опір сталі розтягу, стиску за границею текучості R_y = 225 МПа;
- Розрахунковий опір сталі зсуву R_s = 130 МПа;
- Коефіцієнт умов роботи g_c = 0,9 ;

Основні характеристики перерізу:

Труба ○ 219х8

- Площа A = = 53 см ^{2} = 5300 мм ^{2};
- Момент інерції J_x = 2955,4 см ^{4} = 29554000 мм ^{4};
- Момент опору W_{x1} = 269,9 см ^{3} = 269900 мм ^{3};

Результати розрахунку:

Розрахунок на міцність центрально-стиснутого елементу

Площа:

A_n = A = 5300 мм ^{2}

N/(A_n R_y g_c) = 990471,6/(5300 · 225 · 0,9) = 0,92287 < 1 (93% від граничного значення) – умова виконана.

Перевірка за умовою граничної гнучкості розтягнутих елементів:

По таблиці 13.10 ДБН В.2.6-98:2006

Тип елементу - 1. Пояси, і опорні розкоси плоских ферм.

Радіус інерції:

$i_x = \sqrt{\ } J_x/A = \sqrt{\ } 29554000/5300 = 74,67413$ мм .

Гнучкість стрижня відносно вісі x:

$\lambda_x = l_{efx}/i_x$ = 4500/74,67413 = 60,26183

λ = 60,26183 < 400 (16% від граничного значення) – умова виконана.

Висновок: прийняті перерізи елементів металевого каркасу забезпечують

необхідну несучу здатність і відповідають вимогам ДБН за I та II граничними станами.

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

6.1 Підготовчий період

До початку будівельно-монтажних робіт на об'єкті слід виконати інженер-ну підготовку будівельного майданчика, для чого необхідно:

- розчистити територію будівельного майданчика;
- виконати вертикальне планування, організувати водовідведення паводкових та зливових стоків;
- виконати тимчасове огородження будівельного майданчика з профлисту по металевих стійках, встановити ворота і хвіртку;
- прокласти тимчасову дорогу з щебеневим покриттям за трасою постійної дороги;
- організувати майданчики для тимчасового складування будівельних матеріалів і конструкцій;
- організувати майданчик для відстою будівельної техніки;
- побудувати тимчасові очисні споруди для миття коліс будівельної техніки та автотранспорту;
- частково прокласти постійні мережі водопроводу та каналізації з установкою пожежного гідранта;
- підвести тимчасові мережі водопроводу і електропостачання, виконати тимчасове електроосвітлення будівельного майданчика;
- встановити на майданчику приміщення охорони, пожежні щити і біотуалети;
- встановити на майданчику контейнери для будівельного сміття;
- організувати санітарно-побутові умови для будівельників в пересувних інвентарних вагончиках;
- завести необхідну будівельну техніку та оснащення.

6.2 Геодезичні роботи, методи здійснення інструментального контролю за якістю споруд

Усі геодезичні роботи слід виконувати у відповідності до ДБН Б.В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві» і з точністю, що забезпечує при зве-денні об’єктів їх відповідність вимогам будівельних норм, правил і проекту. Ге-одезичні роботи з побудови розбивочної основи складаються з закріплення на місцевості червоних ліній забудови, меж відводу майданчика, розбивки осей будівлі та інженерних мереж, а також закріплення робочих реперів.

Замовник зобов'язаний створити геодезичну розбивочну основу для будівництва і до початку будівельно-монтажних робіт передати підряднику техніч-ну документацію на неї, а також закріплені на будівельному майданчику пункти і знаки цієї основи.

На будмайданчику замовник показує місця розташування знаків, закріплюючих основні осі, що визначають габарити нової будівлі.

Кожна вісь закріплюється двома осьовими знаками, по одному з кожного боку будівлі.

Осьові знаки не повинні потрапляти в зону порушення ґрунту при вико-нанні будівельно-монтажних робіт і забезпечують:

- видимість від знаку до будівлі;

- незмінність положення знаку на весь період будівництва, особливо на період будівництва підземної частини будівлі;

- можливість виконання геодезичних вимірювань з урахуванням вимог техніки безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Осьові знаки показуються на відстані 15-30 м від контуру будівлі. Най-менша відстань допускається 3 м від бровки котловану, за межами призми об-валення грунту, найбільша - полуторна висота будівлі (споруди), але не більше 50 м.

В процесі будівництва необхідно стежити за збереженням і стійкістю зна-ків геодезичної розбивочної основи, контролювати їх положення за допомогою інструментів не менше двох разів на рік, (у весняний та осінньо-зимовий періо-ди).

У разі порушення цілості і стійкості знаків вони повинні бути своєчасно відновлені.

Геодезичну розбивку закріплюють постійними знаками, конструкція яких передбачена ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи в будівництві».

Під час здійснення інструментального контролю геометричних парамет-рів будівель і споруд необхідно керуватися вимогами ДБН Б.В.1.3-2:2010 «Ге-одезичні роботи в будівництві».

Геодезичний контроль включає визначення дійсного планового, висотно-го і відносно вертикалі положення конструкцій як на стадії тимчасового закріп-лення конструкцій (операційний контроль), так і після остаточного їх закріп-лення (приймальний контроль).

Геодезичний контроль, що здійснюється в процесі будівництва, оформлюється геодезичною документацією, в яку входять: виконавчі геодезичні схеми, креслення, профілі трас, розрізи, журнали геодезичного контролю і польові журнали.

Контроль точності виконання будівельно-монтажних робіт є складовою частиною технологічного процесу будівельного виробництва і повинен вестися на підставі стандартів підприємства, карт і відомостей контролю, які повинні містити:

- ескізи з винесенням допустимих відхилень;

- перелік підлягаючих контролю операцій із зазначенням особи, яка здійснює контроль**;**

- склад контролю (що перевіряється);

- спосіб контролю (як і чим, перевіряється);

- періодичність контролю (коли і як часто перевіряється);

- вказівки про залучення до перевірки даного будівельного або монтаж-ного процесу будівельної лабораторії, геодезичної служби і т.і.;

- вказівки про необхідність оформлення даного процесу як прихованої роботи.

Оперативний контроль якості будівельно-монтажних робіт здійснюється виконробом або майстром із залученням, у разі потреби, представників будівельної лабораторії та геодезичної служби.

6.3 Організаційно-технологічна схема будівництва

Будівництво лікувально-фізкультурного комплексу передбачається виконувати наступними етапами:

- 1-й етап - розробка траншей під фундаменти в осях 1-8, котловану під фундаменти в осях 9 – 13; 14 – 19;

- 2-й етап - улаштування монолітних залізобетонних фундаментів в осях 1-8, 14-19, фундаментної плити в осях 9 – 13;

- 3-й етап – зведення надземної частини будівлі:

а) в осях 1-9 – монтаж металевого каркасу самохідними кранами КС-45717-2Р та КС-55713-1К , монтаж конструкцій покрівлі, влаштування зовніш-нього стінового огородження;

б) в осях 9-13 – зведення монолітного каркасу з використанням для подавання бетонної суміші стаціонарного бетононасосу, цегляна кладка стін і перегородок, улаштування покрівлі;

в) в осях 14-19 – монтаж металевого каркасу самохідними кранами КС-45717-2Р та КС-55713-1К, монтаж конструкцій покрівлі, влаштування монолі-тних чаш басейнів Чм1, Чм2 із подаванням бетонної суміші автобетононасосом, влаштування зовнішнього стінового огородження;

4-й етап – оздоблювальні та спеціальні роботи, благоустрій території.

В окремий етап необхідно також виділити роботи по прокладанню зовнішніх інженерних мереж.

Роботи виконуються методом потокового будівництва.

Під час виконання зовнішніх оздоблювальних робіт передбачені переставні інвентарні ліси і навісні люльки.

6.4 Технологічна карта на влаштування фундаментної плити

Для визначення загальної тривалості робіт з улаштування фундаментів спочатку встановлюють обсяги робіт: площу опалубки ($S_{оп}$), загальні витрати арматури (A) і об’єм бетону ($V_Б$), який потрібно укласти в опалубку.
Підраховуються обсяги робіт.

1. Установка опалубки

$S_{оп}$ = P· h,

де P – периметр суцільної плити, м;

h – висота плити, м.

$S_{оп}$ = 109,22м^2

2. Витрати арматури складатимуть А = 81,51 т

3. Обсяг бетону Vб = 391,105 м3

4. Зняття опалубки $S_{оп}$ = 109,22 м^2

Технологія виконання бетонних робіт під час зведення фундаментної плити

Монолітна фундаментна плита зводиться з бетонуванням за один прийом.

Приймаємо безперервне бетонування фундаментної плити.

Запропонований варіант передбачає розбивку фундаментної плити на дві ділянки, які розділені по деформаційному шву відповідно виконаного розрахунку фундаменту. Укладання бетонної суміші в опалубку фундаментної плити здійснюється двома автобетононасосами, які працюють кожний на своїй ділянці (1 та 2 захватки) паралельно.

Таким чином, бетонування здійснюється без розбивки на окремі блоки бетонування, що сприяє забезпеченню проектної міцності фундаментної плити.

Розміри захватки визначають інтенсивність подавання бетонної суміші. Виходячи з інтенсивності укладання бетонної суміші, товщини шару і проміжку часу до перекриття раніш укладеного шару бетонної суміші за формулою

$$Iу=\frac{А\cdot\delta}{t_{пч}}=\frac{279,105\cdot0,35}{1,5}=65,125\ м3/год$$

де ***I***у – інтенсивність укладання бетонної суміші, м^3/год;

А – площа однієї ділянки (захватки);

$t_{пч}$ - максимально припустимий проміжок часу до перекриття раніше укладеної бетонної суміші, год (від 1 до 1,5 год);

δ – товщина шару бетонної суміші, м.

Обираємо бетононасос фірми Путцмайстер М 20-4 з паспортною продуктивністю 110 м^3/год.

Рис. 6.1 – Автобетононасос М 24-4

Технічні дані	Автобетононасос М 24-4
Об'єм подачі бетону - макс.	110 м³/год
Тиск подачі бетону - макс.	78 бар
Діаметр циліндра	230 мм
Хід циліндра	1400 мм
Тип розкладання	ZR-подібне
Кількість секцій розподільчої стріли	4
Дальність подачі вгору	23,6 м
Дальність подачі по горизонталі	19,7 м
Подача вниз	14,5 м
Бетоновод, внутрішній діаметр	125 мм
Довжина кінцевого распредшланга	4 м

Iу = 110·0,6 = 66 м^3/год. В цій формулі 0,6 – коєфіцієнт, що враховує зниження паспортної продуктивності від декількох факторів.

Виходячи з загальної площі плити розбиваємо її на 2 приблизно однакові захватки (58,21:2 =279,105 м^2, приймаємо 2).

Необхідну кількість автобетонозмішувачів можна розрахувати за формулою

$$n = \frac{(t_1 + t_2) \cdot Q}{60 \cdot W + 1}$$

де t_1 – час завантаження і розвантаження автобетонозмішувача (можна прийняти 10 хв.), хв.;

t_2 – час перебування автобетонозмішувача в дорозі за маршрутом: бетонний завод – бетононасос – бетонний завод (приймають 80 хв), хв.;

Q – експлуатаційна продуктивність бетононасоса;

W – корисна місткість барабана автобетонозмішувача.

Для постачання бетонної суміші будемо використовувати автобетонозмішувач АБС-10ДА з місткістю барабана 10 м^3.

$$n = \frac{(10 + 80) \cdot 66}{60 \cdot 10 + 1} = 9{,}88 \text{ шт}$$

Безперервну роботу двох бетононасосів буде обслуговувати 10х2 =20 автобетозмішувача.

Розрахунок потрібної кількості глибинних вібраторів

1-й варіант

Приймаємо для ущільнення бетонної суміші вібратор ИВ=116 з наступними технічними характеристиками:

Зовнішній діаметр вібронаконечника – 76 мм,

Довжина вібронаконечника – 430 мм.

1-й варіант подавання бет. суміші –бетононасосом

$$m = 1{,}35 \frac{\mathrm{I_y}}{Q_\mathrm{E} \cdot n_\mathrm{ш}} = 1{,}35 \frac{66}{7{,}69 \cdot 2} = 5{,}53$$

$$Q_\mathrm{E} = 0{,}7 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \delta \cdot \frac{3600}{t_\mathrm{y} + t_\mathrm{п}} = 0{,}7 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}38^2 \cdot 0{,}35 \cdot \frac{3600}{40+12} = 7{,}69 \text{м}^3/\text{год}$$

r=4…5$d_н$ =5·0,076 = 0,38 м

Приймаємо 6 вібраторів, які обслуговують роботу одного бетононасосу.

Таблиця 6.1 Відомість основних машин та механізмів

№ з/п	Найменування	Тип Марка	Характеристика	Кількість
1	Автокран	КС-45717К-2Р	Q=25т, $L_{стр}$=30м (осн. під.)	1
2	Автобетонозмішувач	АБС-10ДА	V=10м3	20
3	Глибинний вібратор	ИВ=117		12
4	Автобетононасос «ПУТЦМАЙСТЕР»	М 24-4	Продуктивність паспортна 110 м^3/год	2

Таблиця 6.2 - Графік виконання робіт по зведенню суцільної монолітної плити (при роботі автобетононасосом)

Вар. з муфтами и без по ЕНиР

Назва робіт	Обг. за ЄНіР	Од. ви-мі-ру	Об-сяг ро-біт	Норма часу		Трудо-місткість, л-зм		Машино-ємкість, м-зм		Склад ланки		Зм і н.	Т р и в.	Робочі дні/зміни											
				л-г	м-г	Норм.	Пр.	Норм.	Пр.	Проф., розр.	Кільк.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14												
1. Установка опалуб	4-1-37	м^2	109,22	0.39	-	5,32	6	-	-	Слюсар буд 4 р. -"- 2 р.	1 1	2	1,5												
2. Установлення арматури	4-1-46 К=0,75	1 т	81,51	8	-	81,51 61,13	72 54	-	-	Армат 4 р. -"- 2 р.	2 4	2	6 4,5												
3.1 Подавання бет. суміші у мон. плиту доп. бетононасосу	4-1-48 В т.5 К=0,7	100 м^3	1,9555* 1,9555*	18	6,1	3,07 3,07	16	1,04 1,04	1,0	Слюсар буд 4 р. Бет. 4 р	2 3	2	1												
3.2 Укладання бет суміші у монол.	4-1-49 Т.1	м^3	391,105	0,22	-	10,76 16,9				-"- 2 р.	3														
4.Зняття опалубки	4-1-37	м^2	109,22	0,21	-	2,87	3	-	-	Слюсар буд 3 р. -"- 2 р.	1 1	1	1,5												

Технологічна перерва 3 дн

*Примітка. Обсяг наведено для однієї захватки Σ=79 люд.-зм

97 люд-зм

ТЕП (с муфтами)

1. Загальна тривалість робіт **Т**=11,5 днів;
2. Питома трудомісткість **q**=Σтрудомісткість/обсяг бетону = 79:391,105=0,201 л-зм/м^3;
3. Виробіток **В**=обсяг бетону/Σтрудомісткість=391,105:79=4,95 м^3/л-зм

ТЕП (базовий варіант)

1. Загальна тривалість робіт **Т**=12,5 днів;
2. Питома трудомісткість **q**=Σтрудомісткість/обсяг бетону = 97:391,105=0,248 л-зм/м3;
3. Виробіток **В**=обсяг бетону/Σтрудомісткість=391,105:97=4,03 м3/л-зм

Таблиця 6.3 - Графік виконання робіт по зведенню суцільної монолітної плити (при роботі автобетононасосом)
Вар. з муфтами и без **по РЕКН**

Назва робіт	Обг. за ЄНіР	Од. ви-мі-ру	Об-сяг ро-біт	Норма часу		Трудо-місткість, л-зм		Машино-ємкість, м-зм		Склад ланки		Змін.	Три в.	Робочі дні/зміни
				л-г	м-г	Норм.	Пр.	Норм.	Пр.	Проф., розр.	Кільк.			1 9 10 . . 20 21 24 25 25 28 30 32 33
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. Установка опалуб	6-52-5 К1=0,3	100 м^3	3,91105	576,52	-	84,55	72	-	-	Слюсар буд 4 р. -"- 2 р.	2 2	2	9	
2. Установлення арматури	6-55-3 К=0,75	1 т	81,51	31,77	-	323,7 242,77	272 208	-	-	Армат 4 р. -"- 2 р.	4 4	2	17 13	
3. Подавання бет. суміші у мон. плиту доп. бетононасосу	6-60-1 В т.5	100 м^3	3,91105	27,48	4,58	13,43	12	2,24	2,0	Слюсар буд 4 р. Бет. 4 р -"- 2 р.	2 2 2	2	1	
4.Зняття опалубки	6-52-5 К1=0,3 К2=0,5	100 м^3	3,91105	576,52	-	42,28	40	-	-	Слюсар буд 3 р. -"- 2 р.	2 2	2	5	Технологічна перерва 3 дн

Σ=332 люд.-зм
396 люд-зм

ТЕП (с муфтами)
1. Загальна тривалість робіт **Т**=30 днів;
2. Питома трудомісткість **q**=Σтрудомісткість/обсяг бетону = 332:391,105=0,84 л-зм/м^3;
3. Виробіток **В**=обсяг бетону/Σтрудомісткість=391,105:332=1,78 м^3/л-зм

ТЕП (базовий варіант)

1. Загальна тривалість робіт **Т**=33 дня;
2. Питома трудомісткість **q**=Σтрудомісткість/обсяг бетону = 396:391,105=1,01 л-зм/м3;
3. Виробіток **В**=обсяг бетону/Σтрудомісткість=391,105:396=0,98 м3/л-зм

Таблиця 6.4 - Графік виконання робіт по зведенню суцільної монолітної плити (при роботі автобетононасосом)

Вар. по РЕКН

Назва робіт	Обг. за ЄНіР	Од. ви-мі-ру	Об-сяг ро-біт	Норма часу		Трудо-місткість, л-зм		Машино-ємкість, м-зм		Склад ланки		Зм і н.	Т р и в.	Робочі дні/зміни											
				л-г	м-г	Норм.	Пр.	Норм.	Пр.	Проф., розр.	Кільк.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14												
Влаштування фундаментної плити	6-1-16	100 $м^3$ заліз обето ну	3,911 05	249, 41	-	121,9 3	120 90	-	-	Слюсар буд 4 р. -"- 2 р. Армат 4 р. -"- 2 р. Слюсар буд 4 р. Бет. 4 р -"- 2 р.	1 1 2 2 2 2 2	2	5														

Σ=90 люд.-зм

120 люд-зм

За трудомісткістю ці процеси складають: опалубні 35-50%, бетонування 20-30%, арматурні 15-25%.

Арматурні роботи 20% - 120:4=30 відповідно 120-30 = 90 люд-зм

ТЕП (с муфтами)

1. Загальна тривалість робіт **Т**=8,5 днів;

2. Питома трудомісткість **q**=Σтрудомісткість/обсяг бетону = 90:391,105=0,23 л-зм/м^3;

3. Виробіток **В**=обсяг бетону/Σтрудомісткість=391,105:90=4,35 м^3/л-зм

ТЕП (базовий варіант)

1. Загальна тривалість робіт **Т**=9,5 днів;

2. Питома трудомісткість **q**=Σтрудомісткість/обсяг бетону = 120:391,105=0,31 л-зм/м^3;

3. Виробіток **В**=обсяг бетону/Σтрудомісткість=391,105:120=3,26 м^3/л-зм

6.5 Методи виконання основних будівельно-монтажних робіт

6.5.1 Земляні роботи

Земляні роботи слід виконувати у відповідності до вимог ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і спорудження фундаментів».

Вертикальне планування будівельного майданчика виконується за допо-могою бульдозера.

Розробка ґрунту котловану під фундаменти будівлі ведеться за допомо-гою екскаватора «зворотна лопата» з ковшем ємністю 0,65 м3 з навантаженням в автотранспорт. Траншеї під мережі виконується екскаватором «зворотна ло-пата» з ковшем ємністю 0,28 м3.

Розроблений ґрунт в обсязі зворотної засипки складується в тимчасовий відвал на вільній території будівельного майданчика.

Зачистка дна котловану і траншей виконується вручну.

Для виконання земляних робіт поблизу електрокабелів необхідно отримати наряд-допуск і дозвіл на проведення робіт від експлуатуючої організації. Земляні роботи поблизу електрокабелів виконуються під безпосереднім наглядом виконроба або майстра і представника експлуатуючої організації.

Зворотне засипання виконується бульдозером з пошаровим ущільненням по 15-20 см, до утримання щільності γск=1,65 т/м3. Ущільненням виконувати ручними електричними трамбівками.

6.5.2 Бетонні роботи

Бетонні роботи виконують як на стадії нульового циклу (влаштування фундаментів і стін підвальної частини), так і для зведення чотирьохповерхової адміністративної частини.

Склад і технологічна послідовність робіт при влаштуванні фундаментів плити наступна:

- улаштування бетонної підготовки:
- установка опалубки і арматурних каркасів фундаментів (стовбчатих та фундаментних плит);
- укладання бетонної суміші з ущільненням електровібраторами;
- догляд за бетоном і розбирання опалубки.

Зведення наземних конструкцій чотирьохповерхової адміністративної частини складається з наступних робіт:

- установка опалубки і арматурних каркасів колон;
- укладання бетонної суміші з ущільненням електровібраторами;
- догляд за бетоном і розбирання опалубки колон.
- установка опалубки перекриття;
- укладання арматури перекриття;
- укладання бетонної суміші з ущільненням електровібраторами;
- догляд за бетоном і розбирання опалубки перекриття із залишення частини телескопічних стійок у якості розвантажувальних.

Бетон на будівельний майданчик підвозити автобетонозмішувачами СБ-92. Для виконання бетонних робіт рекомендуються наступні будівельні механізми і пристосування:

- для подавання бетонної суміші у монолітні стовбчасті фундаменти (приміщення для гри у футбол) передбачено безпосереднє подавання з автобетонозмішувача по віброжолобах та вібролотках;
- для подавання бетонної суміші до місць укладання у фундаментні плити і монолітні чаші басейнів (приміщення басейну і адміністративна частина) застосувати автобетононасос марки Putzmeister M 20-4;
- для подавання бетонної суміші під час зведення наземних конструкцій адміністративної чотирьохповерхової будівлі застосувати стаціонарний бетононасос марки Putzmeister BSA 1407 D;
- для подавання в зону монтажу конструкцій опалубки, арматури та арматурних виробів – самохідний кран КС-45717-2Р.

Арматурні вироби і опалубка на будмайданчик постачаються автотранспортом у готовому вигляді. Виготовлення арматурних каркасів і сіток передбачено у спеціалізованій майстерні.

Під час бетонування конструкцій слідкувати за забезпеченням проектного

положення арматури.

Бетонування міжповерхових перекриттів та фундаментних плит виконувати без технологічних перерв.

Усі бокові поверхні конструкцій фундаментів і стін, дотичні з ґрунтом, обмазують бітумною мастикою за два рази по одному шару холодної бітумної ґрунтовки згідно вказівкам проектної документації.

Роботи по зведенню монолітних залізобетонних конструкцій нульового циклу виконувати із здійсненням суворого інструментального контролю, а також із складанням актів на приховані роботи згідно додатку В до ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

6.5.3 Монтаж металевих конструкцій

Монтажні роботи виконувати у відповідності до вимог ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі Зміною № 1».

Монтаж металевих конструкцій з цеху вести поелементним методом (тобто подача конструкцій до місця монтажу, підготовки їх до підйому, стропування, підйом і установки на опори, тимчасове закріплення, вивірка і остаточне закріплення в проектному положенні) за допомогою кранів КС-45717-2Р та КС-55713-1К.

Для монтажних робіт використовують типове оснащення, що дозволяє здійснювати підйом, тимчасове закріплення і вивірку монтуємих елементів.

Стропування конструкцій виконуються інвентарними стропами або спеціальними захватними пристосуваннями з напівавтоматичними пристроями для дистанційної розстроповки.

Стропування повинне проводитися в місцях, зазначених в проекті вико-нання робіт, і забезпечувати підйом і подачу елементів до місця установки (ук-ладання) в положенні, близькому до проектного.

Розстроповку встановлених на місце конструкцій робити тільки після на-дійного закріплення їх постійними або тимчасовими зв'язками.

Всі конструкції розташовуються в зоні дії монтажного крана.

При складанні повинна проводитися ретельна вивірка проектного поло-ження елементів, що монтуються.

Монтаж металевих конструкцій повинен виконуватися після інструментальної перевірки позначок і положення опорних поверхонь конструкцій і закладних деталей.

Процес монтажу конструкцій кроквяних ферм складається із подачі мета-левих конструкцій до місця монтажу, укрупнювального складання елементів на майданчику, підйому і установки на опори за допомогою синхронної роботи кранів КС-45717-2Р та КС-55713-1К. В процесі укрупнення конструкцій здійс-нювати ряд будівельних операцій: антикорозійний захист, вогнезахисне фарбу-вання.

6.5.4 Кам’яні роботи

Цегляну кладку стін необхідно виконувати у відповідності з ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1 » та ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Роботи з кладки стін ведуться по захватках бригадою мулярів за допомогою крана КС45717-2Р.

Робочі місця мулярів організувати із застосуванням засобів риштування у вигляді шарнірно-панельних засобів підмощування. Цегла і розчин на об’єкт завозяться автотранспортом, розвантажується у зоні роботи монтажного крана і подається в зону складування.

Спосіб організації роботи бригади - потоково-розчленований (ділянковий). При цьому способі стіни на захватці розбиваються між ланками на окремі ділянки з таким розрахунком, щоб кожна ланка мулярів працювала протягом зміни без переходів на інші ділянки і без перестановки риштування.

Кожна ланка викладає за зміну повністю ярус.

По мірі зведення цегляних стін здійснюється контроль правильності перев’язування рядів кладки, товщину і заповнення швів, вертикальності, горизонтальності і прямолінійності поверхонь і кутів кладки.

6.5.5 Монтаж легких огороджуючих конструкцій покрівлі та стін

Покрівельні панелі необхідно монтувати з ухилом не менше 7 %.

Перед монтажем необхідно змонтувати на несучих покрівельних конструкціях допоміжний робочий майданчик. Першу панель піднімають за допомогою вантажопідйомних пристосувань і встановлюють на несучі покрівельні конструкції. Потім необхідно перевірити розташування і ухил панелі, оскільки правильність влаштування першої панелі визначає якість подальшого монтажу.

Панель фіксується до несучої конструкції за допомогою саморізів, потім проводиться розстропування панелей. При проведенні кожної з операцій необ-хідно стежити, щоб панель не була пошкоджена. На місце накладання першої панелі необхідно нанести герметик для покрівельних робіт, а у наступній панелі необхідно виконати зарізання торця.

Наступну панель встановити аналогічним чином, прикріпити її до несучих покрівельних конструкцій, розстропувати. Потім організувати кріплення верхньої панелі до нижньої в поперечному стику.

Після монтажу панелей першого і другого ряду, можна проводити органі-зацію поздовжнього міжпанельного з’єднання. Перед кожною перервою в ро-боті слід закріпити кожну панель на несучих конструкціях тією кількістю гвин-тів, яка

передбачена проектом.

Монтаж стін будівель з легких металевих панелей типу "сендвіч" вертикальної і горизонтальної розрізки слід вести попанельно. Стропування сенвіч-панелей на монтажі слід проводити тільки за допомогою гнучких тканинних стропів або спеціальних траверс, що виключають зім'яття металевих кромок панелей і пошкодження лакофарбового шару. Горизонтальний монтаж панелей ведеться знизу (від цоколя) вгору, вертикальний монтаж – від кута, і, починаю-чи з тієї панелі, яка впирається в стик. Таким чином, відхилення в розмірах ви-являться мінімальними.

Перша панель піднімається за допомогою вантажопідйомних пристосувань і встановлюється на опорну цокольну підконструкцію в передбачене проектом положення. Далі слід перевірити вертикальність панелі і дотримання площинності стіни. При необхідності, слід вирівняти рівень положення першої панелі, так як від цієї операції залежить правильність виконання подальшого монтажу. Панель фіксується за допомогою саморізів до опорної конструкції, потім про-водиться розстропування панелей. При проведенні кожної з операцій необхідно стежити, щоб панель не була пошкоджена. Аналогічним чином монтуються наступні панелі.

6.6 Потреба в основних будівельних машинах, механізмах і автотранспорті

Потреба будівництва в основних будівельних машинах, механізмах і автотранспорті визначена на підставі прийнятих організаційно-технологічних схем будівництва, обсягів робіт, прийнятих способах механізації робіт.

Таблиця 6.5 – Потреба в основних будівельних машинах, механізмах і автотранспорті

№ п.п.	Найменування та характеристика	Кількість, шт.	Примітка
1	Екскаватор ЕК-18, містк. ковша 0,65м³	1	
2	Екскаватор ЭО-2626, містк. ковша 0,28м³	1	
3	Бульдозер ДЗ-29, потужність 59 кВт	1	
4	Кран КС-45717К-2Р «Ивановец»	1	Q = 25 т L = 30,7 м
5	Кран КС-55713-1 «Галичанин»	1	Q = 25 т L = 21,7 м
6	Бетононасос стаціонарний PUTZMEISTER **BSA 1407 D**	1	
7	Автобетононасос Putzmeister M 20-4	1	
8	Автобетонозмішувач СБ-92В	3	
9	Автогідропідйомник АГП-22	1	
10	Автомобіль бортовий МАЗ-200, вантажопідйомність 5т	2	
11	Автосамоскид КамАЗ-5510, вантажопідйомність 7т	2	
12	Баддя для бетону, містк. 1м³	1	
13	Компресор пересувний	1	

14	Апарат для дугового зварювання	4	
15	Станок для різання арматури	1	
16	Станок для правки арматури	1	
17	Елетротрамбівка	2	
18	Каток самохідний	1	
19	Асфальтоукладальник	1	
20	Ручний електроінструмент (комплект)	3	
21	Вібратор глибинний	2	
22	Агрегат фарбувальний	1	
23	Риштування інвентарні (комплект)	1	

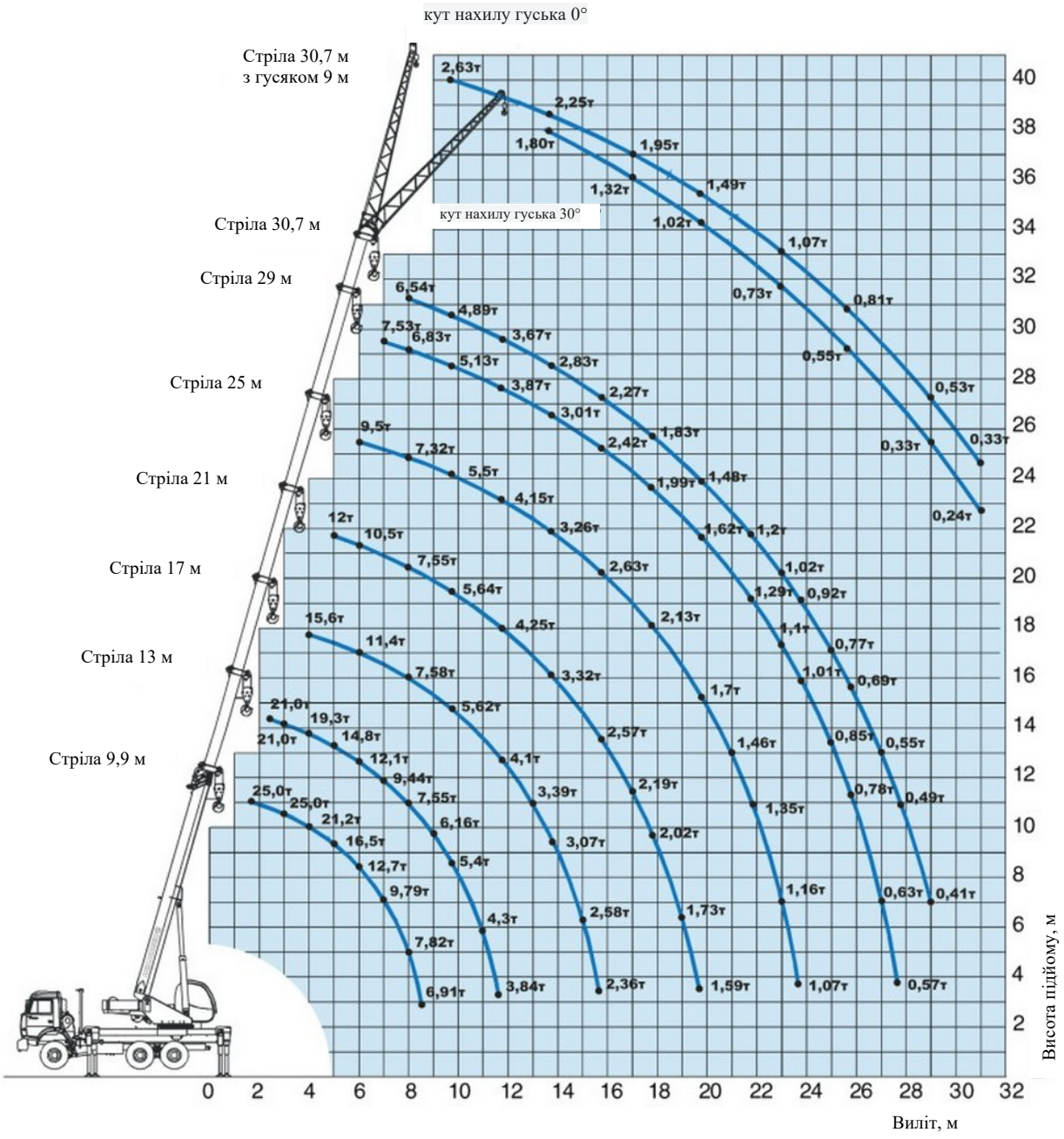


Рисунок 6.2 – Вантажні та висотні характкристики автокрану КС-45717К-2Р

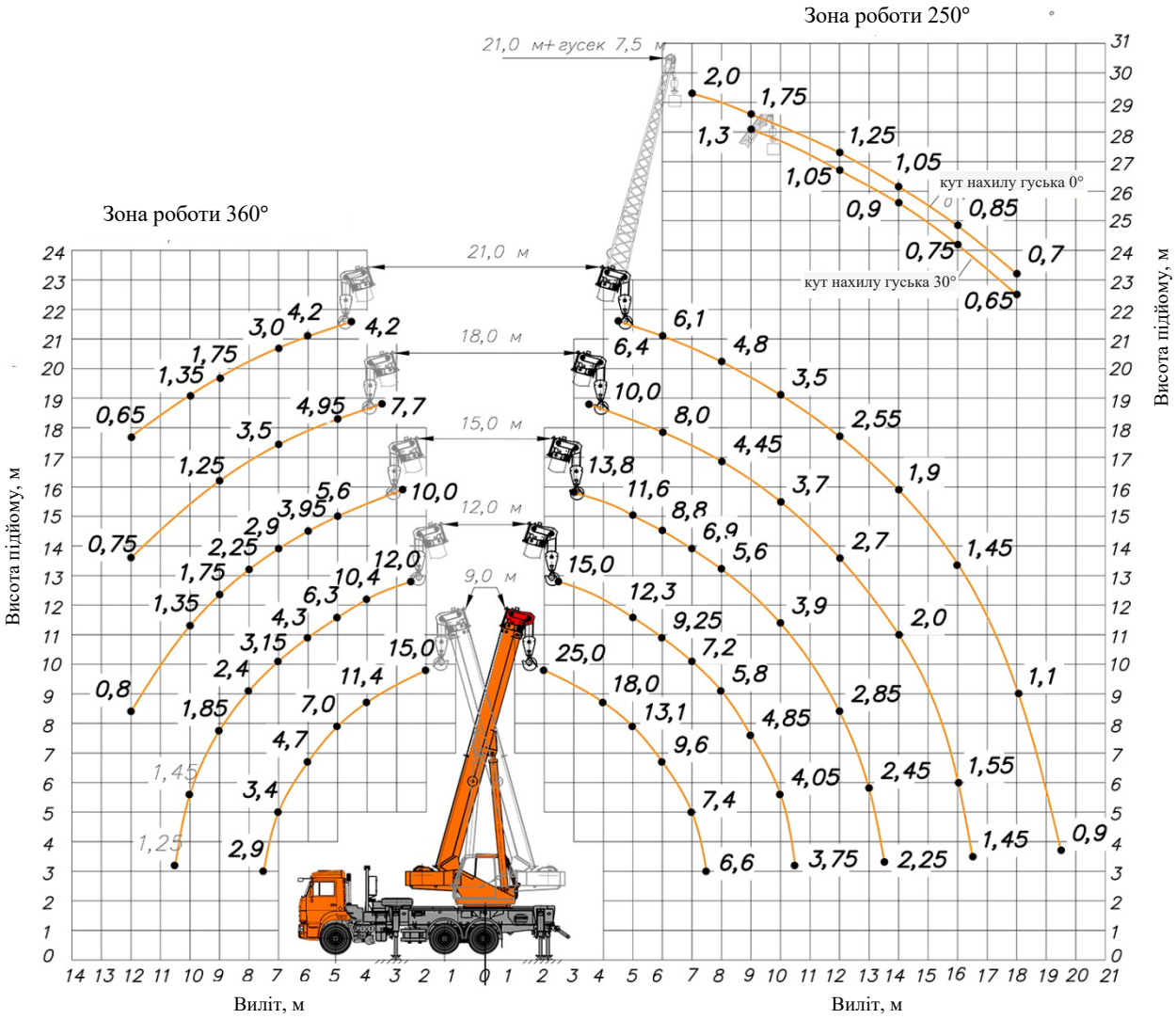


Рисунок 6.3 – Вантажні та висотні характкристики автокрану КС-55713-1К

6.7 Календарний графік

Календарний графік виконання робіт по об’єкту розробляємо з метою

Проектування послідовності, ступеня суміщення робіт і визначення загальної тривалості зведення об’єкту. При цьому додержуємося принципів потокового виконання робіт та вимоги безпеки праці.

В розробці календарного графіку визначаємо:

– перелік робіт та обсягів; установлюємо для кожного виду робіт методів

Їх виконання і обираємо необхідні машини та механізми;

– за будівельними нормами розраховуємо витрати праці;

– призначаємо змінність;

– встановлюємо технологічну послідовність виконання кожного виду

Робіт і визначаємо їх тривалість;

– розраховуємо склад ланок та бригад;
– складаємо графік виконання робіт.

6.8 Будівельний генеральний план

У даному дипломному проєкті розроблено план розвитку будівництва та будівельний генеральний план для періоду зведення надземних конструкцій будівлі. Будівельний генеральний план відображає стан будівельного майданчика на етапі виконання наземного циклу робіт і є основним документом організації будівельно-монтажних процесів.

Початковою інформацією для розробки плану слугували генеральний план з нанесеними існуючими та запроєктованими об’єктами і підземними комунікаціями, календарний графік будівництва з графіками роботи бригад, відомості потреби в матеріалах, конструкціях і напівфабрикатах, а також перелік і кількість будівельно-монтажних машин і механізмів.

Об’єктний план включає проєкт будівлі з прив’язкою осей до координатної мережі, розміщення тимчасових транспортних шляхів, інженерних мереж електро-, водо- та теплопостачання, каналізації, монтажних кранів і механізованих установок. Окрему увагу приділено розташуванню кранових шляхів, напрямкам руху кранів і визначенню небезпечних зон під час монтажних робіт.

Також на будівельному генеральному плані передбачено майданчики для складування конструкцій, матеріалів і технологічного обладнання, розташування тимчасових побутових приміщень, складів та інших допоміжних споруд, необхідних для забезпечення будівництва, а також влаштування тимчасових доріг.

Будівельний генеральний план складається з графічної частини будівельного майданчика та пояснювальної записки, що містить розрахунки, обґрунтування прийнятих організаційно-технологічних рішень і техніко-економічні показники.

При розробці плану виконано розрахунки:

- потреби в тимчасових будівлях і спорудах;
- потреби в складських приміщеннях і площах відкритого зберігання;
- освітлення будівельного майданчика;
- водоспоживання.

План розвитку будівництва та будівельний генеральний план розроблено відповідно до вимог протипожежних норм, правил техніки безпеки та охорони

праці. Усі умовні позначення прийняті згідно з чинними нормативними документами та враховані при побудові плану.

6.9 Електропостачання

Розрахунок потреби в електроенергії на період виконання будівельно-монтажних робіт виконано відповідно до вимог додатка №2 «Посібника з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт» (до ДБН А.3.1-5-96), а також до прийнятих схем виробництва робіт, передбачених цим проектом.

Основними споживачами електроенергії на будівельному майданчику є будівельні машини, механізми та установки, обігрів і освітлення тимчасових інвентарних будівель, а також освітлення будівельного майданчика і зон виконання робіт.

Підсумкове споживання електроенергії визначається формулою:

$$P_{ЗАГ} = 1{,}1\left(\frac{k_1\sum\rho_1}{\cos\varphi} + \frac{k_2\sum\rho_2}{\cos\varphi} + k_3\Sigma\rho_3 + k_4\Sigma\rho_4\right);$$

де: $P_{ЗАГ}$ – загальне споживання потужності, кВА;

1,1 – коефіцієнт втрат потужності в мережах;

cos φ – коефіцієнт потужності – 0,75;

k_1, k_2, k_3, k_4 - коефіцієнти одночасності роботи споживачів, в залежності від виду і числа споживачів, приймається в межах 0,6 - 1,0;

ρ1 - силова потужність, споживана будівельними машинами, інструментами, установками, механізмами, кВт;

ρ2 - споживана потужність на технологічні потреби (електропрогрів бетону), кВт;

ρ3 - споживана потужність для обігріву та освітлення тимчасових інвентарних будівель, кВт;

ρ4 - споживана потужність для освітлення будівельного майданчика і зон виконання робіт, кВт.

Розрахунок сумарної потужності споживачів електроенергії наведено в таблиці 9

Таблиця 6.6 - Розрахунок сумарної потужності споживачів електроенергії

N з/п	Найменування механізмів і споживачів	Марка	Кіль-ть, шт.	Встановлена потужність 1 шт./ всіх (кВт)	Коеф. використання	Розрахункова активна потужність, кВт	Примітки
	ρ_1						
1	Вібратор	ИВ-116А	2	1,6 / 3,2	0,4	1,28	
2	Трансформатор для дугового	ТС-300	4	2,8 / 11,2	0,35	3,92	

	зварювання						
3	Станок для різання арматури	-	1	5/5	0,2	1	
4	Станок для правки арматури	-	1	5/5	0,2	1	
5	Компресор пересувний	С415М	1	5,5 / 5,5	0,6	3,3	
6	Бетономішалка	Forte EW7150	1	0,55/0,55	0,5	0,27	
7	Електроінструмент		12	0,5/6	0,25	1,5	
8	Трамбівка електрична	ИЭ-4505	3	1,6/4,8	0,35	0,63	
9	Агрегат фарбувальний	WAGNER	1	0,8/0,8	0,4	0,32	
	Всього по розділу ρ1					13,2	
	ρ3						
1	Мийка коліс	Аква Оптима	1	2,2/2,2	0,6	1,3	
2	Контора	8,55х3,1х2,8	2	7,0 / 14,0	0,6	8,4	
3	Гардеробна з сушильнею	6,7х3,0х2,3	2	7,22 / 14,44	0,6	8,66	
4	Душова	9,6х3,1х2,9	1	28,0 / 28,0	0,6	16,8	
5	Приміщення для обігріву, відпочинку та приймання їжі	7,3х3,0х2,8	4	5,36 / 21,44	0,6	12,86	
6	Туалет на 1 люд.		4	1,0 / 4,0	0,6	2,4	
7	Інструментальна комора (опалювальна)	6,7х2,9х2,3	1	4,36 / 4,36	0,6	2,62	
8	Пост охорони	2,5х2,4х2,5	1	4 / 4	0,6	2,4	
	Всього по розділу ρ3					55,02	
	ρ4						
1	Освітлення території	ПЗС-45	11	1,0 / 9,0	1,0	11,0	

	Всього по розділу ρ_4					11,0	

Всього 79,22

Загальне споживання електроенергії для будівництва $P_{ЗАГ}$ = 1,1*(13,2/0,75 + 55,02+11) = 83,62 кВА.

6.10 Водопостачання

Тимчасове водопостачання будівельного майданчика передбачається для забезпечення будівництва для наступних потреб:

- виробничі потреби;
- забезпечення водою тимчасових будівель і споруд;
- забезпечення роботи площадки для промивання автотранспорту та будівельного інвентарю;
- забезпечення будівництва протипожежним водопостачанням.

Витрати води на виробничі потреби:

Штукатурення при готовому розчині – 2 л/м^2 * 100 = 200 л/зм

Мийка машин – 180 л/маш * 4 = 720 л/зм

Коефіцієнт необлікованих витрат K_1 = 1,2;

Коефіцієнт нерівномірного споживання K_2 = 1,5.

Загальна потреба в зміну складає: Q_1 = 920х1,2х1,5 = 1656 л = 1,65 м3

6.11 Витрати на побутові потреби

Витрати води на господарсько-побутові потреби на одного споживача складає 25 л.

Коефіцієнт погодинної нерівномірності К = 1,5.

Q_2 = 25х42х1,5 = 1575 л = 1,575 м^3

Витрати води на пожежогасіння

Витрата води на протипожежні потреби - 10 л/сек з огляду на те, що число одночасних пожеж на території будівництва до 10 га - не більше одного.

Для гасіння пожежі використовується пожежний гідрант, влаштований в підготовчий період будівництва.

Сумарна змінна потреба води: $Q_{ЗАГ} = Q_1 + Q_2$ = 1,65 + 1,575 м^3 = 3,225 м^3

Забезпечення електроенергією і водою передбачено шляхом підключення до проектованих постійних мереж, зведених в підготовчий період будівництва.

ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Завдання охорони праці на об’єкті проєктування

Охорона праці є складовою системи забезпечення безпечних умов праці та одним із ключових напрямів діяльності під час будівництва спортивно-оздоровчого комплексу. Вона спрямована на створення таких організаційних, правових і технічних умов, за яких життя та здоров’я працівників не піддаються небезпеці, а ризики виникнення нещасних випадків або професійних захворювань мінімізуються. Основою діяльності у сфері охорони праці є Конституція України, Закон України «Про охорону праці», Кодекс законів про працю України, а також ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», які визначають обов’язкові вимоги до організації безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

Будівництво спортивно-оздоровчого комплексу в місті Кременчук передбачає виконання широкого спектра робіт, які належать до категорії підвищеної небезпеки. Процеси передбачають розробку ґрунту, облаштування фундаментів, монтаж збірних і монолітних конструкцій, виконання висотних робіт, встановлення інженерних мереж та оздоблювальних процесів. Кожен із цих етапів супроводжується появою небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що зумовлює необхідність упровадження комплексної системи охорони праці. Забезпечення належного рівня безпеки стає першочерговим завданням, оскільки навіть незначні порушення технологічної дисципліни можуть призвести до тяжких наслідків.

Завдання охорони праці полягають насамперед у створенні таких умов, за яких кожен працівник може виконувати свої обов’язки без ризику для здоров’я. Це досягається шляхом забезпечення безпечної організації технологічних процесів, правильного планування території будівельного майданчика, використання сучасних технічних засобів захисту та впровадження профілактичних заходів. Важливим є не лише технічний аспект, а й організаційний: працівники повинні бути навчені безпечним методам роботи, пройти інструктажі, мати доступ до інформації про небезпечні фактори та знати правила поведінки в разі аварійних ситуацій.

Значну увагу у межах цього об’єкта приділяють питанням попередження травматизму. Під час виконання будівельно-монтажних робіт використовуються баштові і автомобільні крани, бетонозмішувальні установки, електроінструменти, обладнання для механізованого підйому вантажів. Висотні роботи та монтаж конструкцій створюють підвищений ризик падіння працівників або предметів з висоти. Тому до завдань системи охорони праці входить забезпечення працівників сертифікованими засобами індивідуального та колективного захисту, організація контролю технічного стану обладнання, обмеження доступу сторонніх осіб до небезпечних зон та чітке дотримання технологічних регламентів.

Невіддільною складовою охорони праці є санітарно-гігієнічне забезпечення, яке передбачає створення оптимальних умов мікроклімату, належної вентиляції, освітлення та побутових умов. Під час будівництва працівники піддаються впливу пилу, шуму, вібрації, несприятливих погодних умов, що зумовлює необхідність впровадження заходів щодо мінімізації шкідливих факторів. До завдань охорони праці належить організація своєчасних перерв, забезпечення питною водою, облаштування приміщень для відпочинку та обігріву, а також контроль за санітарним станом території.

Важливою складовою завдань охорони праці на об’єкті проєктування є забезпечення пожежної та техногенної безпеки. Будівництво передбачає використання легкозаймистих матеріалів, проведення зварювальних робіт та експлуатацію електрообладнання, що створює потенційну небезпеку виникнення пожежі. До основних завдань належать організація протипожежних заходів, оснащення майданчика первинними засобами пожежогасіння, навчання працівників правилам пожежної безпеки та забезпечення наявності вільних шляхів евакуації.

У сучасних умовах особливого значення набувають завдання, пов’язані з діями в умовах воєнного стану. Працівники повинні бути ознайомлені з планом евакуації у разі повітряної тривоги, місцями розташування укриттів, правилами поведінки під час загрози ракетного удару або артилерійського обстрілу. До завдань охорони праці входить організація укриття працівників, оперативного оповіщення та припинення будівельно-монтажних робіт у разі небезпеки.

Таким чином, завдання охорони праці на об’єкті проєктування спрямовані на комплексне забезпечення безпеки персоналу під час виконання будівельних робіт. Вони охоплюють правові, технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні заходи, які забезпечують створення безпечного виробничого середовища. Системний підхід до виконання цих завдань сприяє зниженню травматизму, підвищенню ефективності будівельного процесу та гарантує збереження життя та здоров’я працівників протягом усього періоду будівництва спортивно-оздоровчого комплексу.

7.2. Аналіз умов праці на об’єкті проєктування

Аналіз умов праці на будівельному майданчику спортивно-оздоровчого комплексу має на меті визначення джерел потенційної небезпеки, що виникають у процесі виконання технологічних операцій, а також дослідження чинників виробничого середовища, які можуть негативно впливати на стан здоров’я працівників. Дослідження проводиться з урахуванням вимог Додатку 1 методичних

вказівок, який класифікує фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні фактори, що можуть проявлятися під час виконання будівельно-монтажних робіт. Умови праці оцінюються з позиції реальних технологічних процесів, структури будівельного майданчика та використання будівельних машин і механізмів.

Будівництво спортивно-оздоровчого комплексу включає виконання різноманітних етапів: підготовчих робіт, розробки ґрунту, улаштування фундаментів, монтажу каркаса, виконання висотних робіт, монтажу інженерних мереж, внутрішніх і зовнішніх опоряджувальних процесів. Кожний із етапів супроводжується наявністю специфічних небезпечних факторів, які зумовлені як особливостями будівельного майданчика, так і технологічними принципами виконання будівельних операцій. Територія майданчика характеризується відкритістю, постійним рухом вантажопідіймальної техніки, наявністю котлованів і траншей, що створює низку ризиків для працівників.

Одним із головних джерел небезпечних фізичних факторів є робота будівельних машин і механізмів. На майданчику передбачається використання баштових і автомобільних кранів, екскаваторів, бетонозмішувальних установок, автопідйомників та іншої техніки. Їх робота супроводжується підвищеною небезпекою наїзду, защемлення, потрапляння людини у зону дії стріли або рухомих частин механізму. Крім цього, в процесі роботи техніки утворюється підвищений рівень шуму, який негативно впливає на слух працівників і вимагає застосування відповідних засобів захисту. Значну небезпеку становить падіння предметів з висоти під час монтажу конструкцій, тому що елементи каркаса, плити перекриття та інші модулі переміщуються на висоті до 12 метрів. Під час виконання бетонних, опоряджувальних та земляних робіт утворюється значна кількість пилу, яка може викликати подразнення органів дихання та знижувати видимість.

Фізичні ризики також пов’язані з можливістю ураження електричним струмом. Будівельний майданчик оснащується тимчасовими електромережами для живлення інструментів і машин, що створює небезпеку пошкодження кабелів, коротких замикань і виникнення пожеж. Тимчасові освітлювальні установки становлять додатковий ризик у разі використання ламп із пошкодженою ізоляцією або неналежним заземленням. Недостатня освітленість під час робіт у темну пору доби сприяє зростанню кількості травм, особливо у зонах з нерівним рельєфом та відкритими траншеями.

Хімічні фактори проявляються під час роботи з будівельними матеріалами, що містять хімічно активні компоненти. У процесі бетонування працівники контактують з цементним пилом, який може викликати подразнення шкіри та слизових оболонок.

При виконанні оздоблювальних робіт застосовуються лакофарбові матеріали, клеї, герметики, шпаклівки, ґрунтовки, що містять леткі органічні розчинники. У замкнених приміщеннях концентрація парів може підвищуватися до небезпечного рівня, що спричиняє запаморочення, головний біль та інші порушення. Монтаж інженерних комунікацій нерідко супроводжується застосуванням монтажної піни, полімерних матеріалів і клеїв, які виділяють токсичні сполуки.

Біологічні фактори переважно проявляються на завершальних етапах будівництва, коли у приміщеннях з'являються умови підвищеної вологості. Це може сприяти розвитку грибка та мікроорганізмів, які становлять небезпеку для працівників, особливо під час тривалого перебування в закритих просторах. Також у процесі земляних робіт можливий контакт із ґрунтом, зараженим патогенними мікроорганізмами, що становить окремий ризик.

Психофізіологічні фактори випливають із складності будівельно-монтажних робіт, високої фізичної напруги, необхідності ручного переміщення вантажів та роботи у незручних положеннях. Значну роль відіграє і монотонність операцій, особливо під час оздоблювальних або малярних робіт, що може призводити до зниження уваги та збільшення кількості помилок. У сучасних умовах додатковим психологічним навантаженням є робота в умовах воєнного стану, що супроводжується підвищеним рівнем емоційного напруження.

Аналіз умов праці дозволяє визначити, що більшість виявлених небезпечних і шкідливих виробничих факторів можуть бути зменшені або повністю усунені шляхом впровадження інженерно-технічних, санітарних та організаційних заходів. До таких заходів належать удосконалення системи вентиляції, використання індивідуальних засобів захисту, встановлення огороджень, правильна організація маршрутів пересування техніки, застосування захисних конструкцій на висоті, забезпечення надійного електрозахисту та контроль за станом освітлення. Виявлені ризики формують основу для наступних підрозділів, де детально обґрунтовуються технічні рішення щодо забезпечення безпеки в конкретних умовах будівельного майданчика.

7.3. Організація безпечних і нешкідливих умов праці на об'єкті проєктування

Організація безпечних і нешкідливих умов праці на будівельному майданчику спортивно-оздоровчого комплексу є ключовим етапом у забезпеченні ефективності та безаварійності виконання будівельно-монтажних робіт. Розроблення цієї системи ґрунтується на результатах аналізу умов праці, виконаного у попередньому підрозділі, а також на вимогах ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова

безпека у будівництві». У цьому підрозділі розглядаються організаційні, інженерно-технічні та санітарно-гігієнічні заходи, спрямовані на мінімізацію небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що були виявлені під час оцінювання технологічних процесів.

Комплекс заходів з організації охорони праці повинен інтегруватися з календарним планом будівництва, будівельним генеральним планом та технологічними картами. Це дозволяє забезпечити не лише безпеку працівників, а й оптимальну взаємодію між технологічними процесами, виключити перетин небезпечних зон, своєчасно передбачити потребу у засобах захисту, техніці, огородженнях, пристроях освітлення, засобах вентиляції та комунікацій.

Насамперед організація безпечної праці передбачає правильне планування будівельного майданчика. Територія повинна бути чітко зонованою з урахуванням характеру та інтенсивності технологічних процесів. Небезпечні зони навколо кранів, зон монтажу конструкцій, котлованів, траншей, місць складування матеріалів, а також руху автотранспорту мають бути визначені на будівельному генеральному плані та позначені попереджувальними знаками. Огородження таких зон повинно унеможливлювати випадкове потрапляння працівників у межі дії небезпечних виробничих факторів. Варто також передбачити обмеження доступу сторонніх осіб на територію майданчика, що досягається шляхом встановлення огорожі, контрольно-пропускного пункту та системи ідентифікації робітників.

Електробезпека займає одне з провідних місць серед заходів захисту працівників. Усі тимчасові електроустановки повинні бути виконані відповідно до ПУЕ, мати надійне заземлення та захищеність від випадкових механічних пошкоджень. Кабелі тимчасових мереж мають прокладатися в захищених коробах або підвішуватися на висоті, що унеможливлює їх контакт із будівельними матеріалами, технікою чи інструментом. Розподільчі щитки необхідно розміщувати у легкодоступних місцях, проте поза межами зон підвищеної небезпеки. Вони повинні бути зачиненими, а доступ до них — обмеженим лише для електротехнічного персоналу з відповідним рівнем допуску. Забороняється використання пошкоджених подовжувачів, кабелів та інструментів із порушеною ізоляцією.

Не менш важливою складовою організації безпечних умов праці є забезпечення працівників справними засобами індивідуального захисту. На майданчику спортивно-оздоровчого комплексу працівники постійно перебувають у зоні дії рухомої техніки, виконують роботи на висоті, переносять будівельні матеріали, контактують із пилом та шумом. Тому стандартний комплект захисних засобів повинен включати каски, захисні окуляри, респіратори, рукавички, спецодяг, взуття з металевими носками та

сигнальні жилети. Працівники, які виконують висотні роботи, мають бути забезпечені страхувальними системами, які регулярно проходять огляд і випробування. Засоби індивідуального захисту повинні зберігатися в спеціально відведених місцях і видаватися працівникам згідно з вимогами чинних норм.

Організація безпечного виконання робіт на висоті передбачає використання риштувань, помостів та драбин, що відповідають технічним вимогам. Вони мають бути стійкими, справними, обладнаними огородженнями та настилами, що не допускають падіння інструментів або матеріалів. Перед початком робіт на висоті необхідно провести перевірку технічного стану всіх допоміжних конструкцій, а також здійснити інструктаж із безпечних методів виконання робіт. Висотні роботи забороняється виконувати за несприятливих погодних умов, таких як сильний вітер, ожеледиця або підвищена слизькість поверхні.

Організація безпечного виконання земляних робіт є важливою складовою загальної системи безпеки. Під час розробки котлованів і траншей необхідно враховувати їх глибину, тип ґрунтів, наявність підземних комунікацій, інженерно-геологічні умови та рівень ґрунтових вод. Стінки траншей повинні мати відповідний кут відкосу або бути укріпленими інвентарними кріпленнями. Потрапляння працівників до зони обвалу є однією з найпоширеніших причин нещасних випадків, тому розташування проходів, підходів, драбин і евакуаційних шляхів повинно враховувати можливі деформації ґрунту. Котловани та траншеї мають бути огороджені по периметру, а під час роботи екскаватора забороняється перебувати в зоні дії ковша та поруч із вертикальними відкосами.

Особливу увагу слід приділити організації руху транспорту та будівельної техніки. На плануванні території необхідно передбачити проїзди з достатньою шириною, радіусами розвороту та зонами для маневрування великогабаритної техніки. Рух транспорту повинен здійснюватися за визначеними маршрутами, які не перетинаються із зонами виконання робіт або пішохідними коридорами. У місцях можливого обмеження огляду доцільно встановлювати додаткові дзеркала, сигнальні лампи або організовувати роботу регулювальників. Кожен водій та машиніст повинен бути ознайомлений із планом руху транспорту й правилами безпеки, що стосуються конкретного майданчика.

Важливим етапом є організація складських зон, у яких зберігаються матеріали та конструкції. Матеріали повинні бути розміщені таким чином, щоб виключити їх мимовільне переміщення, падіння або пошкодження. Штабелі цегли, блоків, дерев’яних матеріалів і металевих виробів мають бути стійкими, а великогабаритні елементи каркаса — розміщені на спеціальних підставках або підкладках.

Забороняється складування матеріалів поблизу проїздів, у проходах або у зоні дії кранів. Вантажі, що переміщуються кранами, повинні мати рівномірно розподілену вагу, а стропальні операції можуть виконувати лише працівники, які пройшли відповідне навчання та мають допуск до таких робіт.

Окреме значення має мінімізація дії пилу, шуму та вібрації. Будівельний майданчик спортивно-оздоровчого комплексу включає значний обсяг бетонних, оздоблювальних та різальних робіт, які неминуче супроводжуються підвищеним рівнем шуму та утворенням пилу. Для зменшення цих факторів необхідно застосовувати інструменти з антивібраційними системами, пилососи з фільтрами високої ефективності, водяне зволоження під час різання або шліфування матеріалів. На ділянках із високим рівнем шуму працівники зобов’язані використовувати протишумні навушники або беруші. Вібрація, що виникає під час роботи віброплит, фундаментних машин або відбійних молотків, повинна компенсуватися шляхом обмеження тривалості безперервної роботи й обов’язкових перерв.

Організація санітарно-побутових умов є необхідною для підтримання працездатності та здоров’я персоналу. На майданчику повинні бути облаштовані гардеробні, душові, туалети, кімнати відпочинку та приміщення для обігріву, які відповідають санітарним нормам. Забезпечення працівників питною водою, шафами для зберігання одягу та місцями для прийому їжі є обов’язковими вимогами. Санітарно-побутові приміщення мають утримуватися у чистоті, а їх стан контролюється призначеною відповідальною особою. Регулярне прибирання, вивезення сміття та очищення проходів і проїздів також входять у обов’язки служби охорони праці.

Важливою складовою організації охорони праці є вентиляція та контроль мікроклімату. У приміщеннях, де виконуються оздоблювальні роботи, нанесення лакофарбових матеріалів або використання клеїв та розчинників, концентрація шкідливих речовин може значно перевищувати допустимі межі. Для цього необхідно використовувати примусову вентиляцію, повітроводи, мобільні витяжні установки та системи фільтрації. Мікроклімат повинен відповідати встановленим нормам щодо температури, вологості та швидкості руху повітря, що забезпечує комфорт і безпеку працівників, особливо в холодний та жаркий періоди року.

Суттєву роль у створенні безпечного робочого середовища відіграє система інструктажів і навчання персоналу. Кожен працівник повинен пройти первинний інструктаж, у якому викладаються основні вимоги щодо правил поведінки, переміщення по майданчику, використання інструментів і засобів захисту. Повторний інструктаж проводиться періодично для закріплення знань та перевірки

усвідомленості працівників щодо можливих небезпек. У разі зміни технологічного процесу, впровадження нового обладнання або переміщення працівника на інше робоче місце необхідно проводити позаплановий інструктаж. Крім того, роботи підвищеної небезпеки можуть виконуватися лише після проходження спеціального цільового інструктажу, який детально висвітлює методи безпечного виконання конкретного виду робіт.

Невід'ємною частиною організації безпечних умов праці є система контролю та моніторингу. Відповідальні особи з охорони праці зобов’язані здійснювати регулярні обходи території, перевіряти технічний стан риштувань, огороджень, кранів, інструментів та інвентарю. Особлива увага приділяється перевірці засобів індивідуального захисту, вогнегасників, електрощитів та вентиляційних систем. Виявлені порушення повинні фіксуватися у журналах, а керівництво — своєчасно вживати коригувальних заходів.

Важливою умовою забезпечення безпеки працівників під час виконання робіт є правильна організація переміщення та зберігання вантажів. Вибір методів переміщення вантажів повинен здійснюватися з урахуванням їх маси, габаритів, фізичних можливостей працівників та наявних технічних засобів. Будь-які роботи зі стропування та піднімання важких елементів можуть виконуватися лише стропальниками, які мають відповідну кваліфікацію та володіють навичками застосування вантажозахоплювальних пристроїв. Перед початком піднімання вантажу машиніст крана повинен отримати чітко сформульовану команду від стропальника, а сам процес має бути організований таким чином, щоб у зоні руху вантажу не перебувала жодна стороння особа. Забороняється виконання підіймальних операцій у складних погодних умовах або за наявності несправностей у такелажному обладнанні.

Окреме значення мають заходи для запобігання падінню працівників з висоти. Будь-які роботи на покрівлі, монтажних горизонтах, риштуваннях та елементах каркаса вимагають обов’язкового застосування страхувальних систем. Поверхні, на яких виконуються роботи, мають бути сухими, чистими та неслизькими. Монтажні отвори та прорізи необхідно закривати тимчасовими щитами або огороджувати. Роботи на висоті повинні проводитися тільки після перевірки інструментів, страхувальних канатів, карабінів і систем прив’язі. Працівники мають бути проінструктовані про заборону використання імпровізованих підставок або несправних помостів.

Важливою складовою організації безпечного виробничого середовища є запобігання впливу шкідливих хімічних факторів. Матеріали, що виділяють шкідливі

речовини — фарби, лаки, клеї, монтажні піни, герметики — повинні застосовуватися у добре вентиляційних приміщеннях або на відкритому повітрі. Працівники, що працюють з такими матеріалами, повинні бути забезпечені респіраторами, захисними окулярами та рукавицями. Зберігання хімічних речовин має здійснюватися у спеціально відведених місцях, із дотриманням температурних умов та вимог пожежної безпеки. У разі потрапляння небезпечних речовин на шкіру або в очі працівник повинен мати можливість оперативно звернутися до пункту першої допомоги, обладнаного необхідними засобами для промивання.

Значну роль у системі організації безпечної праці відіграє пожежна безпека. Будівельний майданчик повинен бути оснащений достатньою кількістю первинних засобів пожежогасіння — порошкових, вуглекислотних та водяних вогнегасників, ящиків із піском, пожежних щитів. Місця їх розміщення мають бути легко доступними та позначеними відповідними знаками. Забороняється захаращувати проходи до засобів пожежогасіння будівельними матеріалами або інструментами. Тимчасові електроустановки повинні періодично перевірятися на предмет наявності оголених кабелів, можливого перегрівання й іскріння. На території майданчика слід виділити місця для безпечного зберігання легкозаймистих матеріалів та визначити порядок поводження з ними. Куріння на майданчику має бути дозволене лише у спеціально обладнаних зонах.

Ще одним важливим напрямом є забезпечення працівників достатнім рівнем медичної та домедичної підтримки. На території будівельного майданчика повинен бути обладнаний медичний пункт або аптечний пост, укомплектований відповідно до діючих нормативів. Працівники повинні бути ознайомлені з місцем його розташування та правилами надання домедичної допомоги. Окремі види робіт, зокрема роботи на висоті, з електроінструментом або підвищеною фізичною напругою, можуть виконувати лише працівники, які пройшли відповідні медичні огляди. Інформація про протипоказання до виконання окремих видів робіт повинна бути врахована під час призначення працівників на певні технологічні процеси.

Організація безпечних умов праці неможлива без створення ефективної системи управління ризиками. Вона передбачає аналіз небезпек на кожному етапі виробництва, визначення їх імовірності, оцінку критичності наслідків і розробку заходів із зменшення ризиків. Усі потенційні небезпеки повинні бути відображені у планах виконання робіт, технологічних картах і будівельному генеральному плані. Система управління ризиками має бути динамічною і коригуватися залежно від зміни умов на майданчику, етапів будівництва або появи нових технологій.

Важливо підкреслити, що організація безпечної праці передбачає активну участь усіх працівників. Керівники робіт несуть відповідальність за контроль і дотримання вимог охорони праці відповідно до Закону України «Про охорону праці» та Кодексу законів про працю України, а кожен працівник зобов'язаний виконувати встановлені правила, використовувати засоби захисту та негайно повідомляти про небезпечні ситуації. Формування культури безпеки є невід'ємною складовою сучасного будівельного виробництва а узгоджується з вимогами ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві». Вона включає взаємне інформування, готовність до співпраці, відповідальне ставлення до власної безпеки та безпеки колег.

Освітлення виробничих приміщень є одним із найважливіших елементів створення безпечних і комфортних умов праці. Воно забезпечує необхідний рівень зорової працездатності, зменшує втому працівників, підвищує точність виконання технологічних операцій та знижує імовірність виникнення травмонебезпечних ситуацій. Недостатня освітленість може призвести до підвищеної напруги зору, помилок у роботі, неуважності та збоїв у координації рухів, що безпосередньо впливає на рівень виробничого травматизму.

Нормативні вимоги щодо освітленості визначаються з урахуванням характеристики робіт, властивостей зорових завдань, типу приміщення та параметрів робочої поверхні. Дотримання цих вимог є складовою охорони праці та регламентується чинним законодавством і будівельними нормами, зокрема ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» та ДСТУ 2293-2014 «Охорона праці. Терміни та визначення». Правильно спроектована система штучного освітлення забезпечує стабільність світлового потоку, рівномірний розподіл освітленості, мінімальну сліпучу дію та оптимальну енергоефективність.

З огляду на це, у даному підрозділі наведено розрахунок системи загального рівномірного освітлення виробничого приміщення, виконаний відповідно до нормативних вимог і технічних характеристик світильників різних типів.

Розрахуємо систему загального рівномірного освітлення для виробничого приміщення: а) з лампами розжарювання (по 1 шт. у світильнику); б) з люмінесцентними лампами (по 2 шт. у світильнику). Необхідно визначити загальну потужність електроенергії для живлення систем освітлення у двох варіантах та розрахувати річну економію електроенергії.

Вихідні дані:

Довжина приміщення — L = 30 м.

Ширина приміщення — S = 6 м.

Нормована освітленість — $E_H = 150$ лк.

Коефіцієнт відбиття стелі ρ_n — 30 %, стін ρ_c — 10 %.

Тип світильника для ламп розжарювання — глибоковипромінювач.

Висота підвісу світильників над робочою поверхнею однакова для всіх варіантів і становить h = 2,6 м.

Режим роботи освітлювальної установки за рік складає 260 робочих днів по 10 годин, що становить 260 × 10 = 2600 годин/рік.

1. Визначаємо орієнтовну кількість світильників:

Рівномірність освітлення досягається при співвідношенні відстані між світильниками $\boldsymbol{l}$ і висоти їх підвісу h:

l = h = 2,6 м

Необхідна кількість світильників становить:

$$N = \frac{L \times S}{l^2} = \frac{30 \times 6}{2{,}6^2} = 27. \quad (7.1)$$

2. Визначаємо показник приміщення $\boldsymbol{i}$

$$i = \frac{L \times S}{h(L+S)} = \frac{30 \times 6}{2{,}6(30+6)} = 1{,}92 \quad (7.2)$$

3. Визначаємо мінімально необхідну величину світлового потоку лампи розжарювання при її використанні в світильнику типу “либоковипромінювач”:

$$\Phi = \frac{E_H \times L \times S \times k_3 \times k_H \times 100}{n \times N \times \eta} = \frac{150 \times 30 \times 6 \times 1{,}3 \times 1{,}1 \times 100}{1 \times 27 \times 44} = 3250 \text{ лм} \quad (7.3)$$

За табл.2.2 знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку для світильника типу “ либоковипромінювач ” при i = 1,92, $\rho_n = 30\%, \rho_c = 10\%$, $\eta = 44\%$

За табл. 2.3 вибираємо лампу розжарювання потужністю $\text{Р}_\text{л}^\text{розж} = 300$ Вт з світловим потоком 4600 лм > 3250 лм.

Загальна потужність електроенергії, яка повинна підводитися до системи освітлення становитиме:

$$\text{Р}_\text{заг}^\text{розж} = \text{Р}_\text{л}^\text{розж} \times N = 300 \text{ Вт} \times 27 = 8100 \text{ Вт} = 8{,}1 \text{ кВт}. \quad (7.4)$$

Визначаємо світловий потік для люмінесцентної лампи, якщо освітлювальна установка буде виконана з світильників з люмінесцентними лампами (по 2 лампи на 1 світильник):

$$\Phi = \frac{E_H \times L \times S \times к_з \times к_н \times 100}{n \times N \times \eta} = \frac{150 \times 30 \times 6 \times 1{,}5 \times 1{,}1 \times 100}{2 \times 27 \times 38} = 2170 \text{ лм} \quad (7.5)$$

Коефіцієнт використання знаходимо за табл. 2.2, при і = 1,92, $\rho_п = 30\%, \rho_с = 10\%$, $\eta = 38\%$ для світильника з люмінесцентними лампами.

За табл. 2.4 вибираємо люмінесцентну лампу потужністю

$Р_л^{л.л} = 40$ Вт, з світловим потоком 2500 лм > 2170 лм.

Загальна потужність в разі використання люмінесцентних ламп становитиме:

$$Р_{заг}^{л.л} = Р_л^{л.л} \times N \times n = 40 \text{ Вт} \times 27 \times 2 = 2160 \text{ Вт} = 2{,}16 \text{ кВт} \quad (7.6)$$

Економія електроенергії за рік при використанні люмінесцентних ламп становитиме: 260 дн × 10 год × (8,1 кВт - 2,16 кВт) = 15444 кВт-год/рік,

де 260 – число робочих днів за рік;

10 год – зміна в темний час доби.

Виконаний розрахунок дозволив визначити необхідну кількість світильників, вибрати тип джерел світла та оцінити енергоспоживання системи освітлення. Порівняння варіантів показало, що використання люмінесцентних ламп дає змогу забезпечити нормативний рівень освітленості при значно нижчій встановленій потужності та меншому річному споживанні електроенергії, ніж у випадку з лампами розжарювання. Різниця у 15,4 тис. кВт·год на рік свідчить про суттєву економічну ефективність вибору енергоощадних джерел світла.

Таким чином, застосування люмінесцентних ламп у виробничих приміщеннях є технічно та економічно обґрунтованим рішенням, яке забезпечує безпечні умови праці, підвищує якість освітлення та зменшує експлуатаційні витрати. Отримані результати підтверджують доцільність переходу на сучасні світлотехнічні рішення у проєктуванні систем освітлення.

7.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Забезпечення безпеки працівників у надзвичайних ситуаціях є одним із ключових компонентів загальної системи охорони праці та цивільного захисту на будівельному майданчику. Будівництво спортивно-оздоровчого комплексу в умовах сучасних ризиків пов’язане з можливістю виникнення надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру, що вимагає ретельної організації

системи реагування, підготовки персоналу та впровадження технічних і організаційних заходів. Згідно з Кодексом цивільного захисту України, усі підприємства, незалежно від форми власності, зобов'язані забезпечити готовність працівників і об'єкта до дій у разі виникнення загрози або факту виникнення надзвичайної ситуації.

Будівельний майданчик є джерелом підвищеної техногенної небезпеки, оскільки на ньому одночасно функціонує велика кількість механізмів, електроінструментів, проводяться висотні, земляні та вантажопідіймальні роботи, використовуються легкозаймисті матеріали, виконуються процеси зварювання та різання металів. Виникнення аварії будь-якого характеру може спричинити великі матеріальні збитки, створити загрозу життю працівників та порушити весь цикл виконання будівельно-монтажних робіт.

Для зменшення ризиків усі заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях на об'єкті проєктування поділяються на попереджувальні та оперативні. Попереджувальні заходи спрямовані на запобігання виникненню аварій, зменшення вірогідності їх розвитку та підготовку персоналу до можливих небезпечних подій. Вони включають навчання працівників правилам поведінки, проведення інструктажів, розроблення планів евакуації та відпрацювання порядку дій у різних сценаріях. Працівники повинні знати місця розташування найближчих укриттів, маршрути переміщення до них, правила поведінки під час пожежі, вибуху, руйнування конструкцій або аварії на інженерних системах.

Особливе місце займає питання безпеки в умовах воєнного стану. У зв'язку з підвищеною загрозою ракетних ударів, артилерійських обстрілів або диверсійних дій рішення щодо організації роботи будівельного майданчика повинні передбачати можливість оперативного припинення робіт та швидкого укриття працівників. На території будмайданчика визначаються доступні захисні споруди: підвальні приміщення, найпростіші укриття або інші об'єкти, що відповідають вимогам цивільного захисту. У разі сигналу повітряної тривоги виконання будівельно-монтажних робіт припиняється. Працівники залишають свої робочі місця та організовано прямують до укриття за заздалегідь визначеним маршрутом. Передбачено, що кранівники опускають стрілу крана в безпечне положення, оператори машин зупиняють двигуни, електротехнічний персонал вимикає напругу на ділянках, де це необхідно для запобігання займання та ураження електричним струмом.

Пожежна безпека є одним із центральних питань цивільного захисту на будівельному майданчику. Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека

об’єктів будівництва» територія будівництва повинна бути забезпечена первинними засобами пожежогасіння. До них належать вогнегасники, ящики з піском, бочки з водою та протипожежний інвентар. Місця зберігання легкозаймистих матеріалів повинні бути відокремлені від зон виконання гарячих робіт та обладнані знаками безпеки. Під час виконання зварювальних робіт необхідно застосовувати наряд-допуск та забезпечити наявність відповідальної особи, яка контролює дотримання правил пожежної безпеки. Важливою складовою є також забезпечення доступу пожежної техніки до об’єкта, що досягається за допомогою правильного планування проїздів і вільних під’їзних шляхів.

Серйозну небезпеку становлять природні надзвичайні ситуації, до яких належать сильні опади, буревії, шквальні пориви вітру, ожеледиця, зсуви та підтоплення. У разі штормового попередження роботи на висоті негайно припиняються. Переміщення вантажів краном також забороняється, якщо швидкість вітру перевищує нормативні значення. Під час сильних опадів або зниження температури виникає загроза обмерзання робочих поверхонь, що збільшує ймовірність падіння працівників. У таких умовах робота повинна бути обмежена або повністю припинена до покращення погодних умов. У період інтенсивних дощів необхідно контролювати стан котлованів і траншей, адже надмірне накопичення води може призвести до обвалення їх стінок.

Не менш важливим є запобігання техногенним аваріям, пов’язаним з експлуатацією машин та механізмів. Перед початком роботи техніка проходить технічний огляд, а її несправність є підставою для заборони експлуатації. Працівники повинні бути навчені правилам користування машинами та інструментами, а також порядку дій у разі їх виходу з ладу. Несправності гідравлічних систем, гальмівних механізмів чи підйомних пристроїв можуть створити загрозу життю працівників, тому регулярний технічний контроль є обов’язковим.

У межах організації безпеки в надзвичайних ситуаціях важливу роль відіграє наявність засобів зв’язку та оповіщення. На майданчику повинні працювати встановлені системи оповіщення, а також дублюючі засоби — переносні радіостанції або мобільні пристрої, за допомогою яких працівники отримують оперативну інформацію. Усі дії персоналу під час надзвичайної ситуації повинні бути чітко регламентовані, а відповідальні працівники зобов’язані координувати евакуацію та надання допомоги потерпілим.

Таким чином, забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях ґрунтується на комплексі організаційних, технічних і профілактичних заходів, які реалізуються на всіх етапах будівництва. Постійний контроль за дотриманням норм цивільного

захисту, підготовка працівників, правильне планування території та відповідальне ставлення до роботи є запорукою зменшення ризиків і гарантією збереження життя та здоров’я працівників на будівельному майданчику.

7.5. Висновки

У розділі було розглянуто основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на будівельному майданчику спортивно-оздоровчого комплексу. Проаналізовано нормативно-правову базу України, яка регламентує охорону праці, та визначено ключові завдання щодо створення безпечних умов для працівників під час виконання будівельно-монтажних робіт. На основі аналізу виробничого середовища встановлено основні небезпечні та шкідливі фактори, що супроводжують технологічні процеси на різних етапах будівництва.

За результатами аналізу розроблено комплекс інженерно-технічних та організаційних заходів, спрямованих на усунення або зменшення впливу цих факторів. Зокрема, обґрунтовано вимоги до організації будівельного майданчика, безпечного застосування будівельної техніки, виконання робіт на висоті, забезпечення електробезпеки, санітарно-гігієнічних умов та зберігання матеріалів. Також визначено основні положення щодо дій персоналу та організації захисту в умовах можливих надзвичайних ситуацій.

Виконання індивідуального завдання з розрахунку штучного освітлення показало важливість правильного проєктування освітлювальної системи як елемента безпеки праці та енергоефективності виробничих приміщень. Проведений порівняльний аналіз ламп різних типів дозволив визначити раціональні рішення щодо електроспоживання та рівня освітленості.

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати, що реалізація запропонованих заходів забезпечує формування безпечного, контрольованого та відповідного до нормативних вимог виробничого середовища, що є необхідною умовою безпечного виконання будівельних робіт та збереження здоров’я працівників.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення» / ДП «НДІБК». — Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. — 71 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування / Мінрегіонбуд України. – Київ, 2010. – 52 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-168:2011. Арматурні та закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматури та закладних виробів залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови / ДП «НДІБК», Мінрегіонбуд України. – Київ, 2011. – 48 с.
4. ТУ У В 2.8-45.2-35641811-001:2008. Механічні з'єднання арматурних стрижнів опресовуванням муфт. Рекомендації із застосування / Мінрегіонбуд України, ТОВ «Спрут-Україна». – Київ, 2008. – 36 с.
5. ACI Committee 318. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19). Farmington Hills, MI: American Concrete Institute, 2019. https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3696390
6. International Organization for Standardization. ISO 15835-1:2018. Steels for the reinforcement of concrete — Reinforcement couplers for mechanical splices of bars — Part 1: Requirements. Geneva: ISO, 2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.iso.org/ru/standard/67967.html
7. International Organization for Standardization. ISO 15835-2:2018. Steels for the reinforcement of concrete — Reinforcement couplers for mechanical splices of bars — Part 2: Test methods. Geneva: ISO, 2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.iso.org/ru/standard/67968.html
8. Климович І.М., «Аналіз підходу до розрахунку економічного ефекту на прикладі стиковки арматури внахлест і обтискними муфтами» // Стаття на сайті Спрут-Україна, 2022. – Режим доступу: https://sprut-ukraina.com.ua/ua/articles/analiz-podkhoda-k-raschetu-ekonomicheskogo-effekta-na-primere-stykovki-armatury-vnakhlest-i-obzhimnymi-muftami.html
9. Hawkins, N. M., et al. The Performance of Mechanical Splices // Proceedings of 12th World Conference on Earthquake Engineering. – Auckland, 2000. – Paper No. 1778. – Доступ https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/2579.pdf?utm_source
10. . Chen, Z., et al. «Experimental Study on Mechanical Coupler Splices in Reinforced Concrete Beams under Cyclic Flexural Loading» з DOI 10.9734/JERR/2024/v26i51128 https://journaljerr.com/index.php/JERR/article/view/1128?utm_source
11. Structure Magazine. Mechanical Splices (Couplers) in Reinforced Concrete Construction // Structure. – 2024. – Vol. 31, No. 4. – P. 20–25. – Доступ: https://www.structuremag.org
12. Jacinto J. M., Rabago F. P. C. Experimental evaluation of mechanical couplers for reinforcing bars under tensile load. Lecture Notes in Civil Engineering. – Singapore: Springer Nature, 2023. – P. 119–134. DOI: 10.1007/978-981-99-4229-9_10

file:///C:/Users/Crait/Desktop/Downloads/MechanicalCouplerasanAlternative.pdf
13. Muhammad H., Saputra A., Triwiyono A. Experimental Study on the Performance of Mechanical Coupler Splice Made of Rebar Under Monotonic Loading. Semesta TeknikaVol . 26, No. 2, 168-180, November 2023 DOI: https://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/view/19263/8751 https://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/view/19263?utm_source
14. Климович І. М. «РОБОТА З'ЄДНАНЬ АРМАТУРИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА В СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ» https://chtyvo.org.ua/authors/Klymovych_Ihor/Robota_ziednan_armatury_zalizobetonnykh_konstruktsii_karkasnykh_budivel_dlia_budivnytstva_v_seismich.pdf

15. Subramanian, N. Mechanical Splices (Couplers) in Reinforced Concrete Constructions. STRUCTURE Magazine, 1 July 2024. https://www.structuremag.org/article/mechanical-splices-couplers-in-reinforced-concrete-constructions/
16. Aklilu Tezera, Belay Abebe, Taye Nigus. Finite element analysis of rebar coupler joints under tension. International Journal of Civil and Structural Engineering Research. – 2022. – Vol. 9, No. 2. – P. 55–63. https://repository.ju.edu.et/bitstream/handle/123456789/7438/Final%20research%20paper%28Aklilu%20T.%29%20send%20for%20prin.pdf?isAllowed=n&sequence=1&utm_source

17. Й. Й. ЛУЧКО, А. Я. ПЕНЦАК, Р. Я. ПЕЛЕХ «КОНСТРУКЦІЯ ТА РОЗРАХУНОК З'ЄДНАННЯ АРМАТУРНИХ СТЕРЖНІВ ОБТИСКНИМИ ВТУЛКАМИ», Наука та прогрес транспорту: наук. журн. / Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро: [б. в.], 2003, с.143 file:///C:/Users/Crait/Desktop/Downloads/16300-Article%20Text-25383-1-10-20130926.pdf;

https://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=njuu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21COLORTERMS=0&S21P03=I=&S21STR=Ж72605/2008/21

18. Lim J. „Data-Driven Approach for Selecting Mechanical Rebar Couplers“ // *Sustainability*, Vol. 16, No. 10, 2024. — Режим доступу: https://www.mdpi.com/2071-1050/16/10/4016

https://www.srgglobal.com.au/wp-content/uploads/2023/02/Lenton-Couplers.pdf?utm_source

https://regbar.com/wp-content/uploads/2019/08/MECHANICAL-REINFORCEMENT-COUPLER-TECHNICAL-MANUAL.pdf?utm_source

19. ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи». – К.: Мінбуд України, 2006.
20. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 "Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови"
21. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і спорудження фундаментів».
22. ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Зі Зміною № 1
23. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови
24. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1
25. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності)
26. ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції»
27. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливу. Норми проектування. Зміна №1
28. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій
29. ДБН В.2.2-17:2006 «Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення»
30. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р.
31. Кодекс законів про працю України.
32. Закон України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану».
33. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища».
34. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».
35. ДСТУ 2293-2014 «Охорона праці. Терміни та визначення».
36. ДСТУ EN 62305 «Блискавкозахист».
37. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва».
38. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ).
39. Кодекс цивільного захисту України. — Відомості Верховної Ради України, 2013, № 34-35.
40. Тонкачеєв Г. М. Інноваційні технології каркасного будівництва: навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2024. 316 с. ISBN: 978-617-520-904-2.Тонкачеєв Г. М. Інноваційні технології каркасного будівництва: навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2024. 316 с. ISBN: 978-617-520-904-2.

41. Александрович, В.А. та Спіранде, К.В. та Лугченко, О.І. та Бутнік, С.В. та Кабусь, О.В. (2025) Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи магістра (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове та цивільне будівництво»). https://eprints.kname.edu.ua/68004/
42. С.В. Бутнік, М.Д. Почапський. Аналіз нормативної трудомісткості зведення збірно-монолітних конструкцій. Комунальне господарство міст. 2025. том 1, випуск 189, с. 258-265. DOI: 10.33042/2522-1809-2025-1-189-258-265
43. Бутнік, С.В. та Говоруха, І.В. та Алейнікова, А.І. (2025) Методичні рекомендації до проведення практичного заняття та організації самостійної роботи на тему «Проєктування зведення монолітної фундаментної плити». «Проєктування зведення стрічкових ростверків» із навчальної дисципліни «Технологія будівельного виробництва» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія). https://eprints.kname.edu.ua/68630/
44. Шумаков І. В. Вплив факторів міського середовища на тривалість зведення підземних частин цивільних будівель / І. В. Шумаков, Р. І. Мікаутадзе, М. Г. Салія, І. І. Ляхов // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки. - 2018. - Вип. 1. - С. 172-182. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvgp_tekhn_2018_1_21 http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Vnuvgp_tekhn_2018_1_21
45. Якіменко О. В. Пальові роботи: навчальний посібник / О. В. Якіменко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 162 с. https://eprints.kname.edu.ua/51117/
46. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 46 с. https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315_Organizatsiya-budivelnogo-virobnitstva.pdf
47. Дікарев К. Б., Папірник Р. Б., Коваль В. М., Коваль В. В. Актуальність використання сучасних технологій у монолітному будівництві. Український журнал будівництва та архітектури. 2024, № 5 (023). DOI:

10.30838/UJCEA.2312.301024.77.1095.