

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельний факультет

Кафедра металевих та дерев'яних конструкцій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

Д.т.н., професор _____ Білик С.І.

«_____» _____ 2024р

Пояснювальна записка

атестаційної випускної роботи

магістра

на тему Адміністративна семиповерхова будівля з металевим каркасом в м.
Києві

Виконав: студент VI курсу, групи ПЦБм-23-МДК

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна

інженерія Спеціалізація: «Промислове та

цивільне будівництво»

_____ Простак О.Л.

Керівник Д.т.н., професор _____ Білик С.І.

Рецензент _____.

м. Київ – 2024 року

Зміст

Вступ.....	4
1. Архітектурно-планувальні рішення.....	6
1.1. Вихідні дані для проектування.....	7
1.2. Генеральний план.....	7
1.3. Об'ємно-планувальні рішення.....	7
1.4. Конструктивна частина.....	8
1.4.1. Забезпечення жорсткості і стійкості.....	8
1.4.2. Фундаменти.....	8
1.4.3. Стіни і перегородки.....	8
1.4.4. Несучі елементи каркаса.....	8
1.4.5. Покриття.....	8
1.4.6. Підлоги.....	8
1.5. Протипожежні заходи.....	9
1.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожуючих конструкцій..	10
2. Конструктивні рішення: металеві конструкції.....	11
2.1. Збір навантажень.....	12
2.1.1. Постійні навантаження.....	12
2.1.2. Снігове навантаження.....	15
2.1.3. Вітрове навантаження.....	16
2.2. Розрахунок сталевих каркасу в ПК ЛПА-САПР.....	19
2.3. Розрахунок вузлів.....	28
2.3.1. Вузол примикання головної балки перекриття до колони.....	28
2.3.2. Вузол примикання другорядної балки перекриття до головної балки.....	29
2.3.3. Вузол жорсткого примикання консольної балки перекриття до колони.....	30
2.3.4. Вузол шарнірної бази колони.....	31
3. Основи і фундаменти.....	34
3.1. Вступ.....	35
3.2. Розрахунок і проектування пальового фундаменту.....	40
3.2.1. Вихідні дані. Алгоритм розрахунку пальового фундаменту.....	40
3.3. Армування стрічкового фундаменту.....	43
4. Технологія і організація будівництва.....	46
4.1. Загальні положення.....	47
4.2. Матеріально технічні ресурси.....	47
4.2.1. Вибір монтажного крану для монтажу балок та колон.....	47
4.3. Технологія і організація будівельних процесів.....	50
4.3.1. Монтаж сталевих колон.....	50
4.3.2. Монтаж сталевих балки.....	51
4.4. Вимоги до якості виконання робіт.....	52

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4.1. Контроль якості монтажних робіт.....	52
4.4.2. Контроль якості зварювальних швів.....	54
4.5. Потреба в матеріально-технічних ресурсах.....	56
5. Економіка будівництва.....	60
5.1. Кошторисна документація.....	61
5.2. Визначення кошторисної вартості будівництва.....	63
6. Науково-дослідна частина.....	73
6.1. Наукова частина.....	74
6.1.1. Тема.....	74
6.1.2. Актуальність теми.....	74
6.1.3. Мета роботи.....	75
6.1.4. Задачі дослідження.....	75
6.1.5. Наукова новизна.....	75
6.1.6. Об'єкт дослідження.....	75
6.1.7. Предмет дослідження.....	75
6.1.8. Методи дослідження.....	75
6.1.9. Практичне значення отриманих результатів роботи.....	76
6.1.10. Особистий внесок автора.....	76
6.2. Виклад основного матеріалу.....	77
6.2.1. Розрахунок головної балки покриття.....	78
6.2.2. Розрахунок головної балки перекриття.....	80
6.2.3. Розрахунок центральної колони.....	82
6.2.4. Аналіз та порівняння отриманих результатів.....	86
6.3. Висновок.....	90
7. Список літератури.....	91

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Темою дипломного проекту є «Адміністративна семиповерхова будівля з металевим каркасом в м. Києві»

В основі будівлі запроектовано металевий каркас, який складається зі зварних та прокатних балок та зварних колон. Довжина будівлі в осях дорівнює 72 м, ширина – 27 м. Висота першого поверху складає 4,8 м., другого та наступних – 3,9 м. Просторова жорсткість будівлі забезпечена залізобетонним центральним ядром та системою горизонтальних в'язей.

Оскільки металевий каркас є в певній мірі «типовим», було прийнято рішення на його основі порівняти використання звичайних та високоміцних сталей.

Для розрахунку каркасу використовувався програмний комплекс Ліра-Сапр, оскільки його функціонал дозволяє без проблем виконати порівняльний розрахунок та підбір перерізів для різних марок сталі. Для розрахунку фундаментів була створена інформаційна модель в ПК «Сапфір». Для візуалізації сталевого каркасу та вузлів був використаний програмний комплекс Autodesk Revit.

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

Консультант **Сергейчук О.В.**

Студент **Простак О.Л.**

					<i>Архітектурно-планувальні рішення</i>	Арку
						6
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

1.1. Вихідні дані для проектування

Будівля, що проектується – семиповерхова офісна будівля з підземним бомбосховищем в м. Київ. Будівля відноситься до I кліматичної зони, II ступеня довговічності, II ступеня вогнестійкості.

Вага снігового покриву на 1 м² горизонтальної поверхні землі $S_0=1550$ Па (додаток Е, ДБН В.1.2-2:2006).

Нормативний швидкісний напір вітру $W_0=370$ Па (додаток Е, ДБН В.1.2-2:2006).

Клас наслідків відповідальності будівлі – СС3. Категорія відповідальності конструкцій – А.

1.2. Генеральний план

Об'єкт проектування – семиповерховий офісний центр в м. Київ, розташований в центральній планувальній зоні та в межах зони регулювання забудови II категорії.

Загальна площа ділянки 0,5 га. Ділянка знаходиться між станціями метро «Лук'янівська» та «Дорогожичі» та має відносно рівний будівельний майданчик. Грунтові умови представлені в розділі «Основи і фундаменти».

Генеральним планом передбачено декілька входів

Біля будівлі передбачений наземний паркінг на 50 автомобілів.

Пішохідне сполучення через під'їзду дорогу здійснюється по наземним пішохідним переходам. Організація дорожнього руху забезпечується дорожньою розміткою і знаками. Площа забудови передбачає обов'язкові протипожежні відстані від комплексу до існуючої житлової та громадської забудови, технічних споруд та існуючих мереж згідно вимог ДБН-360-92**.

Навколо будівлі та на шляху до неї встановлені тактильні дорожні плитки та таблички для людей з вадами зору. Планування інклюзивності та доступності для маломобільних груп населення виконане згідно вимог ДБН В.2.2-40:2018.

1.3. Об'ємно-планувальні рішення.

Відповідно до завдання замовника запроєктована семиповерхова офісна будівля з підземним поверхом-сховищем. Габаритні розміри будівлі в плані: в осях А-Г – 27 м., в осях 1-9 – 72 м., висота будівлі до покрівлі 32,1 м..

Висота першого поверху до низу несучих конструкцій становить 4,2 м., висота типових поверхів – 3,3 м..

У будівлі передбачене підземне сховище, розраховане на перебування в ньому до 1000 людей. У сховищі розташоване приміщення дизельної електростанції, венткмера, приміщення теплового пункту, дренажна станція, медичний пункт, продовольчий склад з запасами їжі із зоною для зберігання води, місце для прийому їжі.

					Архітектурно-планувальні рішення	Арку
						7
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

На першому поверсі передбачений основний хол, додатковий вхід зі сторони основного потоку людей та офіси, які мають можливість окремого входу з вулиці. На 7-ому поверсі передбачена тераса та буфет, які слугують місцем для відпочинку працівників. На 5-ому та 6-ому поверхах на консольних площадках розташовані переговорні кабінети. На типових поверхах площею до 2000 м² розташовані санвузли, спільні зони, технічні приміщення та офіси.

1.4. Конструктивна частина

1.4.1. Забезпечення жорсткості і стійкості

Конструктивна схема будівлі – стійко-балкова.

Просторова жорсткість і стійкість каркасу будівлі забезпечується спільною роботою рам, системою вертикальних та горизонтальних зв'язків, центрального залізобетонного ядра жорсткості. Вертикальні зв'язки, що забезпечують стійкість консольного майданчику, встановлюються по всій висоті будівлі. Для забезпечення жорсткості і стійкості каркасу використовується система горизонтальних зв'язків на 7-ому та 4-ому поверхах.

1.4.2. Фундаменти

Фундаменти прийняті залізобетонні круглі палі довжиною 9000 мм та діаметром 640 мм. Плитний ростверк прийнятий товщиною 800 мм. Армування ростверку виконане сіткою з арматурних стержнів діаметром 12 мм. План фундаментів і їх конструктивне рішення представлені в графічній частині дипломного проекту.

1.4.3. Стіни і перегородки

Зовнішні стін будівлі виконані з світлопрозорих конструкцій, які захищені панелями з перфорованих алюмінієвих листів, установлених на окремому каркасі. Внутрішні стіни ліфтових та сходових майданчиків виконані з монолітного залізобетону. Для розділення офісних приміщень використовуються перегородки на металевому каркасі з обшивкою панелями, напівпрозорі перегородки.

1.4.4. Несучі елементи каркаса

Основними несучими елементами каркасу є металеві балки довжиною 9 метрів та колони суцільного перерізу. Головні балки виконані зі сталі марки С275. Конструктивні особливості вузлів сполучення елементів головних, другорядних балок, консольної площадки та колон докладно представлені в графічній частині дипломного проекту.

1.4.5. Покриття

В будівлі запроектована експлуатована покрівля, покрівельним елементом є керамічна плитка. Теплоізоляційні властивості забезпечуються плитами з базальтової вати. Гідроізоляційні властивості покрівлі забезпечує полімерна мембрана, пароізоляційні – пароізоляційна плівка.

1.4.6. Підлоги

					Архітектурно-планувальні рішення	Арку
						8
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

В будівлі передбачена фальшпідлога, яка швидко монтується та в якій прокладаються необхідні комунікації (водопостачання, електропостачання, вентиляція).

1.5. Протипожежні заходи

Протипожежні відстані між будівлею, що проектується та існуючими будівлями запроектовані відповідно до вимог ДБН 360-92 додаток 3.1.

Ступінь вогнестійкості будинку згідно п.9.3.3 ДБН В.2.2-9:2009 прийнятий -I.

Всі конструктивні елементи будівлі виконані згідно таблиці 4 ДБН В.1.1-7-2002.

З боку активних засобів вогнезахисту передбачено встановлення пожежної сигналізації разом із системами пожежогасіння і димовидалення.

1.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огороджувальних конструкцій

Вихідні дані:

1. Стіна – світлопрозорі огороджувальні конструкції (СПоК)

2. Місце будівництва – м. Київ.

- температура зовнішнього повітря $t_n = -20^{\circ}\text{C}$;

- температура внутрішнього повітря $t_b = 20^{\circ}\text{C}$;

- відносна вологість внутрішнього повітря $\varphi_b = 50\%$;

- вологісний режим приміщення: нормальний;

Опір теплопередачі $R_0, \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, огороджувальної конструкції слід визначати за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\%}} + R_k + \frac{1}{\alpha}$$

$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n$, де:

R, R, \dots, R – термічні опори окремих шарів огороджувальних конструкцій, $R_0, \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, визначаються за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \text{ де:}$$

δ – товщина шару, м;

λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, $\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

Світлопрозорі огороджувальні конструкції складаються з таких шарів:

					Архітектурно-планувальні рішення	Арку
						9
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

№ шару	Найменування матеріалів	δ_i , м	λ_i , Вт/(м°C)
1	Скло віконне	0,004	0,76
2	Аргон	0,016	0,0177
3	Скло віконне	0,004	0,76
4	Аргон	0,016	0,0177
5	Скло віконне	0,004	0,76

Розрахунковий опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції:

$$\begin{aligned}
 R_{\text{пр}} &= \frac{1}{ab} + \frac{\delta^1}{\lambda^1} + \frac{\delta^2}{\lambda^2} + \frac{\delta^3}{\lambda^3} + \frac{\delta^4}{\lambda^4} + \frac{\delta^5}{\lambda^5} + \frac{1}{a_3} = \\
 &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,004}{0,76} + \frac{0,016}{0,0177} + \frac{0,004}{0,76} + \frac{0,016}{0,0177} + \frac{0,004}{0,76} + \frac{1}{23} = \\
 &= 1,98 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}
 \end{aligned}$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків згідно ДБН В.2.6-31:2021 для I температурної зони приймається $R_{q,\text{min}} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Так як умова $R_{\text{пр}} \geq R_{q,\text{min}}$ виконується, конструкція вітража відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2021, з економічно доцільного опору теплопередачі. Одержані параметри теплової оболонки будівлі забезпечують виконання відповідності нормативному значенню питомої енергопотребности згідно чинних норм.

					Архітектурно-планувальні рішення	Арку
						10
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

***КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ:
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ***

Консультант

Білик С.І.

Студент

Простак О.Л.

					<i>Металеві конструкції</i>	Арку
						11
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

2.1. ЗБІР НАВАНТАЖЕНЬ

2.1.1. Постійні навантаження

Таблиця 1

Навантаження від власної ваги 1м² покриття

Елемент покрівлі	Характеристичне навантаження, кН/м ²	Коеф. над. за експ. значенням навантаження, γ_{fe}	Експлуатаційне навантаження, кН/м ²	Коеф. над. за граничним значенням навантаження, γ_{fm}	Граничне розрахункове навантаження, кН/м ²
Плитка керамічна t=10мм	0,21	1	0,21	1,3	0,27
Полімерна мембрана t=1,2мм	0.16	1	0.16	1.1	0.18
Цементно-піщана стяжка t=40мм	0,88	1	0,88	1,2	1,06
Пароізоляційна плівка	0.02	1	0.02	1.3	0.03
Утеплювач (плити з базальтової вати) (t=150мм, $\rho=200\text{кг/м}^3$)	0.3	1	0.3	1.1	0.33
Полімерна мембрана t=1,2мм	0.16	1	0.16	1.1	0.18
З/б плита (t=80мм, $\rho=25\text{кН/м}^3$)	2,0	1	2,0	1.1	2,2
Профнастил Н57-750-0.8 ($\rho=10\text{кг}$) та бетон заповнення гофр, при коеф. заповнення 0.33: $0.1+25*0.057*0.33$	0.57	1	0.57	1.05	0.60
Разом			4,3		4,85

Навантаження, що діє на 1м.п. прогонів від власної ваги покриття:

- навантаження для центральних балок, з кроком 1,5 м.

$$P_e = 4,3 * 1,5 = 6,45 \text{ кН,}$$

$$P_m = 4,85 * 1,5 = 7,28 \text{ кН.}$$

- навантаження для крайніх балок, з кроком 0,75 м.

$$P_e = 4,3 * 0,75 = 3,23 \text{ кН,}$$

$$P_m = 4,85 * 0,75 = 3,64 \text{ кН.}$$

					Металеві конструкції	Арку
						12
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Середній коефіцієнт надійності: $\gamma_f = P_m / P_e = 7,28 / 6,45 = 1,13$.

Таблиця 2

Навантаження від власної ваги 1 м² перекриття

Елемент перекриття	Характеристичне навантаження, кН/м ²	Коеф. над. за експ. значенням навантаження, γ_{fe}	Експлуатаційне навантаження, кН/м ²	Коеф. над. за граничним значенням навантаження, γ_{fm}	Граничне розрахункове навантаження, кН/м ²
Фальш-підлога	0,5	1	0,5	1,3	0,65
З/б плита (t=80мм, $\rho=25$ кН/м ³)	2,0	1	2,0	1,1	2,2
Профнастил Н57-750-0.8 ($\rho=10$ кг) та бетон заповнення гофр, при коеф. заповнення 0.33: $0.1+25*0.057*0.33$	0.57	1	0.57	1.05	0.60
Разом			3,07		3,45
Корисне навантаження 200 кг/м²	2,0	1	2,0	1,2	2,4

Навантаження від власної ваги перекриття, що діє на 1 м.п. балки настилу

- при їх кроці 1,5м:

$$P_e = 3,07 * 1,5 = 4,61 \text{ кН,}$$

$$P_m = 3,45 * 1,5 = 5,18 \text{ кН.}$$

- для крайніх балок настилу, при їх кроці 0,75м:

$$P_e = 3,07 * 0,75 = 2,3 \text{ кН,}$$

$$P_m = 3,45 * 0,75 = 2,59 \text{ кН.}$$

Навантаження від корисного навантаження на перекриття, що діє на 1 м.п. балки настилу

- при їх кроці 1,5м:

$$P_e = 2 * 1,5 = 3 \text{ кН,}$$

$$P_m = 2,4 * 1,5 = 3,6 \text{ кН.}$$

- для крайніх балок, при їх кроці 0,75м:

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Металеві конструкції

Арку

13

$$P_e = 2 * 0,75 = 1,5 \text{ кН},$$

$$P_m = 2,4 * 0,75 = 1,8 \text{ кН}.$$

Навантаження від власної ваги перекриття, що діє на 1 м.п. балки настилу на консольній конструкції

- при їх кроці 1,05м:

$$P_e = 3,07 * 1,0 = 3,07 \text{ кН},$$

$$P_m = 3,45 * 1,5 = 3,45 \text{ кН}.$$

Навантаження від корисного навантаження на перекриття, що діє на 1 м.п. балки настилу на консольній конструкції

- при їх кроці 1,0м:

$$P_e = 2 * 1,0 = 2 \text{ кН},$$

$$P_m = 2,4 * 1,0 = 2,4 \text{ кН}.$$

Середній коефіцієнт надійності:

$$\gamma_{fm} = P_m / P_e = 5,18 / 4,61 = 1,124$$

Таблиця 3

Постійні навантаження від стінового огороження(захисні стінові панелі)

Елемент стінового огороження	Характ. навантаження, кН/м ²	Коеф. надійності, γ_{fm}	Гр. розр. навантаження, кН/м ²
Перфоровані алюмінієві фасадні касети Rauta (t=2,0)	0,065	1,1	0,0715
Кріпильна система	0,06	1,05	0,063
Всього	0,125		0,14
При $\gamma_n = 1,25(1)$ для СС3 А	0,125		0,18

Таблиця 4

Постійні навантаження від стінового огороження(склопакети)

Елемент стінового огороження	Характ. навантаження, кН/м ²	Коеф. надійності, γ_{fm}	Гр. розр. навантаження, кН/м ²
Склопакет (двокамерний 4-16-4-16-4)	0,37	1,1	0,407
Ригелі	0,06	1,05	0,063
Всього	0,43		0,47
При $\gamma_n = 1,25(1)$ для СС3 А	0,43		0,59

					Металеві конструкції	Арку
						14
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Загальне навантаження від огорожувальних стінових конструкцій становить: $q_s = 0,59 + 0,18 = 0,77 \text{ кН/м}^2$

Лінійно-розподілене навантаження на колони від власної ваги стінового огородження:

$$Q_s = q_s B \gamma_f = 0,77 * 9 * 1 = 6,93 \text{ кН/м}$$

Поздовжню силу Q_s вважаємо прикладеною посередині відповідних ділянок колон. Внаслідок малості нехтуємо ексцентриситетом прикладання навантаження відносно центра ваги перерізу колони.

2.1.2. Снігове навантаження

Снігове навантаження збирається згідно розділу 8 ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». Граничне розрахункове значення снігового навантаження на 1 м^2 горизонтальної проекції покриття міста Київ становить: $S_0 = 1,55 \text{ кПа}$.

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття дорівнює:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 1,14 * 1,55 * 1 = 1,767 \text{ кПа};$$

де $\gamma_{fm} = 1,14$ – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження, що визначається згідно з 8.1 ($T=100\text{р.}$)

$S_0 = 1,55 \text{ кПа}$ – характеристичне значення снігового навантаження, що визначається згідно з 8.5;

$\mu = 1$ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження, оскільки $\alpha < 25^\circ$;

$C_e = 1$ – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі;

$C_{alt} = 1$ – коефіцієнт географічної висоти;

Експлуатаційне розрахункове навантаження на 1 м^2 :

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C = 0,74 * 1,55 * 1 = 1,147 \text{ кПа}$$

де $\gamma_{fe} = 0,74$ – коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням снігового навантаження при $\eta = 0,005$;

Розрахункове рівномірно розподілене навантаження на центральні прогони покриття з урахуванням $\gamma_n = 1,05$

					Металеві конструкції	Арку
						15
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

$$q_s = S_m \gamma_n B = 1,767 * 1,05 * 1,5 = 2,78 \text{ кН/м}$$

Розрахункове рівномірно розподілене навантаження на крайні прогони покриття з урахуванням $\gamma_n = 1,05$

$$q_s = S_m \gamma_n B = 1,767 * 1,05 * 0,75 = 1,39 \text{ кН/м}$$

2.1.3. Вітрове навантаження

Вітрове навантаження збирається згідно розділу 9 ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». Нормативне значення вітрового тиску для заданого району будівництва $W_0 = 0,37$ кПа. Тип місцевості за вітровим навантаженням IV.

Граничне та експлуатаційне розрахункові значення вітрового навантаження:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C$$

де $\gamma_{fm} = 1,14$ – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження, визначений за 9.14;

Коефіцієнт C визначається за формулою:

$$C = C_{aer} C_n C_{rel} C_{dir} C_d$$

де $C_{alt} = 1$ – коефіцієнт географічної висоти, що визначається за 9.10 ($H < 0,5$ км);

$C_{rel} = 1$ – коефіцієнт рельєфу, що визначається за 9.11 ($\varphi < 0,05$);

$C_{dir} = 1$ – коефіцієнт напрямку, що визначається за 9.12, враховує нерівномірність вітрового навантаження за напрямками вітру і, як правило, приймається таким, що дорівнює одиниці.

$C_d = 1$ – коефіцієнт динамічності, що визначається за 9.13 та враховує вплив пульсаційної складової вітрового навантаження і просторову кореляцію вітрового тиску на споруду. Для будівель і споруд, старший період власних коливань яких не перевищує 0,25с.

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C = 1,14 * 0,37 * C_{aer} C_n$$

Вітрові навантаження на центральні колони

Значення вітрового навантаження W_m для активного тиску вітру:

Для висоти 5м

					Металеві конструкції	Арку
						16
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,8 * 0,6 = 1,82 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 10м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,8 * 1,0 = 3,03 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 20м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,8 * 1,4 = 4,25 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 25м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,8 * 1,54 = 4,68 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 28,2м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,8 * 1,63 = 4,95 \text{ кН/м}^2$$

Значення вітрового навантаження W_m для пасивного тиску вітру:

Для висоти 5м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,6 * 0,6 = 1,37 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 10м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,6 * 1,0 = 2,28 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 20м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,6 * 1,4 = 3,19 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 25м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,6 * 1,54 = 3,51 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 28,2м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 9 * 0,6 * 1,63 = 3,72 \text{ кН/м}^2$$

Вітрові навантаження на крайні колони

Значення вітрового навантаження W_m для активного тиску вітру:

Для висоти 5м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,8 * 0,6 = 0,91 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 10м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,8 * 1,0 = 1,52 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 20м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,8 * 1,4 = 2,13 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 25м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,8 * 1,54 = 2,34 \text{ кН/м}^2$$

					Металеві конструкції	Арку
						17
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Для висоти 28,2м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,8 * 1,63 = 2,48 \text{ кН/м}^2$$

Значення вітрового навантаження W_m для пасивного тиску вітру:

Для висоти 5м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,6 * 0,6 = 0,69 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 10м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,6 * 1,0 = 1,14 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 20м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,6 * 1,4 = 1,6 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 25м

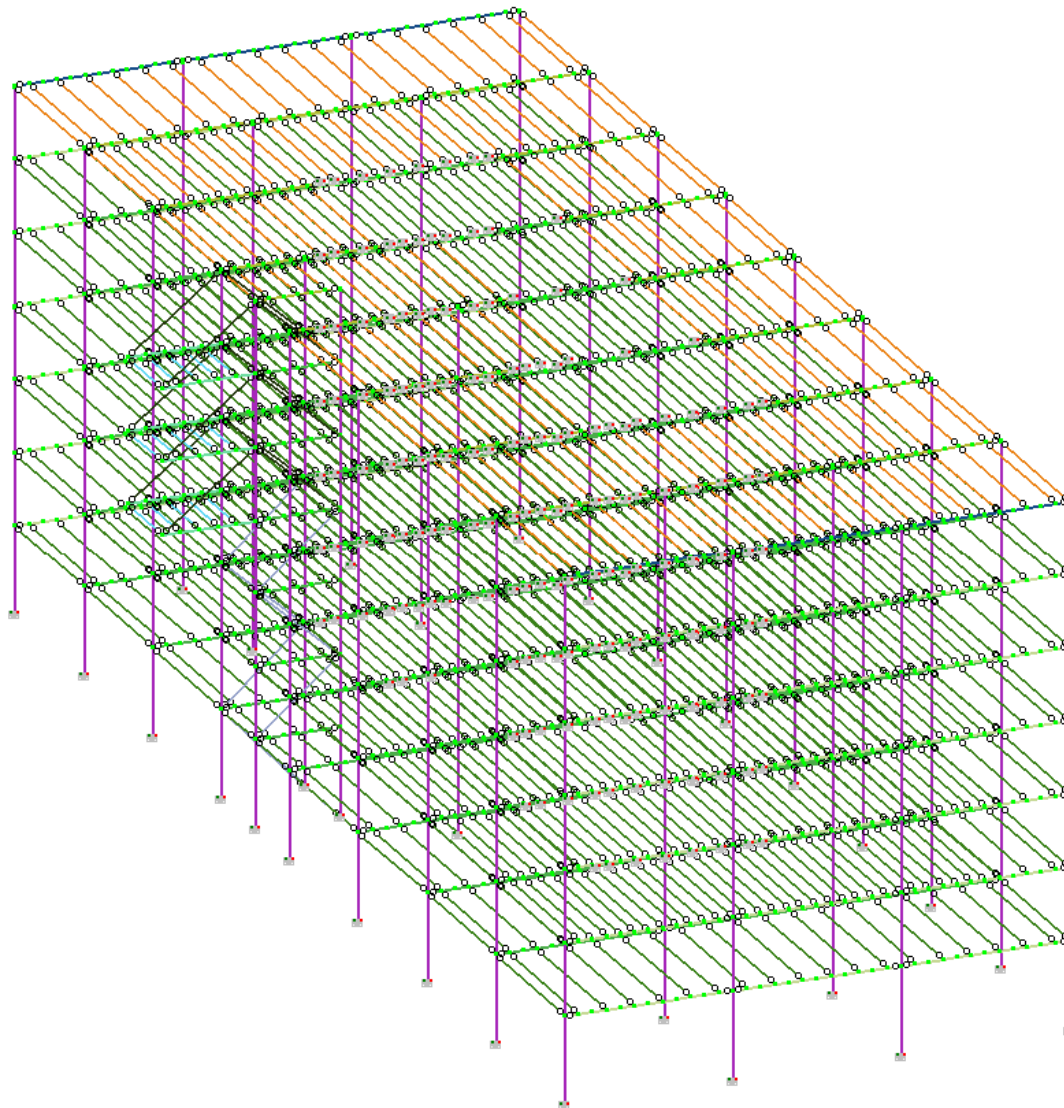
$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,6 * 1,54 = 1,76 \text{ кН/м}^2$$

Для висоти 28,2м

$$W_m = 1,14 * 0,37 * 4,5 * 0,6 * 1,63 = 1,86 \text{ кН/м}^2$$

					Металеві конструкції	Арку
						18
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

2.2. Розрахунок сталевого каркасу в ПК ЛІРА-САПР



Вигляд моделі каркасу в ПК ЛІРА-САПР

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Металеві конструкції

Арку

19

Параметри для розрахунку кожного типу перерізу

Параметри	
Норми проектування	ДБН В.2.6-198:2014
Номер	1
Коментар	Колона 1-й пов
Тип елемента	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input checked="" type="radio"/>
Балка	<input type="radio"/>
Універсальний	<input type="radio"/>
Коефіцієнти умов роботи та надійності	
Ус стійкості	0.95
Ус міцності	1
Уп*	1
Уфу	1.6
Уфz	1.6
Напружено-деформований стан	1-й клас
Гранична гнучкість	
основна колона	<input checked="" type="radio"/>
неосновна колона	<input type="radio"/>
інша	<input type="radio"/>
На стиск	180-60a
На розтяг	300
Розрахункові довжини	
Lef z, м	4.8
Lef y, м	4.8
Lef b, м	4.8
використовувати коефіцієнти довжини	<input type="checkbox"/>

Колона 1-го поверху

Параметри	
Норми проектування	ДБН В.2.6-198:2014
Номер	2
Коментар	Колона типова
Тип елемента	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input checked="" type="radio"/>
Балка	<input type="radio"/>
Універсальний	<input type="radio"/>
Коефіцієнти умов роботи та надійності	
Ус стійкості	0.95
Ус міцності	1
Уп*	1
Уфу	1.6
Уфz	1.6
Напружено-деформований стан	1-й клас
Гранична гнучкість	
основна колона	<input checked="" type="radio"/>
неосновна колона	<input type="radio"/>
інша	<input type="radio"/>
На стиск	180-60a
На розтяг	300
Розрахункові довжини	
Lef z, м	3.9
Lef y, м	3.9
Lef b, м	3.9
використовувати коефіцієнти довжини	<input type="checkbox"/>

Колона типового поверху

Параметри	
Норми проектування	ДБН В.2.6-198:2014
Номер	3
Коментар	ГБ
Тип елемента	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input type="radio"/>
Балка	<input checked="" type="radio"/>
Універсальний	<input type="radio"/>
Коефіцієнти умов роботи та надійності	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Уп*	1.1
Уфу	1.6
Уфz	1.6
Напружено-деформований стан	1-й клас
Чистий згин	<input type="checkbox"/>
Ребра жорсткості	
встановлювати ребра	<input type="checkbox"/>
крок ребер, м	0
Розрахунок за прогином	
Довжина прольоту L, м	Авто
Максимально допустимий прогин	1/225
Консоль	<input type="checkbox"/>
Дані для розрахунку на загальну стійкість	
Кб	0.33
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>
Консоль	<input type="checkbox"/>
Балка з однією віссю симетрії	<input type="checkbox"/>

Головна балка

Параметри	
Норми проектування	ДБН В.2.6-198:2014
Номер	4
Коментар	ДБ
Тип елемента	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input type="radio"/>
Балка	<input checked="" type="radio"/>
Універсальний	<input type="radio"/>
Коефіцієнти умов роботи та надійності	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Уп*	1.1
Уфу	1.6
Уфz	1.6
Напружено-деформований стан	1-й клас
Чистий згин	<input type="checkbox"/>
Ребра жорсткості	
встановлювати ребра	<input type="checkbox"/>
крок ребер, м	0
Розрахунок за прогином	
Довжина прольоту L, м	Авто
Максимально допустимий прогин	1/225
Консоль	<input type="checkbox"/>
Дані для розрахунку на загальну стійкість	
Кб	0.33
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>
Консоль	<input type="checkbox"/>
Балка з однією віссю симетрії	<input type="checkbox"/>

Другорядна балка

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Металеві конструкції

Арку

20

Параметри

Норми проектування	ДБН В.2.6-198:2014
Номер	5
Коментар	ГБ(К)
Тип елемента	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input type="radio"/>
Балка	<input checked="" type="radio"/>
Універсальний	<input type="radio"/>
Коефіцієнти умов роботи та надійності	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Уп*	1.1
Уfy	1.6
Уfz	1.6
Напружено-деформований стан	1-й клас
Чистий згин	<input type="checkbox"/>
Ребра жорсткості	
встановлювати ребра	<input type="checkbox"/>
крок ребер, м	0
Розрахунок за прогином	
Довжина прольоту L, м	Авто
Максимально допустимий прогин	1/183
Консоль	<input checked="" type="checkbox"/>
Дані для розрахунку на загальну стійкість	
Lefb, м	5
використовувати коефіцієнти довжини	<input type="checkbox"/>
Консоль	<input checked="" type="checkbox"/>
Балка з однією віссю симетрії	<input type="checkbox"/>

Головна балка консольної площадки касувати

Параметри

Норми проектування	ДБН В.2.6-198:2014
Номер	6
Коментар	В'язь
Тип елемента	
Фермовий	<input checked="" type="radio"/>
Колона	<input type="radio"/>
Балка	<input type="radio"/>
Універсальний	<input type="radio"/>
Коефіцієнти умов роботи та надійності	
Ус стійкості	0.95
Ус міцності	1
Додатковий Ус=0.8	<input type="checkbox"/>
Уп*	1
Гранична гнучкість	
елемент поясу або опорний розкіс ферми	<input type="radio"/>
неопірний елемент решітки ферми	<input type="radio"/>
одиначний елемент структурної конструкції на ...	<input type="radio"/>
інший	<input checked="" type="radio"/>
На стиск	200
На розтяг	400
Розрахункові довжини	
Kz	1
Ky	1
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>

Вертикальні в'язі

Розрахункові сполучення навантажень

Номер таблиці РСН: 1 | Ім'я таблиці РСН: ДБН В.1.2 - 2:2006_1

ДБН В.1.2 - 2:2006 | Коеф. надійності за відповідальністю: 1.2

Динаміка по модулю | Визначальні РСН

У розрахунковій схемі задані: розрахункові навантаження, нормативні навантаження

Не враховувати сейсміку для II-го ГС | Не враховувати особливе навантаж. для II-го ГС

N завантаж.	Найменування	Вид	Знакомінн.	Взаємовкл.	Уfn / Уfe	P q / P ch	1.PCH21	2.PCH22	3.PCH23	4.PCH24	5.PCH25
1	Власна вага	Постійне(П)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.	1.
2	Постійне навантаження	Постійне(П)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.	1.
3	Короткочасне навантаження	Тривале(Т)	+		1.2	1.0	0.	1.	0.	0.	0.95
4	Вітрове навантаження	Короткочасне(К)	+		1.0	0.35	0.	0.	1.	0.	0.9
5	Вітрове навантаження	Короткочасне(К)	+		1.0	0.35	0.	0.	0.	1.	0.9

Таблиця РСН для підбору перерізів

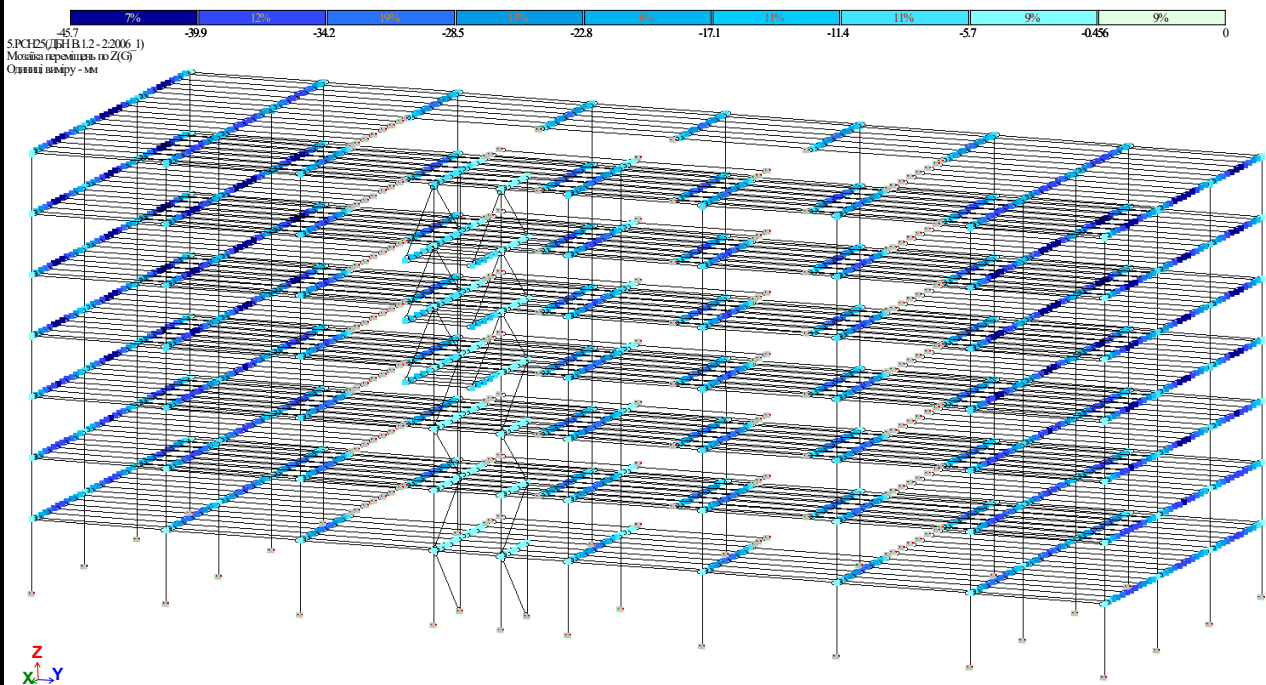
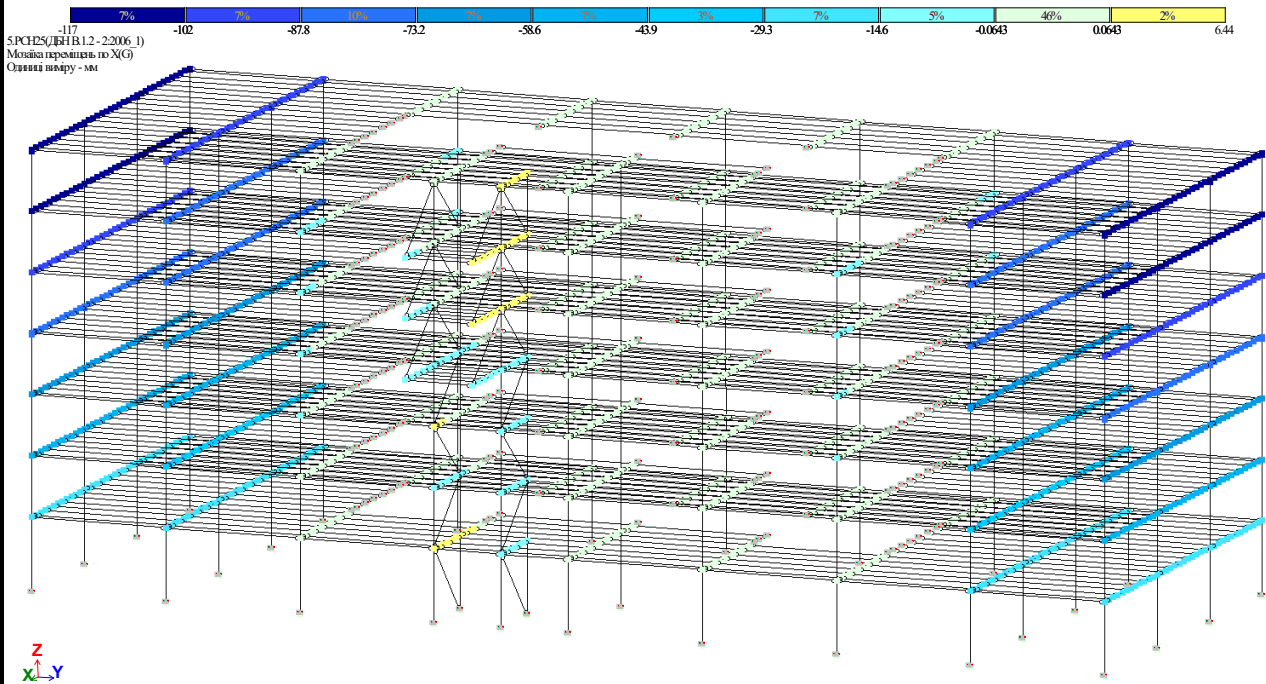
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Металеві конструкції

Арку

21

Результати розрахунку моделі



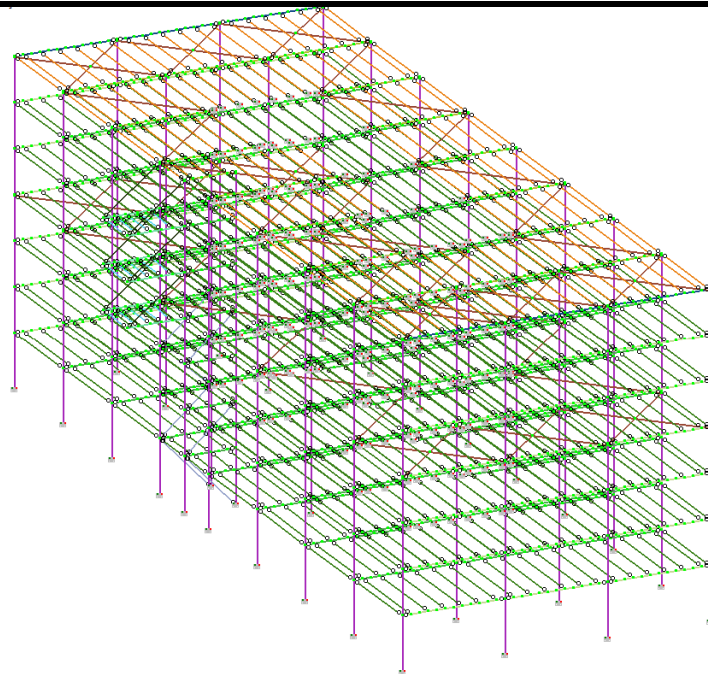
Під час аналізу попереднього розрахунку каркасу було виявлено, що під дією вітру в каркасі з'являються надмірні деформації, отже було прийнято рішення додати горизонтальні в'язі на 7-ому та 4-ому поверсі.

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Металеві конструкції

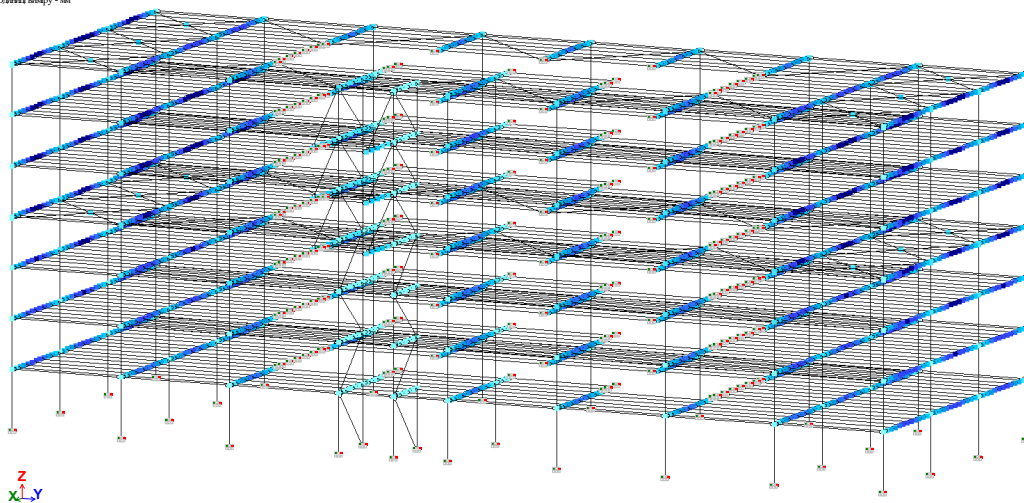
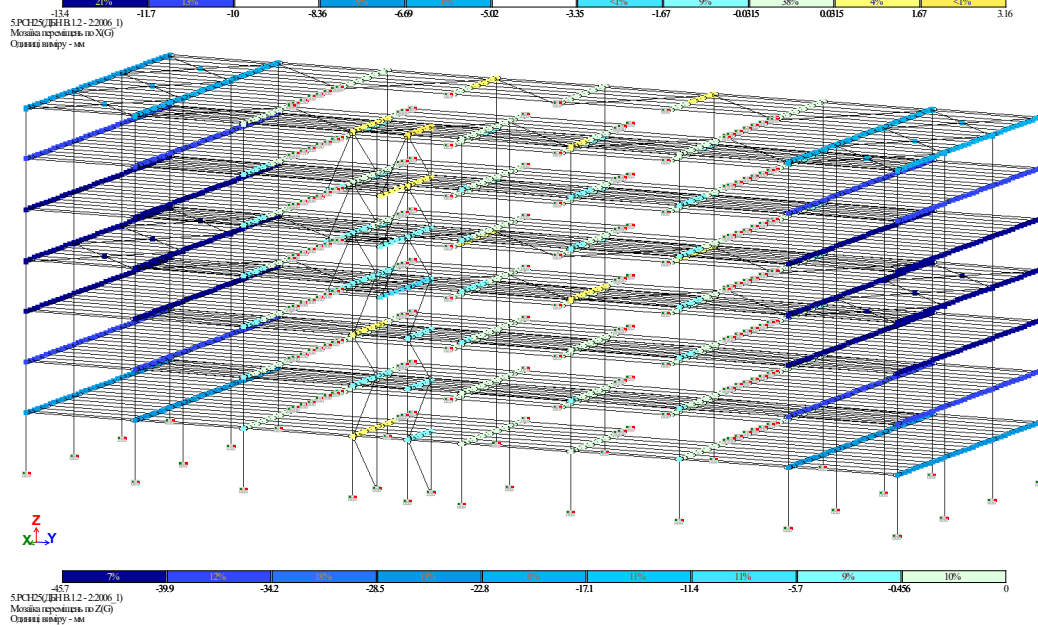
Арку

22



Вигляд моделі каркасу з додатковими в'язями.

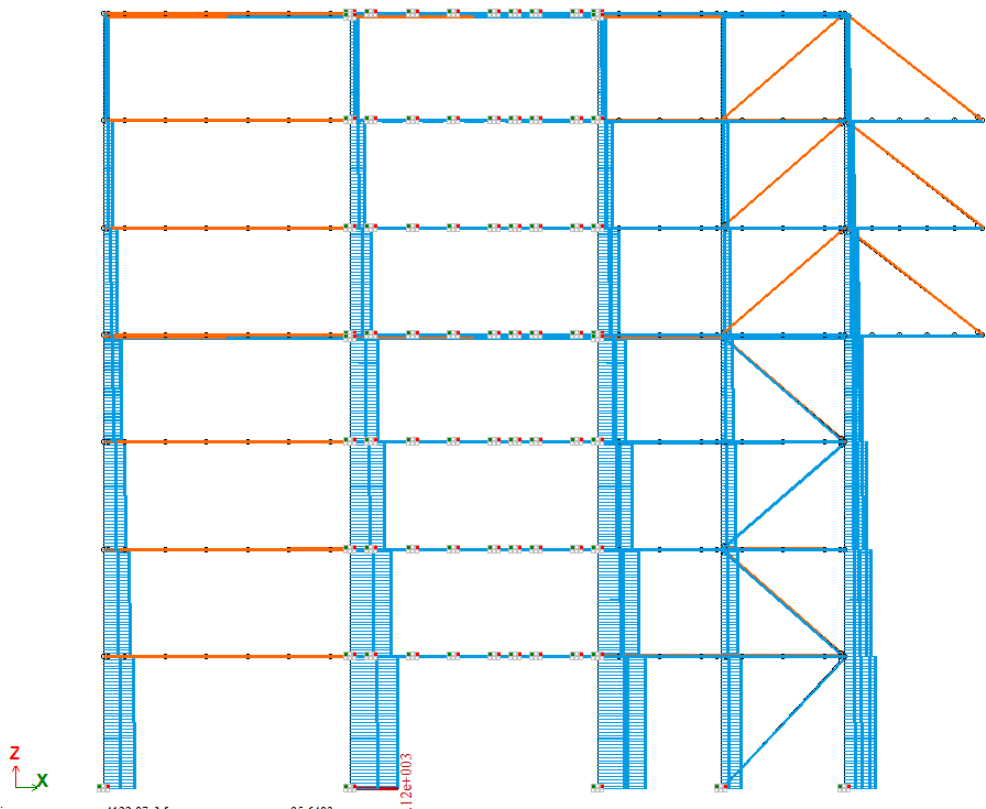
Переміщення каркасу після встановлення горизонтальних в'язей



Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Епюра N

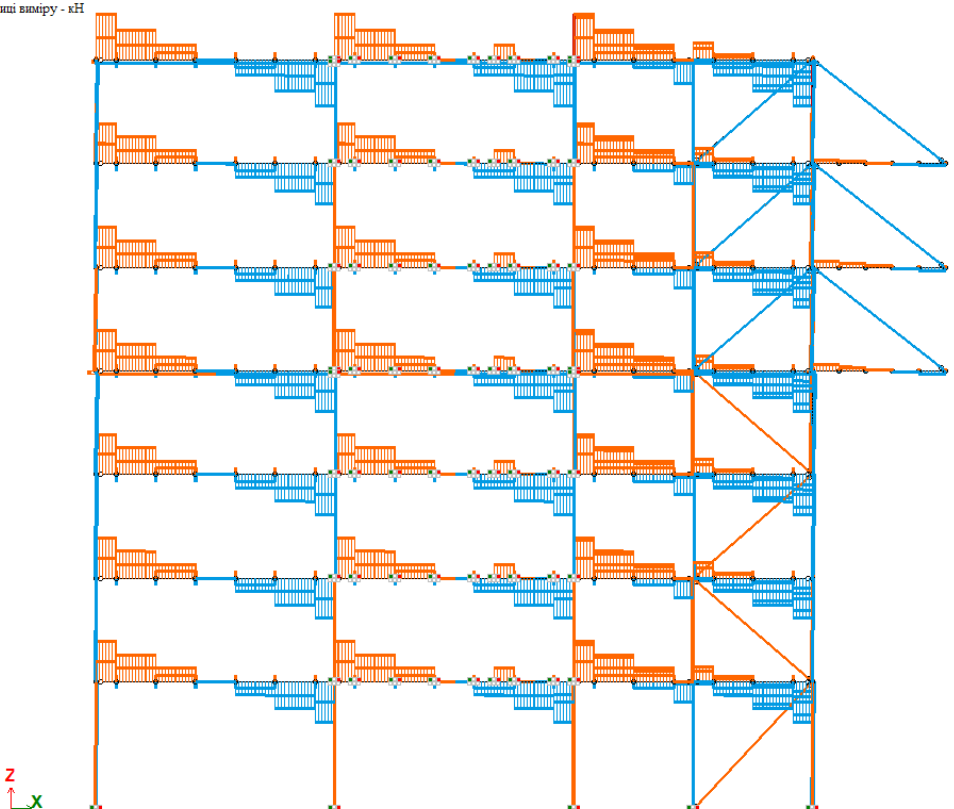
5.PCH25(ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Епюра N (розрахункові перерізи)
Одиниці виміру - кН



Мінімальне значення -4122.87; Максимальне значення 95.6483

Епюра Qz

5.PCH25(ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Епюра Qz (розрахункові перерізи)
Одиниці виміру - кН



Мінімальне значення -323.896; Максимальне значення 323.896

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

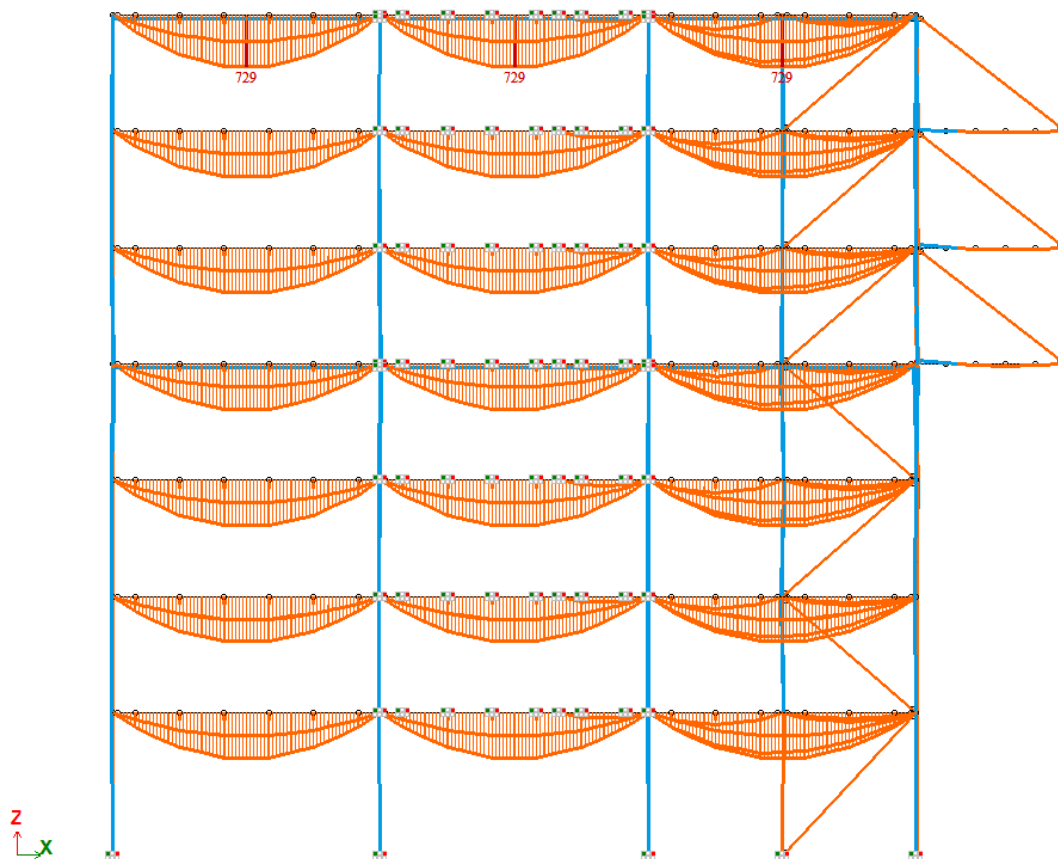
Металеві конструкції

Арку

24

Епюра Му

5 РСН25(ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
 Епюра Му (розрахункові перерізи)
 Опинні виміру - кН*м



Мінімальне значення -52.7783; Максимальне значення 728.78

Результати підбору перерізів

Елемент 2405

Номери вузлів: 1381, 1883

№: 2405 | Блок N: 60 | Відмічений

Тип жорсткості: 17. Зварний двотавр (ГБ)

Тип KE: 10 | К-ть перерізів: 2 | A: ID

Довжина, координати центра ваги: L=0.75м, Xc=19.125м, Yc=63м, Zc=24.3м

Варіант: 1 | N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
 ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
 19. 2-230 x 18 . -560 x 10 /S275JR S275J

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
97.7	65.2	63.9	

ПІДБІР: підбраний переріз
 35. 2-240 x 18 . -560 x 8 /S275JR S275JF

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
97.6	65.2	79.9	

Головна балка
(центральні балки)

Елемент 2144

Номери вузлів: 1687, 1250

№: 2144 | Блок N: 59 | Відмічений

Тип жорсткості: 11. Двотавр 50 (ГБ(к))

Тип KE: 10 | К-ть перерізів: 2 | A: ID

Довжина, координати центра ваги: L=0.75м, Xc=3.375м, Yc=72м, Zc=20.4м

Варіант: 1 | N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
 ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
 9. 150 /S275JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
83.7	69.8	49.7	

ПІДБІР: підбраний переріз
 11. 150 /S275JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
83.7	69.8	49.7	

Головна балка (крайні
балки)

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Металеві конструкції

Арку

25

Елемент 1221

Номери вузлів
1042, 902

№ 1221 Блок N 61 Відмічений

Тип жорсткості
18. Зварний двотавр (ГБ(П))

Тип KE К-ть перерізів A : ID
10 2

Довжина, координати центра ваги
L=0.75м, Xc=10.875м, Yc=9м, Zc=28.2м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
22. 2-260 x 16, -660 x 14 /S275JR S275J

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
80.9	41.9	53.8	

ПІДБІР: підбраний переріз
45. 2-240 x 16, -660 x 8 /S275JR S275JF

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
97.3	50.4	94.2	

Головна балка покриття
(центральна)

Елемент 2711

Номери вузлів
1994, 1619

№ 2711 Блок N 61 Відмічений

Тип жорсткості
12. Двотавр 50 (ГБ(Пк))

Тип KE К-ть перерізів A : ID
10 2

Довжина, координати центра ваги
L=0.75м, Xc=24.375м, Yc=72м, Zc=28.2м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
10. I50 /S275JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
98	68.7	49.7	

ПІДБІР: підбраний переріз
10. I50 /S275JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
98	68.7	49.7	

Головна балка покриття
(крайня)

Номери вузлів
2048, 1528

№ 1765 Блок N 60 Відмічений

Тип жорсткості
2. Двотавр 45 (ДБ)

Тип KE К-ть перерізів A : ID
10 5

Довжина, координати центра ваги
L=9м, Xc=14.25м, Yc=58.5м, Zc=24.3м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
1. I45 /S235JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
42	94.9	45.7	

ПІДБІР: підбраний переріз
22. I45 /S235JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
42	94.9	45.7	

Другорядна балка
перекриття

Номери вузлів
1477, 1482

№ 1886 Блок N 61 Відмічений

Тип жорсткості
13. Двотавр 45 (ДБ(П))

Тип KE К-ть перерізів A : ID
10 5

Довжина, координати центра ваги
L=9м, Xc=20.25м, Yc=67.5м, Zc=28.2м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
11. I45 /S235JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
47.2	94	45.7	

ПІДБІР: підбраний переріз
29. I45 /S235JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
47.2	94	45.7	

Другорядна балка
покриття

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Елемент 3020

Номери вузлів
2147, 2157

№: 3020 Блок N 66 Відмічений

Тип жорсткості
4. Двотавр 24 (ГБ (К))

Тип КЕ К-ть перерізів А: ID
10 2

Довжина, координати центра ваги
L=1м, Xc=27.5м, Yc=31.5м, Zc=16.5м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
3. I24 /S275JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
90.3	19.9	40.8	

ПІДБІР: підбраний переріз
9. I24 /S275JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
90.3	19.9	40.8	

Головна балка
(консольна площадка)

Елемент 3013

Номери вузлів
2152, 2156

№: 3013 Блок N 66 Відмічений

Тип жорсткості
5. Двотавр 18 (ДБ (К))

Тип КЕ К-ть перерізів А: ID
10 5

Довжина, координати центра ваги
L=4.5м, Xc=29м, Yc=29.25м, Zc=16.5м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
4. I18 /S235JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
59.3	104.3	30.2	

ПІДБІР: підбраний переріз
14. I20 /S235JR /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
46.2	73.1	33.3	

Другорядна балка
(консольна площадка)

Елемент 3131

Номери вузлів
732, 2114

№: 3131 Блок N Відмічений

Тип жорсткості
7. Два кутика L63x6 (B1(к))

Тип КЕ К-ть перерізів А: ID
10 2

Довжина, координати центра ваги
L=6.34114м, Xc=29.5м, Yc=27м, Zc=26.25м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
5. 2L63x6 /S235JR / стыковка 1.

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
11.5	82.2	0	

ПІДБІР: підбраний переріз
7. 2L63x5 /S235JR / стыковка 1.

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
13.6	81.7	0	

Вертикальні в'язі
(консольна площадка)

Елемент 3149

Номери вузлів
2134, 2138

№: 3149 Блок N 69 Відмічений

Тип жорсткості
14. Два кутика L125x10 (B1)

Тип КЕ К-ть перерізів А: ID
10 2

Довжина, координати центра ваги
L=6.57951м, Xc=24.75м, Yc=31.5м, Zc=2.4м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір
ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
14. 2L125x10 /S235JR / стыковка 1.

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
45.7	85.5	50.2	

ПІДБІР: підбраний переріз
3. 2L125x8 /S235JR / стыковка 1.

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
55.9	85.1	63.9	

Вертикальні в'язі (каркас
будівлі)

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Металеві конструкції

Елемент 14

Номери вузлів
41, 26

№ 14 Блок N 10 Відмічений

Тип жорсткості
16. Зварний двотавр (К)

Тип KE К-ть перерізів A: ID
10 2

Довжина, координати центра ваги
L=4.8м, Xc=9м, Yc=63м, Zc=2.4м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір

ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
15. 2-400 x 20, -360 x 10 /S275JR S275J

1ГС (%) 2ГС (%) МС (%) Ткр.
97.3 37.8 74.4

ПІДБІР: підбраний переріз
47. 2-400 x 20, -360 x 10 /S275JR S275J

1ГС (%) 2ГС (%) МС (%) Ткр.
97.3 37.8 74.4

?

Колони

2.3. Розрахунок вузлів

2.3.1. Вузол примикання головної балки перекриття до колони

Необхідно розрахувати вузол шарнірного сполучення колони та балки з двотавра №60Б2 (опорна реакція 285,3 кН)

Приймаємо болти $d=24$ мм класу міцності 5,8 класу точності В. Площа перерізу болта $A_b = 4,52$ см². Розрахунковий опір болтів зрізу $R_{bt} = 235$ МПа = 23,5 кН/см². Матеріал з'єднувальних елементів – сталь С255

товщиною t до 10 мм, для якої $R_u = 370$ МПа = 37 кН/см², а звідси розрахунковий опір елементів при зминанні $R_{bp} = 450$ МПа = 45 кН/см².

Несуча здатність одного болта при роботі на зріз:

$$N_b = R_{bt} \gamma_b A_b n_s = 23,5 * 0,9 * 4,52 * 1 = 95,6 \text{ кН}$$

Несуча здатність одного болта при роботі з'єднання на зминання:

$$N_b = R_{bp} \gamma_b d \sum t_{min} = 45 * 0,8 * 2,4 * 0,6 = 51,8 \text{ кН}$$

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Металеві конструкції

Арку

28

Тут прийнято: коефіцієнт умов роботи з'єднання $\gamma_b = 0,9$ при зрізі та $\gamma_b = 0,8$ при зминанні; кількість площин зрізу $n_s = 1$; мінімальна товщина елемента, що зминається в одному напрямку, $t = 0,6$.

Необхідна кількість болтів для сприйняття опорної реакції V , збільшеної на 20% через часткове защемлення опорного перерізу балки перекриття:

$$n_b = \frac{1,2V}{\gamma_c N_{b,min}} = \frac{1,2 * 285,3}{1,1 * 51,8} = 6$$

Приймаємо $n_b = 6$, діаметр отворів для болтів $d_0 = d_b + 2 \text{ мм} = 24 + 2 = 26 \text{ мм}$. Мінімальна висота з'єднувального елемента з умови розміщення болтів у два ряди:

$$h_{min} = 4d_0 + 2,5d_0(n_b - 1) = 4 * 26 + 2,5 * 26 * (3 - 1) = 234 \text{ мм}$$

З'єднувальний елемент виконуємо з листа товщиною $t = 6 \text{ мм}$ і висотою $h = 320 \text{ мм}$.

Перевіримо переріз з'єднувального елемента (накладки) за умовою зрізу:

$$\tau = \frac{1,5V}{t(h - n_b d_0)} = \frac{1,5 * 285,3}{0,6 * (32 - 3 * 2,6)} = 14,52 < R_s \gamma_c = 15,31 \text{ кН/см}^2$$

2.3.2. Вузол примикання другорядної балки перекриття до головної балки

Необхідно розрахувати вузол шарнірного сполучення головної та другорядної балки з двтавра №45Б1 (опорна реакція 47,3 кН).

Для з'єднання другорядних балок з головною балкою перекриття попередньо приймаємо кутик 90х90х9 мм зі сталі С255, довжиною 200 мм. Приймаємо болти $d=16 \text{ мм}$ класу міцності 5,8 класу точності В. Площа

перерізу болта $A_b = 2,01 \text{ см}^2$. Розрахунковий опір болтів зрізу $R_{bt} = 235 \text{ МПа} = 23,5 \text{ кН/см}^2$.

Несуча здатність одного болта при роботі на зріз:

$$N_b = R_{bt} \gamma_b A_b n_s = 23,5 * 0,9 * 2,01 * 1 = 42,51 \text{ кН}$$

Несуча здатність одного болта при роботі з'єднання на зминання:

$$N_b = R_{bp} \gamma_b d \sum t_{min} = 45 * 0,8 * 2,0 * 0,6 = 34,56 \text{ кН}$$

Необхідна кількість болтів для сприйняття опорної реакції V :

$$n_b = \frac{V}{\gamma_c N_{b,min}} = \frac{47,3}{1,1 * 34,56} = 1,2$$

					Металеві конструкції	Арку
						29
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Приймаємо $n_b = 3$, діаметр отворів для болтів $d_0 = d_b + 2 \text{ мм} = 16 + 2 = 18 \text{ мм}$. Мінімальна висота з'єднувального елемента:

$$h_{min} = 4d_0 + 2,5d_0(n_b - 1) = 4 * 18 + 2,5 * 18 * (3 - 1) = 162 \text{ мм}$$

З'єднувальний елемент виконуємо з кутика 90x90x9 і висотою $h = 200 \text{ мм}$.

Перевіримо переріз з'єднувального елемента (накладки) за умовою зрізу:

$$\tau = \frac{1,5V}{t(h - n_b d_0)} = \frac{1,5 * 47,3}{0,9 * (20 - 3 * 1,8)} = 5,4 < R_s \gamma_c = 15,31 \text{ кН/см}^2$$

2.3.3. Вузол жорсткого примикання консольної балки перекриття до колони

Необхідно розрахувати вузол жорсткого з'єднання колони та головної балки консольної площадки з двотавра 23Б1 (опорна реакція 42,9 кН, опорний момент 52,03 кНм)

З'єднання виконуємо шляхом приварювання балки до полиці колони та встановленням додаткових ребер жорсткості.

Розрахунок зварних з'єднань

Шви, що прикріплюють консоль до колони, перевіряються у припущенні, що згинальний момент сприймається полицями, а перерізуювальна сила – стінкою.

Зусилля на шви полиць:

$$H = \frac{M}{h_c} = \frac{5203}{23} = 226 \text{ кН.}$$

Приймаємо зварювання напівавтоматичне, дротом Св-08 при $d < 1,4 \text{ мм}$; $\beta_f = 0,7$; $\beta_z = 1,0$; $R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2$; $R_{wz} = 0,45 * 37,0 = 16,65 \text{ кН/см}^2$.

Оскільки $\beta_f R_{wf} < \beta_z R_{wz}$, то розрахунок виконуємо тільки для металу шва.

Шви кріплення полиць:

$$k_f = \frac{H}{2\beta_f l_w R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{226}{2 * 0,7 * (11 - 1) * 18 * 1 * 1} = 0,89 \text{ см}$$

Шви кріплення стінки:

$$k_f = \frac{H}{2\beta_f l_w R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{226}{2 * 0,7 * (23 - 1) * 18 * 1 * 1} = 0,4 \text{ см}$$

Приймаємо шви кріплення полиці $k_f = 9 \text{ мм}$, всі інші шви – $k_f = 6 \text{ мм}$.

Стінка колони в місцях підходу полиць консолі укріплюється поперечними парними ребрами з пластин 100x10 мм, з підрізами 40x40 мм.

					Металеві конструкції	Арку
						30
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Міцність швів, що прикріплюють ребра:

$$\frac{H}{2\beta_f l_w k_f} = \frac{226}{2 * 0,7 * (40 - 8 - 1) * 0,6} = 8,68 \text{ кН/см}^2 < R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 18 \text{ кН/см}^2$$

Міцність стінки колони на зріз по гранях закріплення ребер:

$$\tau = \frac{H}{l_p t_w} = \frac{226}{(40 - 2 * 4) * 0,9} = 7,85 \text{ кН/см}^2 < R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 18 \text{ кН/см}^2$$

Міцність полиці колони в зоні кріплення верхньої полиці консолі на розтяг в напрямку товщини прокату:

$$t_{ef} = t_{fc} + 2k_f = 1,0 + 2 * 0,9 = 2,8 \text{ см};$$

$$\sigma = \frac{H}{t_{ef} * b_{fc}} = \frac{226}{2,8 * 11} = 7,34 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{th} \gamma_c = 0,5 R_u \gamma_c = 0,5 * 380 = 19 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Міцність стінки колони на ділянці між ребрами з урахуванням додаткових дотичних напружень від H при комбінації зусиль:

$M=-29,11$ кНм, $N=-524,62$ кН, $Q=6,59$ кН

$$\sigma_x = \frac{M h_w}{2I_x} + \frac{N}{A} = \frac{2911 * 40}{2 * 64140} + \frac{524,62}{210,96} = 0,9 + 2,49 = 3,39 \text{ кН/см}^2$$

$$\tau_{xy} = \frac{Q + H}{t_w h_w} = \frac{6,59 + 226}{1,3 * 35,8} = 5 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} = \sqrt{3,39^2 + 3 * 5^2} = 8,85 \text{ кН/см}^2 < 1,15 R_y = 28,75 \text{ кН/см}^2$$

Місцева стійкість колони при $\bar{\lambda}_w = (35,8/1,3) \sqrt{24/2,06 * 10^4} = 0,94 < 3,5$ на ділянці між ребрами в зоні великих дотичних напружень не перевіряється.

Таким чином, міцність вузла забезпечена.

2.3.4. Вузол шарнірної бази колони

Необхідно запроектувати базу суцільної колони, з двотавра 40К2, з фрезерованим торцем. Матеріал бази – сталь С235 ($R_y = 220$ МПа = 22 кН/см²

при товщині листа 21...40 мм). Бетон фундаменту класу В25 ($R_b = 14,5$ МПа = 1,45 кН/см²). Розрахункове зусилля в стержні колони $N=4122,85$ кН

При $R_{b,loc} = 1,45 * 1,2 = 1,74$ кН/см² необхідна площа плити:

$$A_{pl} = \frac{N}{R_{b,loc}} = \frac{4122,85}{1,74} = 2369,45 \text{ см}^2$$

					Металеві конструкції	Арку
						31
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Розмір однієї сторони плити $B = L = \sqrt{2369,45} = 48$ см. Приймаю плиту 600х600.
Розміри ділянок, де опорний тиск фундаменту вважається рівномірно розподіленим:

- при $k = b + 0,5h = 40 + 0,5 * 35,8 = 57,9$ см, $k^2 = 3352,4$ см² < $A_{pl} = 60 * 60 = 3600$ см², $x = 0,5k = 17,9$ см. Це означає що $L = 60$ см < $4x = 71,6$ см та $B = 60$ см < $b + 2x = 40 + 2 * 17,9 = 75,8$ см.

Таким чином, можна вважати, що при розмірах плити 60х60 см опорний тиск фундаменту під нею розподіляється рівномірно і дорівнює:

$$q = \frac{4122,85}{60 * 60} = 1,14 \text{ кН/см}^2 < R_{b,loc} = 1,74 \text{ кН/см}^2$$

Використовуючи спрощений метод розрахунку для визначення згинального моменту в перерізі 1-1, знаходимо центр ваги розрахункової

трапеції як відношення статичного моменту трапеції відносно осі 1-1 до її площі:

$$c = \frac{40 * 10 * 5 + 2 * 0,5 * 10 * 10 * 6,67}{40 * 10 + 2 * 0,5 * 10 * 10} = \frac{2667}{500} = 5,33$$

Згинальний момент

$$M_{1-1} = 1,14 * 500 * 5,33 = 3038,1 \text{ кНсм}$$

Товщина плити з урахуванням 2 мм на стругання:

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 * 3038,1}{40 * 22 * 1,2}} + 0,2 = 6,15 \text{ см}$$

Враховуючи сортаментні товщини листів, остаточно приймаємо $t_{pl} = 63$ мм із листа завтовшки 65 мм.

Перевіримо запроєктовану плиту товщиною 63 мм як круглу пластинку, в якій діють згинальні моменти у двох взаємо перпендикулярних напрямках.

Радіус пластики, рівновеликої з плитою ($\pi r_{pl}^2 = A_{pl} = 60 * 60 = 3600$ см²), дорівнює $r_{pl} = \sqrt{3600/3,14} = 33,86$ см. Рівновелика, з ділянкою, обмеженою

контуром колони ($40*40=1600$ см²), пластика має радіус $r_k = \sqrt{1600/3,14} = 22,57$ см.

При $\gamma = 22,57/33,86 = 0,67$ приймаємо $k_r = 0,02$, $k_t = 0,0377$. Тоді:

$$M_r = 0,02 * 4122,85 = 82,46 \text{ кНсм}$$

$$M_t = 0,0377 * 4122,85 = 155,43 \text{ кНсм}$$

Відповідні нормальні напруження:

$$\sigma_r = 6 * 82,46/6,3^2 = 12,46 \text{ кН/см}^2$$

					Металеві конструкції	Арку
						32
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

$$\sigma_t = 6 * 155,43 / (6 * 6,3^2) = 3,92 \text{ кН/см}^2$$

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{4122,85}{2 * 3,14 * 22,57 * 6,3} = 4,62 \text{ кН/см}^2$$

Перевірка зведених напружень:

$$\sqrt{12,46^2 + 3,92^2} - 12,46 * 3,92 + 3 * 4,62^2 = 13,63 \text{ кН/см}^2 < 21 \text{ кН/см}^2$$

Міцність опорної плити забезпечена.

					Металеві конструкції	Арку
						33
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

Консультант П'ятков О.В.

Студент Простак О.Л.

					<i>Основи і фундаменти</i>	Арку
						34
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

1. Основи і фундаменти

1.1 Вступ

В адміністративному відношенні майданчик обстеження знаходиться по вул. Дорогожицька в м. Київ. В цілому це район індивідуальної житлової забудови, що з усіх боків обмежений забудовою.

В геоморфологічному відношенні даний район відноситься до Азово-придніпровської Височини. Сам майданчик спорткомплексу, що обстежується, розташований в нижній частині схилу крутого правого берегу р. Дніпро. Ділянка забудови відноситься до другої надзаплавної тераси. На межі ділянки обстеження в бік лесового плато схил покритий лесовими делювіальними відкладами. В напрямку до р. Дніпро схил переходить в першу надзаплавну терасу.

Територія частково "врізана" в нижню частину схилу. Рельєф майданчика похилий, абсолютні позначки поверхні змінюються в межах 63.2...56.5 м. За межами майданчика вишукувань територія рівнинна, з незначним пониженням в сторону русла р. Дніпро (саме русло знаходиться на відстані більше 350 м). Зі сторони долини р. Дніпро.

Поверхня майданчика піднята підсипкою на висоту до 3 м. Територія майданчика вишукувань спланована, вимощена бетонними плитками та частково заасфальтована. За геоморфологічними факторами категорія складності майданчика II

В геоструктурному відношенні досліджуваний район являє собою зону Українського кристалічного масиву, поверхня якого складена кристалічними породами докембрію, що вивітрились з поверхні. В межах долини р. Дніпро товща алювіальних піщаних, супіщаних та Глинистих ґрунтів, що залягає на кристалічному масиві, досягає 40 м. Це переважно відклади четвертинного періоду, що залягають незаконірно.

Геологічна будова майданчика на показана на інженерно-геологічних розрізах I-I...IV-IV (див. додаток). В геологічній будові на глибину до 11 м приймають участь четвертинні відкладення, представлені товщею еолово-делювіальних лесових супісків (зі сторони схилу) та делювіально-алювіальних супісків та пісків, які підстеляються алювіальним пісками різної крупності, що мають на глибині включення гальки та уламків кристалічних порід.

По геологічним факторам майданчик вишукувань відноситься до II категорії складності

Гідрогеологічні умови. Підземні води на території майданчика при бурінні свердловин на глибину до 11 м від поверхні зустрінуті на глибинах 5.2...8.8 м від поверхні, що відповідає абсолютним позначкам 52.4...55.8 м. Водовміщуючим шаром є супіски ПГЕ-2, ПГЕ-3, піски ПГЕ- 4 та шари ґрунтів, що залягають нижче. Живлення ґрунтових вод відбувається за рахунок виклинювання вод зі сторони схилу (лесового плато), атмосферних опадів та втрат води з подонесучих комунікацій, басейнів та резервуарів. Ґрунтові води гідравлічно зв'язані з водами 1. Дніпро. Сезонні коливання рівня ґрунтових вод складають до 0.7...1.2 м. За хімічним складом підземні води неагресивні по відношенню до бетону нормальної щільності і металу.

Загалом територія вишукувань є невідтопленою При високому паводку, значних атмосферних опадах та техногенних втратах води з водонесучих мереж в супісках ПГЕ-2 можливе локальне утворення "верховодки".

За гідрогеологічними факторами майданчик відноситься до II категорії складності

					Основи і фундаменти	Арку
						35
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Клімат району, де розташований майданчик вишукувань, характеризується як помірно-континентальний з середньорічною температурою повітря +8.1° С, середньомісячною в січні -6 "С, в липні +21.6 °С. Переважають вітри західного і північно-західного напрямків. Середня річна швидкість вітру 2.5...3.5 м/с. Середня місячна вологість повітря складає 65%. Загальна Кількість опадів на рік складає 515 мм із максимумом в червні...липні. Середня глибина промерзання складає 1 м і може бути прийнята за нормативну. Сніговий покрив зберігається на протязі близько 90 днів, його висота сягає 10...15 см.

Інженерно-геологічні процеси (набухання, підробка території та ін.) на території майданчика на момент вишукувань не розвиваються. Проте, частина фундаментів будівель спирається на лесові супіски, що при зволоженні можуть давати додаткову деформацію при Додатковому тиску. На ґрунт основи мають вплив динамічні навантаження від залізниці, що проходить на відстані близько 20 м. Зі сторони схилу спостерігається слабка поверхнева ерозія ґрунту. Наявність п'яного лісу підтверджує можливість виникнення тимчасових поверхневих зміщень делювіальних відкладів при їх зволоженні на схилі. На момент обстеження ділянка вишукувань та схил знаходиться в стійкому стані.

Інженерно-геологічна характеристика та властивості ґрунтів майданчика.

На підставі польових робіт і лабораторних досліджень можна виділити у верхній частині ґрунтової товщі наступні інженерно-геологічні елементи (ІГЕ):

ІГЕ-1 насипний шар: супісок темно-сірий до світло-сірого, твердий та пластичний, з домішками піску, щебеню, з включенням будівельного сміття до 5...10%, потужністю 0.8...2.5 м. В якості основи для басейнів та фундаментів допоміжних будівель не використовується;

ІГЕ-1а рослинний шар: суглинок чорний, пилуватий, тугопластичний до м'якопластичного, з корінням рослин та ходами землеріїв, гумусований (органічної речовини до 1.8...2.3%), потужністю до 0.7...1.2 м. Розповсюджений за межами майданчика вишукувань в напрямку схилу;

ІГЕ-1б насипний шар, що використовувався як підготовка основи та планування території: пісок дрібний до пилуватого, світло-сірий, кварцевий, середньої щільності (виняток - пляшка схилу біля свердловини 8, де з поверхні цей пісок знаходиться в пухкому стані), Маловологий, потужністю до 3.2 м. Розповсюджений на частині майданчика. Використовується в якості несучого шару для будівлі павільйону-роздягальні № 2 та частково адміністративно- Поового корпусу (основного приміщення кафедри фізкультури);

ІГЕ-2 супісок жовтувато-сірий до темно-сірого, іноді з вохристими плямами, неоднорідний, пилуватий, з лінзами та прошарками пилуватого і дрібного піску (інколи микопластичного суглинку), пластичний, нижче рівня ґрунтових вод текучий, делювіального походження (перевідкладений лесовий матеріал. що принесений з плато) потужністю 0.4... 3.5

ІГЕ-3 супісок палевий до жовтувато-сірого, лесовий, з включенням стяжок та конкрецій карбонатів, макропористий, твердий та пластичний, еолово-делювіального Походження, просідаючий при додатковому тиску при замочуванні, потужністю 4.3...6.3 м. Лесові супіски ІГЕ-3 частково використані в якості несучого шару для фундаментів

ІГЕ-4 – пісок жовтувато-бурий до жовтувато-сірого, з вохристими плямами, кварцевий, пилуватий до дрібного, з гніздами та прошарками пластичного та текучого супіску Зустрічається незакономірно як по глибині, так і в плані), делювіально-алювіальний, Маловологий, нижче рівня ґрунтових вод насичений водою, середньої щільності, загальною пройденою потужністю 6.6 м. Ці піски розповсюджені в межах всього майданчика.

					Основи і фундаменти	Арку
						36
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

По складності розробки ґрунти класифікуються за ДБН-2.2-1-99 36. «Земляні роботи» Пастні ґрунти - 5б, рослинний шар – 9а, супіски – 36а, піски – 29а.

По відібраним зразкам порушеної та непорушеної структури з свердловин і шурфів були начені вид та стан ґрунтів основи і їх фізичні показники. Ці дані приведені в таблицях додатку.

Для визначення характеристик міцності та деформативності ґрунтів, виявлення неоднорідності в заляганні ґрунтів несучого шару основи, було виконано динамічне зондування 1 точках на глибину до 9 м від поверхні. Положення точок зондування зондом ЛЗЗ-3 приведено на схемі в додатку. Дані динамічного зондування та величини еквівалентного опору ґрунту несучого шару заглибленню конуса при статичному зондуванні за стандартною методикою наведено в табл. 1. Графіки динамічного (в точках ТДЗ-1...ТДЗ-5) зондування подані в додатку.

1 аолиця 1.

Дані динамічного і еквівалентні показники статичного зондування ґрунтів майданчика

Показники зондування	Розмах і середні значення показників ІГЕ		
	ІГЕ-1б	ІГЕ-2	ІГЕ-4
Кількість ударів молота для заглиблення зонду на кожні 10 см по глибині, n	<u>60...86</u> 73	<u>15...40</u> 24	<u>19...44</u> 25
Еквівалентний опір ґрунту заглибленню конуса зонда, q _s , МПа при статичному зондуванні	<u>4.1...6.8</u> 6.0	<u>1.6...3.3</u> 2.3	<u>2.2...3.7</u> 2.7

Дані динамічного зондування підтвердили високу неоднорідність ґрунтів основи, і перш за все, у верхній частині ґрунтової товщі. В цілому щільність ґрунтів з глибиною підвищується. І той же час супіски ІГЕ-2 мають низьку міцність та підвищену деформативність. При положенні їх несуча здатність додатково знижується. Опір пісків ІГЕ-4 зондуванню характеризує їх як пілуваті. Зондування вказало на тонку шаруватість ґрунтів основи, в зв'язку

Чим в супісках на ділянках включення пісків опір зондуванню підвищується. І навпаки, на ділянках включення супісків опір значно знижується.

Таким чином, ґрунти основи мають невитримане залягання, показники їх фізико-механічних властивостей у верхній частині товщі понижені (близькі до сильно стисливих).

На основі проведених польових і лабораторних досліджень ґрунтів, визначені формативні (табл. 2) та розрахункові (табл. 3) показники ґрунтів виділених ІГЕ.

Нормативні показники ґрунтів

Глибина, м	Вологість, W	Щільність ґрунту, т/м ³			Коеф. пористості, e	Ступінь вологості, Sr	Коефіц. фільтрації k _f , м/добу	Показник текучості, I _L	Питоме зчепл, с, кПа	Кут внутр. тертя, φ, °	Модуль дефор. E, МПа
		ρ	ρ _d	ρ _s							
1	-	1.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1а	-	1.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1б	0,05	1,61	1,53	2,65	0,732	0,18	3.1	-	2	30	18
2	0,13	<u>1,64</u>	1,45	2,67	0,841	<u>0,41</u>	1.4	<u>≤ 0</u>	<u>9</u>	<u>22</u>	<u>12</u>
	0,32	1,91									
3	0,12	<u>1,56</u>	1,39	2,68	0,928	<u>0,35</u>	1.0	<u>≤ 0</u>	<u>11</u>	<u>21</u>	<u>11</u>
	0,35	1,87									
4	0,08	<u>1,67</u>	1,55	2,66	0,716	<u>0,30</u>	2.8	-	<u>3</u>	<u>29</u>	<u>13</u>
	0,27	1,97									

Примітка: в чисельнику – дані для ґрунтів природної вологості, в знаменнику – при водонасиченні.

										Арку
										37
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат	Основи і фундаменти					

Розрахункові показники ґрунтів майданчика

№ ґґґ	Для II граничного стану				для I граничного стану			Складність розробки ґрунтів за ДБН-2.2-1-99 3б. «Земляні роботи»
	Питома вага, γ_{II} , кН/м ³	Питоме зчеплення, c_{II} , кПа	Кут внутр. тертя, ϕ_{II} , град	Модуль деформації E, МПа	Питома вага, γ_I , кН/м ³	Питоме зчеплення c_I , кПа	Кут внутр. тертя, ϕ_I , град	
1	15.6	-	-	-	15.1	-	-	5б
1а	14.5	-	-	-	14.0	-	-	9а
1б	15.8	2	30	18	15.5	1	29	5б
2	<u>16.1</u>	<u>9</u>	<u>22</u>	<u>12</u>	<u>15.9</u>	<u>7</u>	<u>20</u>	36а
	18.7	6	20	8	18.6	4	18	
3	<u>15.3</u>	<u>11</u>	<u>21</u>	<u>11</u>	<u>15.1</u>	<u>8</u>	<u>19</u>	36а
	18.3	7	18	5	18.2	5	17	
4	<u>16.4</u>	<u>3</u>	<u>29</u>	<u>13</u>	<u>16.3</u>	<u>2</u>	<u>28</u>	29а
	19.3	2	28	9	19.2	1	27	

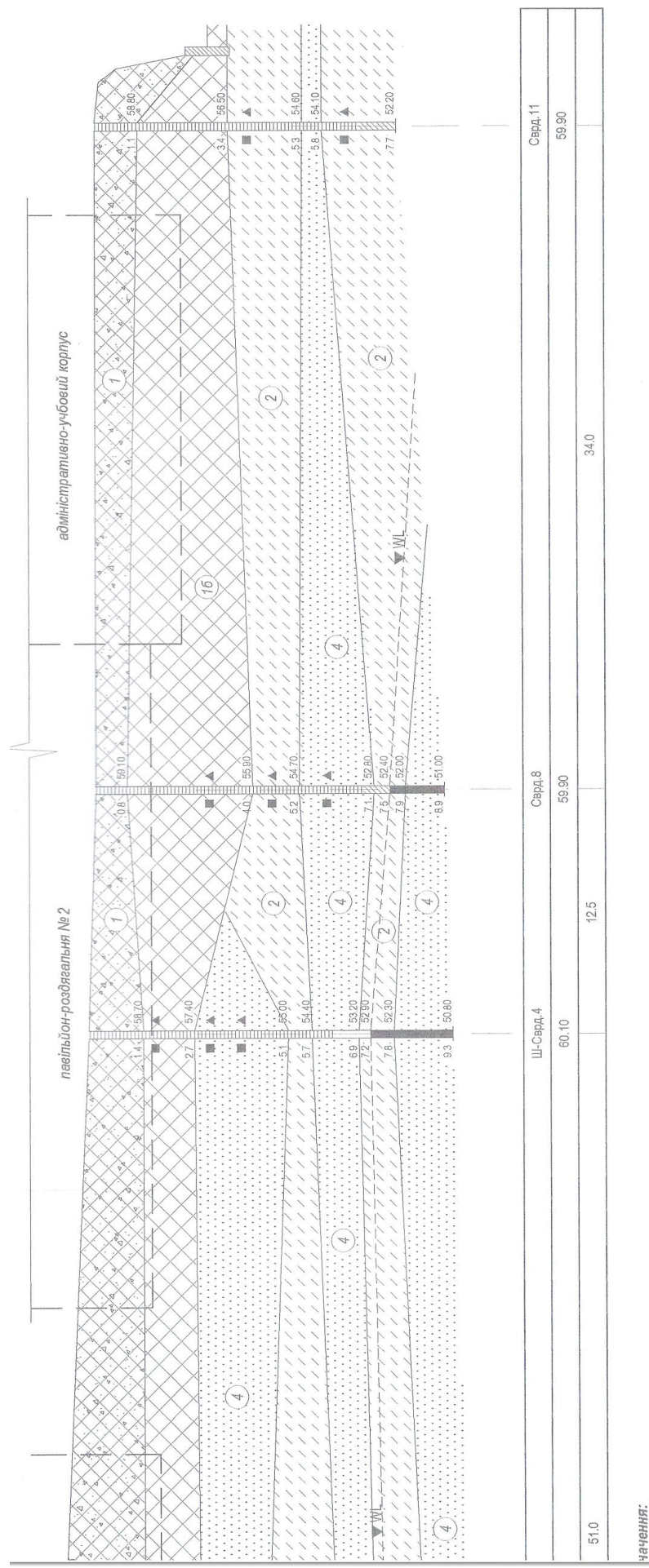
Примітка: див. примітку до табл. 2.

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Основи і фундаменти

Арку

38



Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Основи і фундаменти

1.2 Розрахунок і проектування пальового фундаменту.

1.2.1. Вихідні данні . Алгоритм розрахунку пальового фундаменту

Згідно завданню необхідно розрахувати та запроектувати пальове поле на відмітці верху -6,000 м. Підбір перерізу і довжини пальового фундаменту виконую автоматизовано з ручною перевіркою розрахунків, використовуючи характеристики ґрунтів інженерно-геологічного звіту.

За основу розрахунку беру модель будинку яка була створена для розділу «залізобетонних конструкцій» додаючи в схему посадку будівлі на інженерно геологічний розріз.

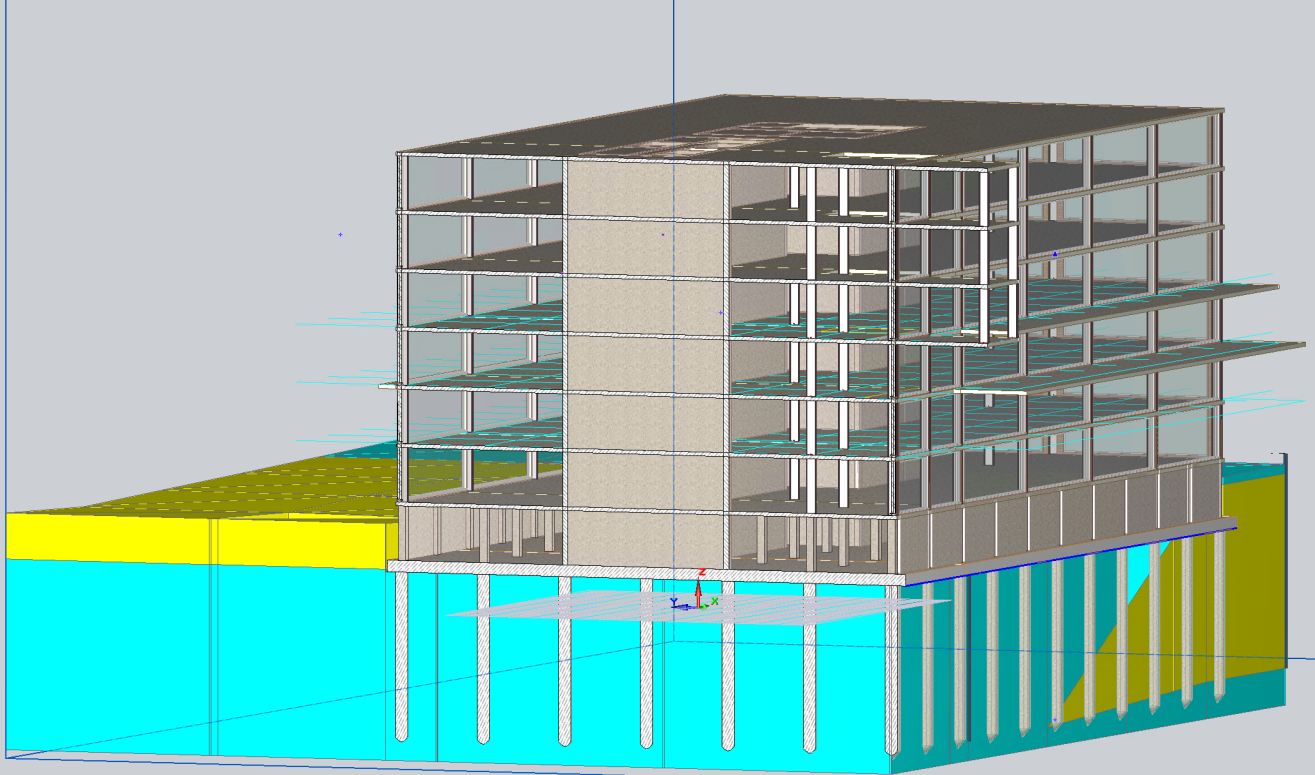


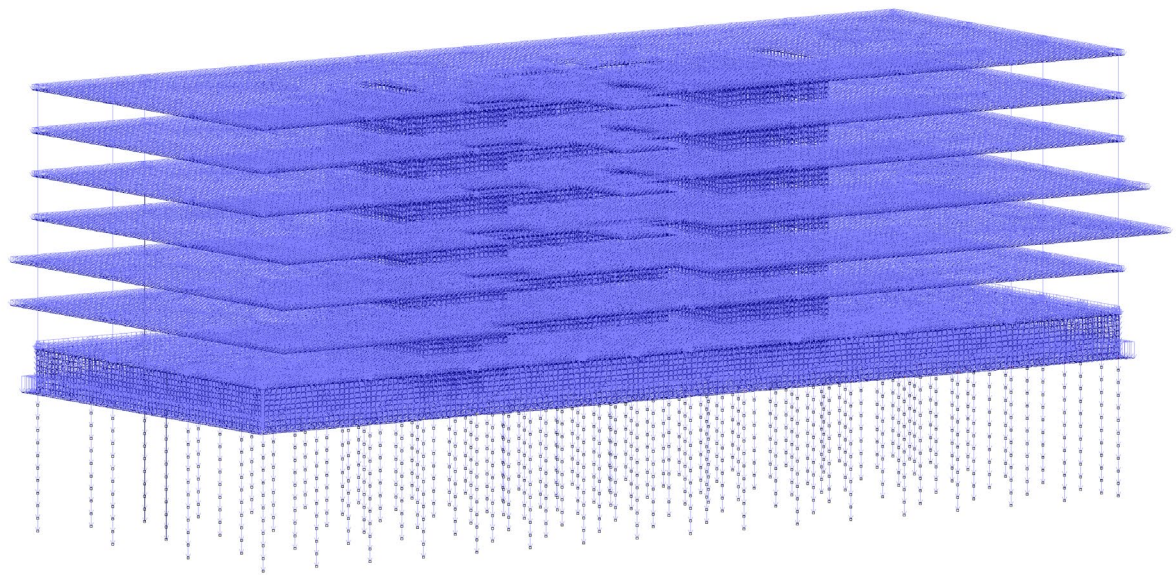
Рис.1. Посадка будівлі на інженерно-геологічний розріз в програмному комплексі Сапфір

В оновлені схемі я також додаю палі «масивом» на всю площину будівлі з кроком $1+d=1+820=1820$ м округлюючи значення до 2м. Це необхідно для визначення відношення несучої здатності палі до прикладеного навантаження на палю.

В місці де палі мають відношення менше 0,5 я збільшую крок палів таким чином щоб зменшити кількість палів які не використовуються на повну спроможність.

Виконую першу ітерацію розрахунку, для визначення несучої здатності палі ,згідно розрахунку вийшло 153 т виконую ручну перевірку даних значень

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат



Прийнято палю круглого перерізу з діаметром 820 мм. Несучу здатність бурінекційних паль визначаємо за формулою:

$$F_d = \gamma_c * [\gamma_{cr} * R * A + u * \Sigma(\gamma_{cr} * h_i * f_i)]$$

де

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті додаток Н

$\gamma_{CR} = 1$ - коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі додаток Н

$\gamma_{cf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи ґрунту під її бічній поверхні Н

$A = \pi * r^2 = 3,14 * \frac{0,820}{2} = 0,643 \text{ м}^2$ - площа перерізу палі

$u = \pi * d = 3,14 * 0,82 = 2,57 \text{ м}$ Зовнішній периметр поперечного перерізу палі

$$R = 0,75 * \alpha_4 * (\alpha_1 * \gamma_1 * d + \alpha_2 * \alpha_3 * \gamma_1 * h)$$

$\alpha_1 = 24,4$ – для $\phi=29$ згідно додаток Н.3.2

$\alpha_2 = 45,5$ – для $\phi=29$ згідно додаток Н.3.2

$\alpha_3 = 0,69$ – для глибини 9 м і $\phi=29$ згідно додаток Н.3.2

$\alpha_4 = 0,27$ – для $\phi=29$ згідно додаток Н.3.2

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Коефіцієнти	Розрахункові значення кута внутрішнього тертя ґрунту φ_i , град.								
	23	25	27	29	31	33	35	37	39
α_1	9.5	12.6	17.3	24.4	34.6	48.6	71.3	108.0	163.0
α_2	18.6	24.8	32.8	45.5	64.0	87.6	127.0	185.0	260.0
α_3 при h/d :									
4.0	0.78	0.79	0.80	0.82	0.84	0.85	0.85	0.85	0.87
5.0	0.75	0.76	0.77	0.79	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85
7.5	0.68	0.70	0.71	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84
10.0	0.62	0.65	0.67	0.70	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81
12.5	0.58	0.61	0.63	0.67	0.70	0.73	0.75	0.78	0.80
15.0	0.55	0.58	0.61	0.65	0.68	0.71	0.73	0.76	0.79
17.5	0.51	0.55	0.58	0.62	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78
20.0	0.49	0.53	0.57	0.61	0.65	0.68	0.72	0.75	0.78
22.5	0.46	0.51	0.55	0.60	0.64	0.67	0.71	0.74	0.77
25 і більше	0.44	0.49	0.54	0.59	0.63	0.67	0.70	0.74	0.77
α_4 при d , м:									
0.8 і менше	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22
4.0	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17

$$R = 0,75 * \alpha_4(\alpha_1 * \gamma l * d + \alpha_2 * \alpha_3 * \gamma l * h)$$

$$= 0,75 * 0,27 * (24,4 * 16,3 * 0,82 + 45,5 * 0,69 * 16,3 * 9) = 998 \text{ кН}$$

До визначення несучої здатності палі по бічній поверхні

Номер розрахункового елемента	H_i , м	f_i , кПа	h_i , м	γ_{cf}	$\gamma_{cf} * h_i * f_i$ кН/м
1	6.6	31	2	0,7	43
2	8.6	33	2	0,7	46
3	10.6	34	2	0,7	47
4	12.6	35	2	0,7	49
5	14.1	37	1	0,7	26
					214

$$F_d = \gamma_c * [\gamma_{cr} * R * A + u * \Sigma(\gamma_{cr} * h_i * f_i)] = 1 * (1 * 998 * 0.643 + 2.27 * 214) = 1127 \text{ кН} \sim 114 \text{ т}$$

Згідно ручного розрахунку несуча здатність палі 114 кН, похибка склала $128/114 * 100 - 100 = 11\%$ на величину даної похибки могли виникнути із-за неточності побудови інженерного геологічного розрізу, та ділення елементарних шарів на ділянки, тому умовно якщо похибка не перевищує 20% тому вважаю розрахунок правильним.

Наступним етапом це підбір правильного розміщення паль, таким чином щоб відношення прикладеного навантаження до несучої здатності палі не перевищувала 1

					Основи і фундаменти	Арку
						42
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

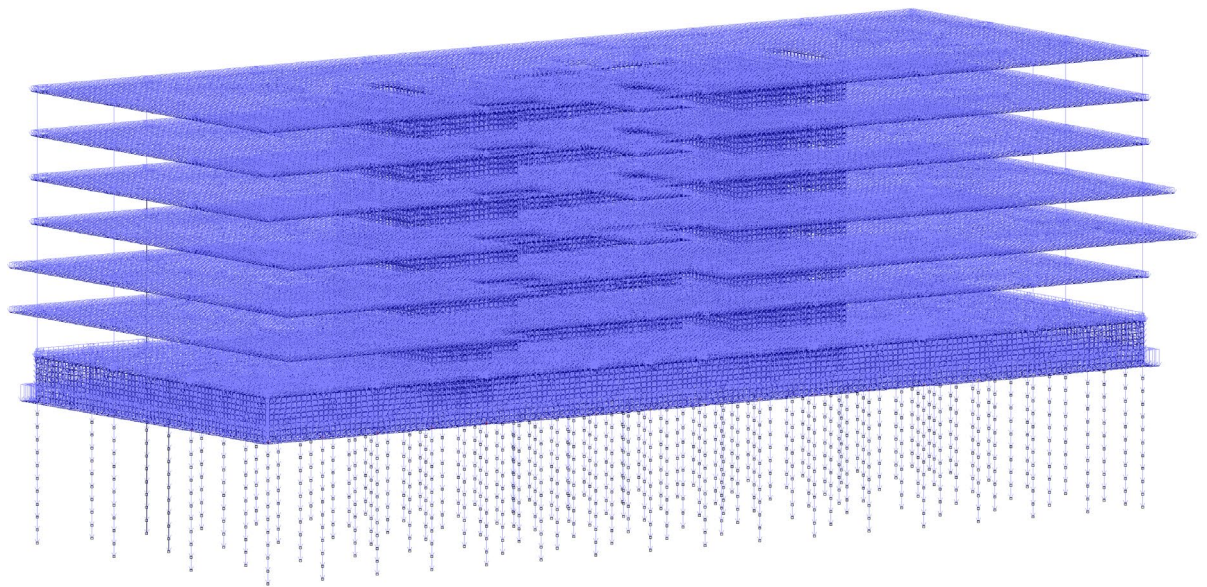
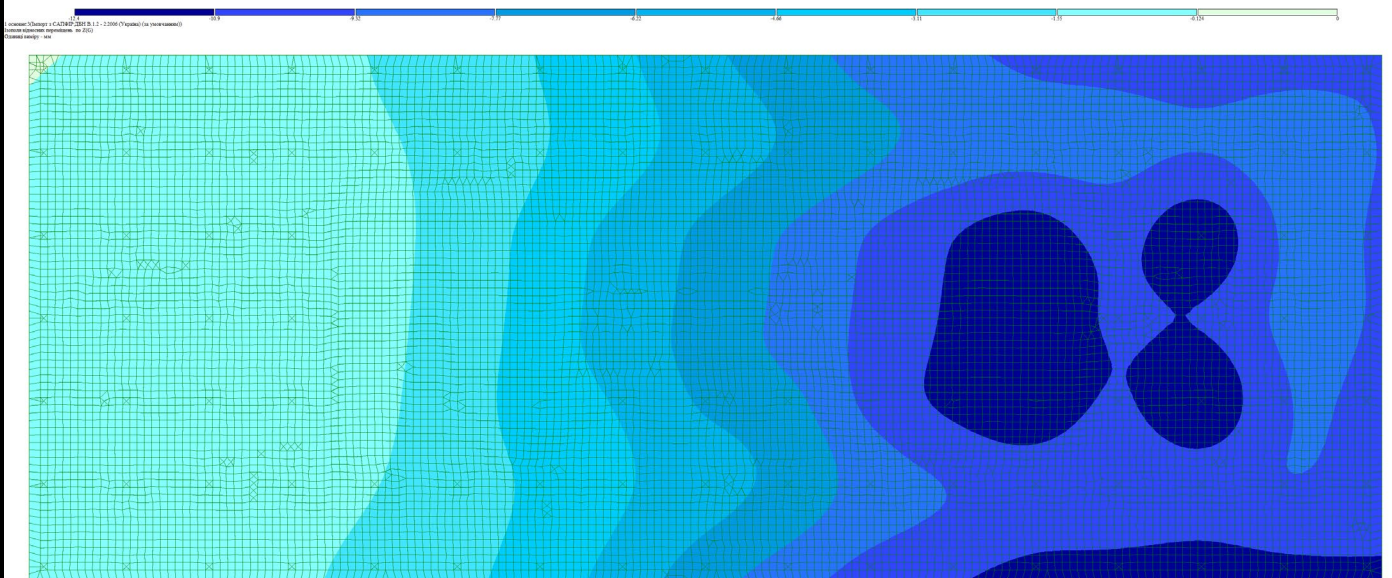


Рис.2. Сумарне навантаження на основу

Згідно розрахунку відношення не перевищує 1, значить пальовий фундамент запроєктовано правильно.



Згідно розрахунку максимальні осідання фундаменту склали 12,4 мм, згідно [5] максимальне допустиме осідання складає 150мм, тобто фундамент запроєктований відповідно до діючих норм.

1.3 Армування стрічкового фундаменту

Попередньо розраховую стрічку висотою 800мм шириною 1200мм з бетону класу С25/30

					Основи і фундаменти	Арку
						43
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		



Рис.3. Мозаїка армування плитного фундаменту нижньої зони по осі У



Рис.4. Мозаїка армування стрічкового фундаменту нижньої зони по осі Х

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат



Рис.5. Мозаїка армування стрічкового фундаменту верхньої зони по осі X

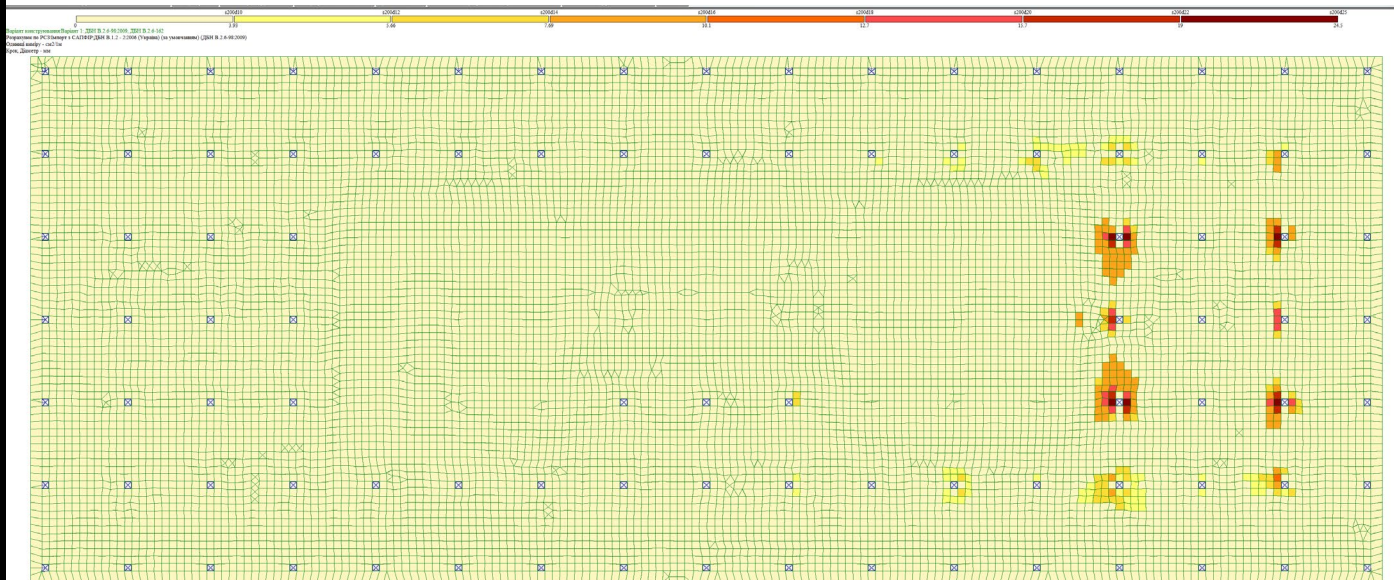


Рис.6. Мозаїка армування стрічкового фундаменту верхньої зони по осі Y

Приймаю фонову арматуру класу А500С діаметром $\varnothing 16$ крок 200

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

Консультант Махиня О.М.

Студент Простак О.Л.

					<i>Технологія і організація будівництва</i>	Арку
						46
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

1. Загальні положення

Данна технологічна карта складена на монтаж сталюого каркасу офісної будівлі, яка складається з металевих колон та балок

Каркас будівлі складається із сталюого прокату :

До початку виконання робіт з монтажу каркасу повинні бути виконані такі умови:

- Повинні бути виконані підготовчі роботи, а також роботи з «нульового циклу»
- Деталі будівельного каркасу – колони, балки і прогони повинні бути виготовлені по робочій документації.
- Влаштовані під'їзні шляхи, проведена електроенергія
- Виконана геодезичне розбивання вісей і розмітка положення колон в відповідності з проектом.
- Влаштування фундаментів.

Склад робіт, і послідовність їх виконання при монтажі каркасу:

- Підготовчі роботи
- Стропування і розтросування конструкцій
- Підіймання, наводка і влаштування конструкцій на опори
- Вивірення і тимчасове закріплення конструкцій
- Постійне закріплення конструкцій.

2. Матеріально технічні ресурси

2.1. Вибір монтажного крану для монтажу балок та колон

Вибір автомобільного крану виконується графічним способом. Необхідні параметри підбираються із умови монтажна найбільш віддаленого від крана елемента.

Необхідна вантажопідймальність крана визначається як

$$Q_K = q_e + q_T = 0,6 + 0,3 = 0,9 \text{ т}$$

					Технологія і організація будівництва	Арку
						47
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

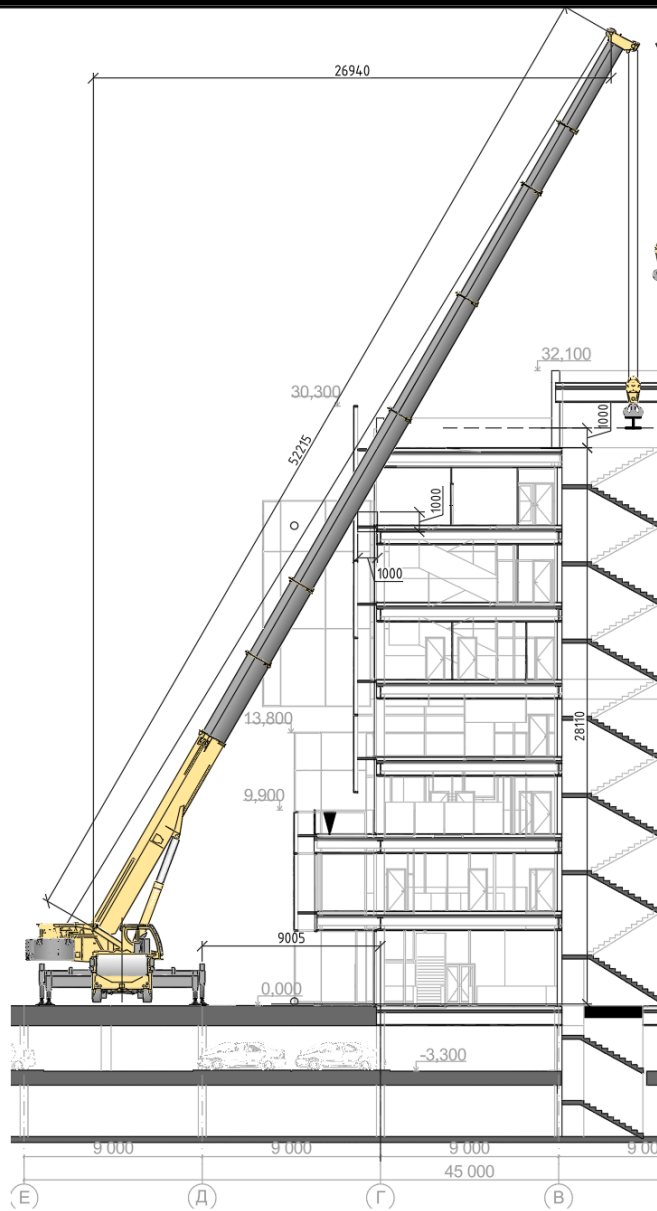


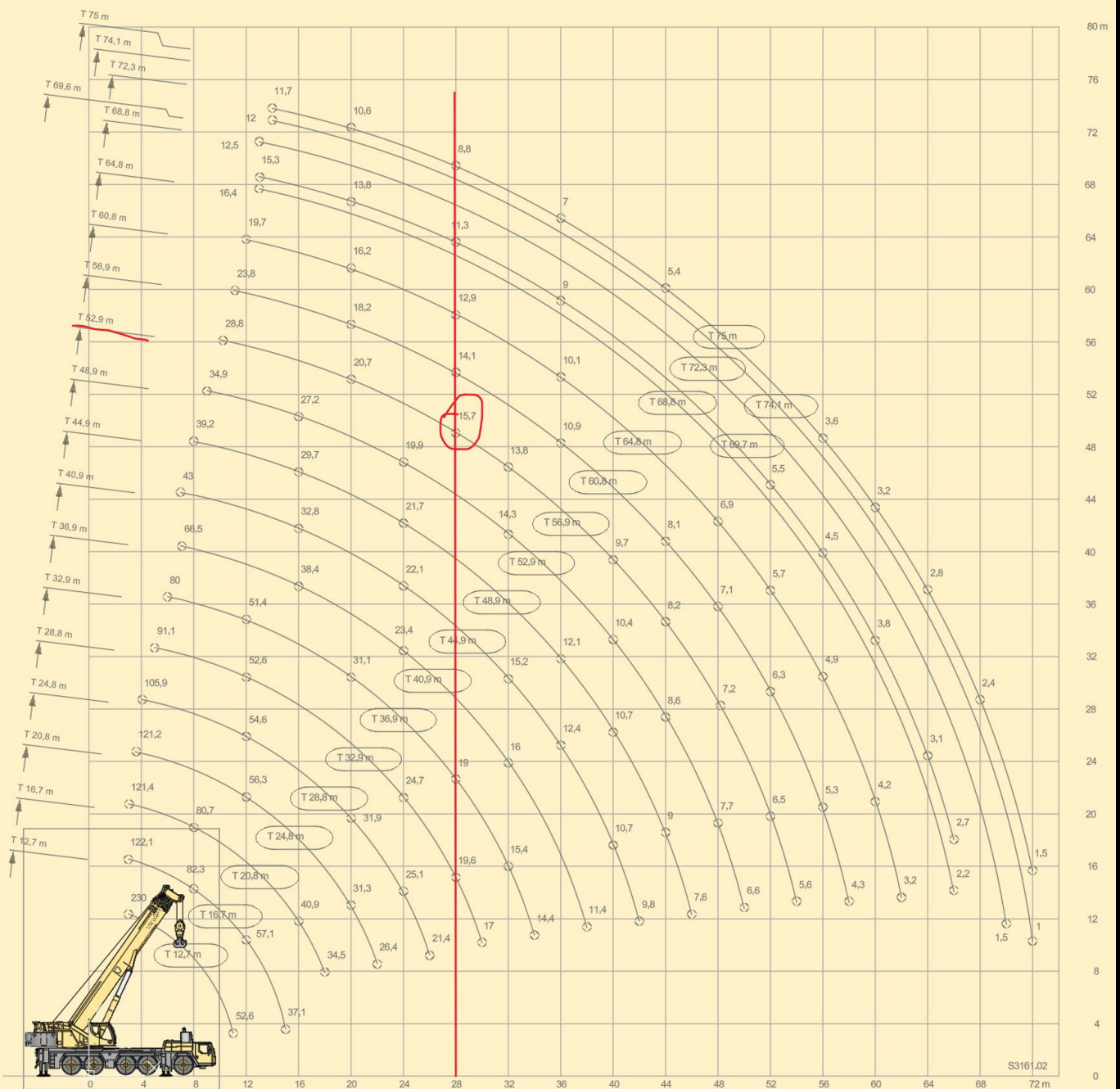
Рис.1. Підбір крану

Потрібна висота підйому стріли крану 28,10 м

Потрібний виліт стріли крану 26,95м

Потрібна довжина стріли крану 52,215 м

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат



Приймаю кран Liebherr LTM 1230

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис
			Дат

Технологія і організація будівництва

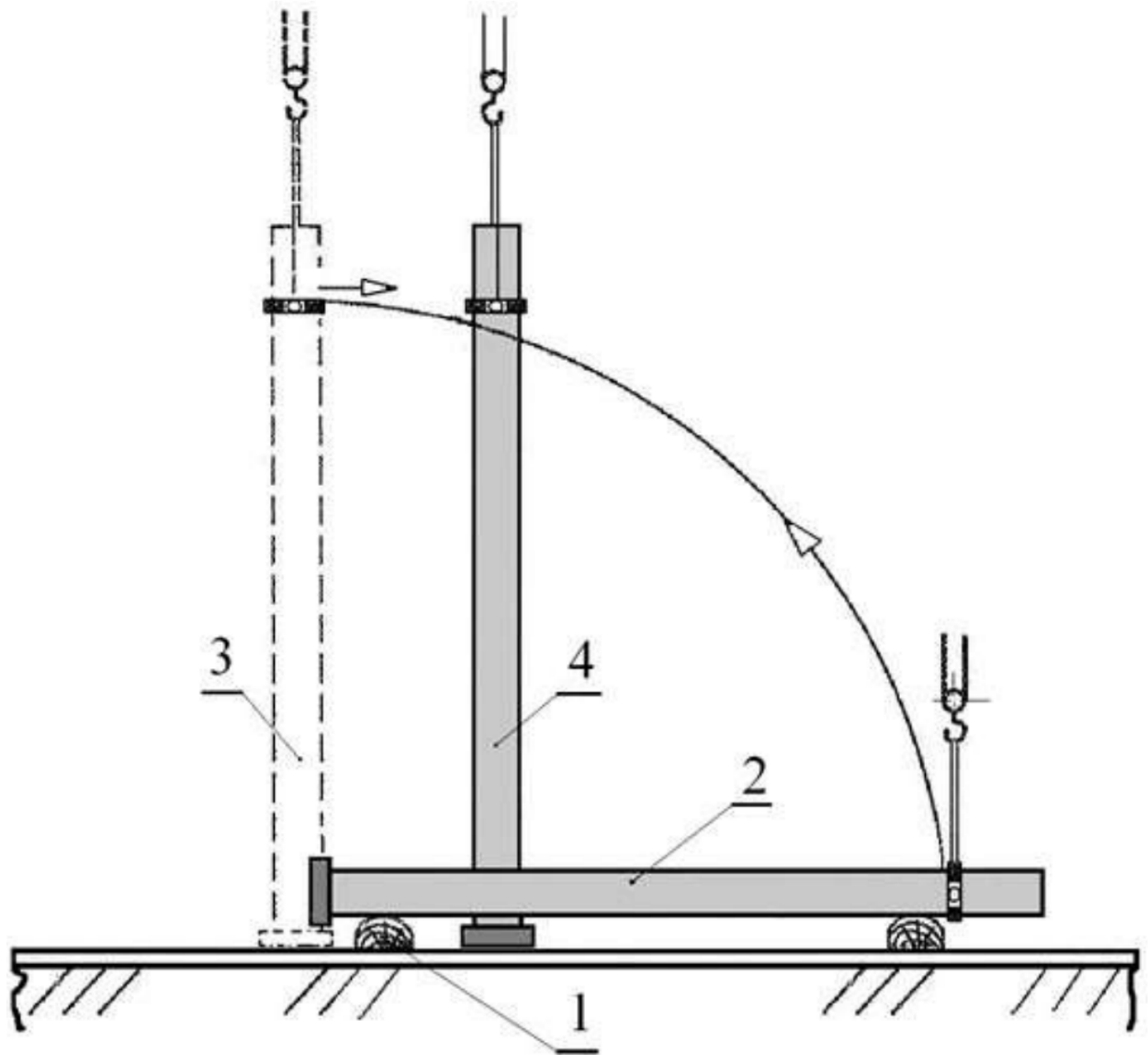
Арку

49

3. Технологія і організація будівельних процесів

3.1. Монтаж сталевих колон

Монтаж колон виконують по схемі, показаний на рис. 1



Перед монтажем колону на дерев'яні підкладки (1). Колону переводять монтажним краном із горизонтального (2) в вертикальне положення (3), а потім в проекте положення (4). Наведення колони в проектне положення виконують з мінімальною швидкістю.

Положення колони вивірюють відносно розбивочних вісей, перевіряють її вертикальність і висотну відмітку.

Тимчасове закріплення встановленої колони проводять з допомогою монтажної остнастки (підкосів, зв'язків, кондукторів), типорозмір який залежить від розмірів і конструкцій монтваної колони. Тимчасові закріплення колони розчалками показано

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

**Технологія і організація
будівництва**

Арку

50

на рис 2. Інертна розчалка з натяжним пристроєм (1) закріплена до колони (2) і до інвертному залізобетонному блоку (3) або до раніше змонтованому каркасу.

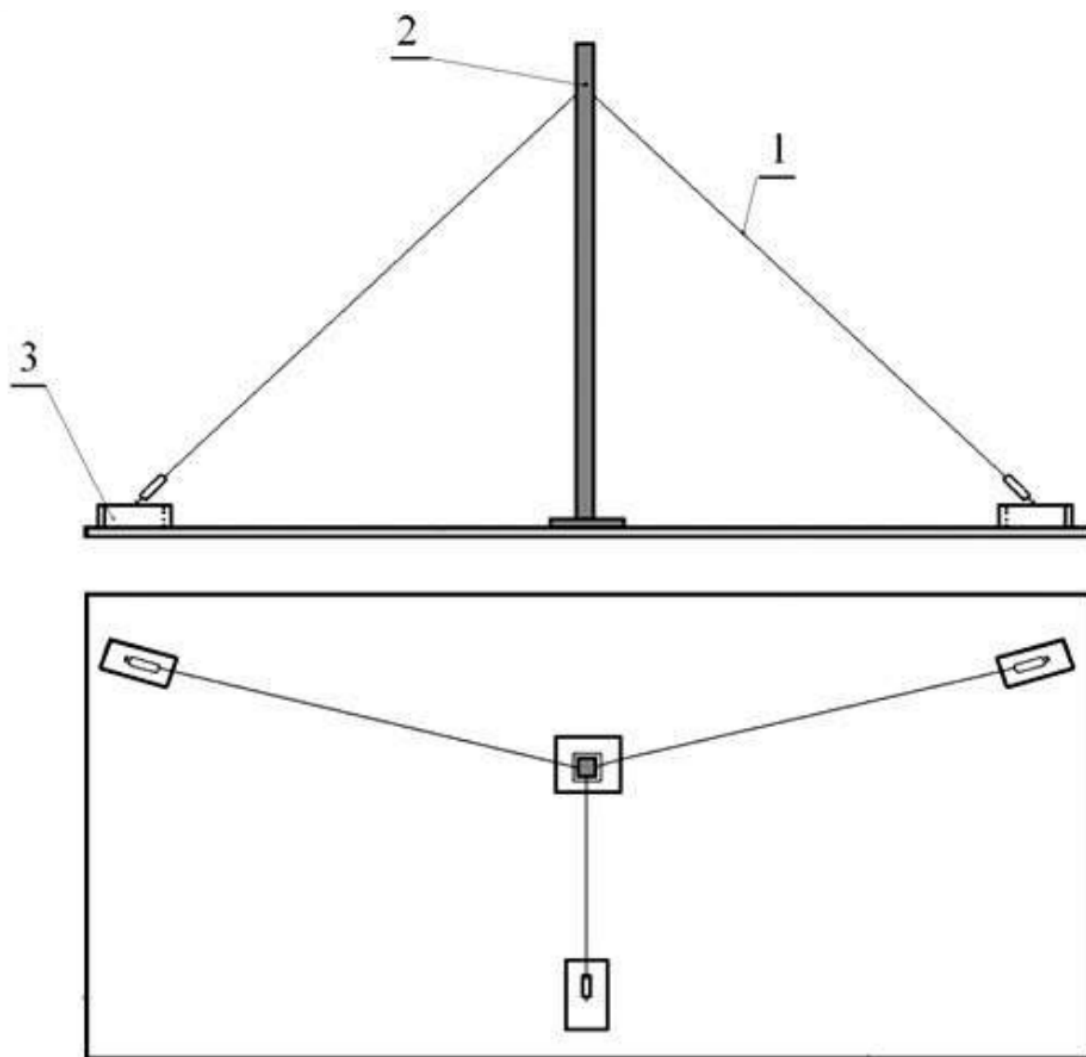


Рис.2. Тимчасове закріплення колони

Постійне закріплення колон, балок і прогонів зробити зварюванням згідно з проектом. Стропи можуть бути зняті з колони, балки, прогону після їх тимчасового закріплення. Монтажне оснащення зняти після постійного закріплення деталей каркаса за проектом.

3.2. Монтаж сталеві балки

До колон приставляють інвентарні засоби підмащування з майданчиками (монтажні драбини, пересувні підмостки, вишки тощо). За допомогою відтяжок проводиться підйом балки і наведення її в положення, близьке до проектного. Після цього монтажники піднімаються на майданчики засобів підмащування і встановлюють балку в проектне положення. Стрп балки при цьому може бути приспущений на 5-10 см. Здійснюється зварювання конструкцій згідно з проектом, після чого здійснюють розстроповку балки.

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Установку балок і колон у проєктне положення провести з першого разу. Стропування здійснювати стропами із замикаючими пристроями на гаках. Невикористані гілки стропа слід навішувати на сполучну ланку. Кут між гілками стропа не повинен перевищувати 90° . Гаки стропа мають бути спрямовані від центру ваги балок і колон. Під час стропування балок використовувати інвентарні прокладки, що запобігають перетиранню каната.

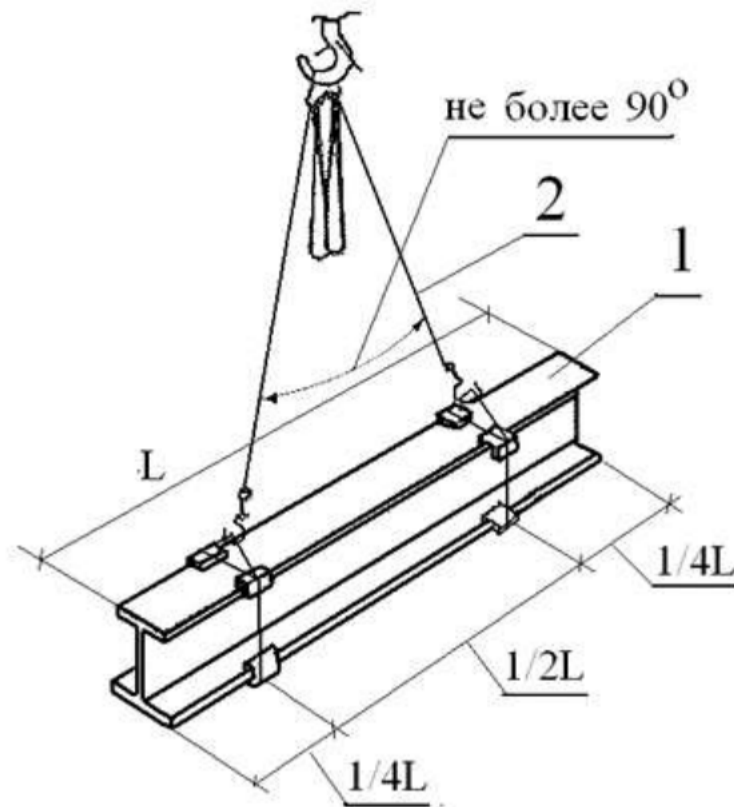


Рис.3. Стропування балки

Стропування балки (1) здійснювати стропом (2) типу 4СК1-2/2000 ГОСТ 25573-82. Під час стропування використовувати знімні вантажозахоплювальні пристрої, типорозміри яких застосувати з урахуванням конструкції та мас колон і балок.

4. Вимоги до якості виконання робіт

Усі монтажні процеси слід здійснювати, здійснюючи поопераційний контроль і дотримуючись нормативних правил.

Відхилення від проєктного положення встановлених сталевих ферм не повинні повинні перевищувати величин, наведених нижче

4.1. Контроль якості монтажних робіт

					Технологія і організація будівництва	Арку
						52
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Параметри	Граничні відхилення параметрів, мм	Контроль(метод, об'єм, вид реєстрації)	Засоби вимірювання
Відхилення від проектних відміток опорних поверхностей колон	5	Кожна колона	Нівелір
Різниця відміток опорних поверхонь колон	3	Кожна колона	Також
Зміщення осей колон щодо розбивочних осей в опорному перерізі, те саме - у верхньому перерізі	5 10	Кожна колона	Теодоліт Складний метр
Кривизна колони	0.0013 відстані між точками кріплення, але не більше 15	Кожна колона	Прогиномітер, нівелір
Відмітки опорних поверхностей балок, прогонів, ригелів	10	Кожна колона	Нівелір
Зміщення балок з осями	15	Кожна балка	Теодоліт, метр складний
Відстань між осями балок, та ригелів	15	Кожна балка	Рулетка
Відмітки опорних вузлів	10	Кожний вузол	Нівелір
Зміщення опорних вісей на	15	Кожний вузол, геодезична	також

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

**Технологія і організація
будівництва**

Арку

53

оголовках колон із площинних рам		виконавча схема	
Кривизна стиснутих ділянок	0.0013 відстані між точками кріплення, але не більше 15	Вимірювальний, кожний елемент, журнал робіт	Прогиномітер, нівелір
Відстань між осями ферм, балок, ригелів по верху	10	також	Нівелір
Зміщення осей нижнього і верхнього поясів ферм відносно друга друга в плані	0.004 висоти ферми	також	Нівелір
Відстань між прогонами	5	також	Складний метр
Відхилення від вертикалі встановленого елемента залізобетонного елемента при виості на опорі 2.5-4 м	12	Вимірювальний, журнал робіт	Нівелір
Зміщення від опори залізобетонних елементів в напрямленні перекриття при довжині елемента 8-16 м	8	також	також

4.2. Контроль якості зварювальних швів

Для приймання зварювальних робіт шви зварних з'єднань після закінчення зварювання очистити від шлаку, бризок і напливів металу. Непровари, напливи,

					Технологія і організація будівництва	Арку
						54
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

пропали, тріщини всіх видів, розмірів і розташування, оплавлення основного металу не допускаються.

Дефекти зварних швів, які необхідно враховувати під час оцінювання якості зварювальних робіт, наведені в табл.

Дефекти	Характеристики дефектів	Допустимі розміри дефектів
Газова площина	Максимальний розмір площини	Не більше 3мм
Пори	Частка сумарної площі пор Максимальний розмір пори	Не більше 1-4% 2мм
Шлакові включення	Максимальний розміри	2мм
Непровари	Відстань між непроварами	Не більше 2мм
Проміжок між зварюваними деталями	Максимальний розмір	2 мм
Підрізи	Глибина підрізу	Не більше 1 мм
Випуклість	Висота випуклості: - стиковий шов - кутовий шов	Не більше 5 мм 3 мм
Зменшення катета шва	Різниця в катетів	Не більше 1мм
Асиметрія кутового шва	Різниця в катетах кутового шва	Не більше 1,5мм
Увігнутість кореня шва, утяжка	Глибина утяжки	Не більше 0.5мм

Зварні шви з виявленими дефектами підлягають виправленню. Виправлення зварних швів проводити ручним дуговим зварюванням, електродами того ж типу діаметром 3 або 4 мм.

Зовнішні дефекти у вигляді неповномірних швів, підрізів і не заплавлених кратерів заварити з подальшим зачищенням. Ділянки з поверхневими порами, шлаковими

					Технологія і організація будівництва	Арку
						55
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

включеннями і несплавленнями попередньо обробити абразивним інструментом на глибину залягання, заварити і зачистити поверхню шва. Опіки поверхні основного металу від зварювальної дуги зачистити абразивним інструментом (наприклад, наждачним кругом) на глибину 0,5-0,7 мм.

У разі появи в металі шва тріщини необхідно припинити зварювання до встановлення причини тріщиноутворення. Зварювання дозволяється відновити після усунення тріщини і вжиття заходів щодо запобігання утворенню тріщин.

5. Потреба в матеріально-технічних ресурсах

Для монтажу сталевго каркаса потрібні матеріально-технічні ресурси: засоби механізації та технологічного оснащення, інструмент і пристосування. Потреба в основних ресурсах наведена в таблиці

Найменування	Тип	марка.	Кількість	Технічна характеристика
Монтажний кран	Пневмоколісний	Liebherr LTM 1230	2	Довжина стріли- 22 Виліт стріли-20 м Висота крюка- 21.9 м Вантажопідіймальність- 25 т
Спеціалізований транспорт	Тягач	МАЗ-504	2	
Інструмент	Монтажний лом		2	
	Нівелір		2	Точність -1 клас
	Теодоліт		2	Точність -1 клас
	Трансофрматор		1	Потужність -630 кВА
	МОЛОТОК		2	

					Технологія і організація будівництва	Арку
						56
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

	кувалда		2	
	зубило		2	
	напильник		2	
	рулетка		2	
	лінійка		2	
	рівень		2	
	кутник		2	
	Стропи		2	
	Молоток пневматичний		2	
	Машина ручна шліфувальна		2	
	Кромкоріз електричний		2	
	Єлектрозварювальн ий апарат	IGBT Dnipro-M M-18D	2	6.8 кВА
	Єлектродержателі		2	
	викрутка		2	
	Діелектричні плоскогубці		2	
	Щітка із дроту		2	
	Метр складний		2	
	циркуль		2	
	Сходи монтажні приставні		2	

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

**Технологія і організація
будівництва**

Арку

57

1.2 Техніко економічні показники проекту

№	Найменування	Одиниця виміру	Обсяг
1	Загальний обсяг монтажних робіт	т	130,52
2	Загальний обсяг монтажних робіт	мЗ	29800,00
3	Нормативна тривалість	дні	42,00
4	Проектована тривалість	дні	20,00
5	Скорочення терміну виконання робіт	дні	22,00
6	Трудоміскість виконання робіт		
7	нормативна	люд-змін	243,47
8	розрахункова	люд-змін	240
9	нормативна	маш-змін	32,55
10	розрахункова	маш-змін	36
11	Питома трудоміскість		
12	нормативна	люд/м2	1,314306948
13	розрахункова	люд/м2	1,333333333
14	продуктивність праці	%	101,4269789
15	Виробіток на 1 люд.зміну	мЗ	0,009261745

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

**Технологія і організація
будівництва**

Арку

59

ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Консультант Гусарова Л.В.//

Студент Простак О.Л.//

					<i>Економіка будівництва</i>	Арку
						60
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Кошторисна документація

Відповідно до обчислених вихідних даних об'ємно-планувальних рішень будівлі та наданих укрупнених показників за методикою, що викладено в чинних національних стандартах «Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва», визначаються кошторисні прямі витрати, загальновиробничі витрати та складаються локальні кошториси на:

- Загальнобудівельні роботи;
- Санітарно-технічні роботи;
- Електротехнічні роботи;
- Монтаж технологічного устаткування;
- Пусконаладжувальні роботи;
- Придбання устаткування, меблів та інвентарю.

У дипломній роботі розглядається семиповерхова офісна будівля зі сталевим каркасом. На сьогоднішній день основними рішеннями при будівництві багатоповерхових будівель є залізобетон або сталь. То ж чому інвесторам варто обрати саме сталевий каркас, та як він впливає на економічні показники будівлі?

Будівля зі сталевим каркасом буде швидше побудована, а отже і швидше здана в експлуатацію, отже інвестор зможе швидше отримувати прибуток. Це досягається за рахунок того, що на монтаж сталевих конструкцій менше впливають сезони року, та при правильній організації будівельного процесу можна скоротити терміни будівництва на 35%.

Застосування сталевих конструкцій дозволяє зменшити загальну вагу конструкцій, порівняно з залізобетонними, в свою чергу це дозволяє зменшити витрати на улаштування фундаменту, та обрати більш економічний варіант.

Використання сталі дозволяє втілити в життя найбільш оригінальні ідеї архітекторів, застосувавши при цьому менше ресурсів, аніж залізобетон, зокрема консолі, безколонні відкриті простори та інше.

Після завершення життєвого циклу будівлі зі сталевим каркасом її можна просто розібрати, переробити конструкції, та отримати «фінальний» прибуток від будівлі,

					Економіка будівництва	Арку
						61
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

або ж в окремих випадках можна взагалі розібрати та зібрати каркас в іншому, більш вигідному, місці.

Основні техніко-економічні показники проекту

1. Найменування будинку, місце його розташування:
Семиповерхова офісна будівля в м. Київ.
2. Характер будівництва:
Нове будівництво.
3. Кошторисна вартість будівництва – 309 015 тис. грн.
4. Вартість 1 м² площі – 22 253,2 грн.
5. Поверховість будівлі
Семиповерхова будівля висотою 32,1 м.
6. Загальна площа – 13886,32 м²
7. Корисна площа – 12497,69 м²
8. Розрахункова площа – 13886,32 м²
9. Будівельний об'єм будинку – 29800 м³
10. Площа забудови – 1983,76 м²

					Економіка будівництва	Арку
						62
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Офісна семиповерхова будівля
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01
на загальнобудівельні роботи з будівництва семиповерхової офісної будівлі
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Об'єм головного корпусу, куб.м	29800	Кошторисна вартість	85591	тис.грн.
Площа забудови об'єкта, кв.м	1983,76	Кошторисна трудомісткість	197	тис. люд.год
Загальна площа об'єкта, кв.м	13886,32	Кошторисна заробітна плата	23339	тис.грн.
Площа фасаду, кв.м	5928,12	Середній розряд робіт	4,5	

Складений в поточних цінах станом на " 01 " грудня, 2024 р.

№ ч.ч.	Об'єкт вання (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин		
					всього	експлуата ції машин	всього	заробітної плати	експлуата ції машин	тих, що обслуговують машини		
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати	на одиницю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	УПБ 1-2	<i>Підземна частина</i> Земляні роботи	100м2 площі забудови об'єкта	19,8376	215528	193976	4275567	427555	3848010	1282670	194,2	3852
					21553	64659					567,4	11058
2	УПБ 2-4	Влаштування фундаментів	100м2 площі забудови об'єкта	19,8376	951321	570792	18871920	4717980	#####	1887192	2142,6	42504
					237830	95132			820,1	16269		
3	УПБ 3-5	<i>Надземна частина</i> Каркас (колонни, діафрагми, ..)	100м2 площі забудови об'єкта	19,8376	258256	25826	5123186	1707729	512319	170773	775,5	15385
					86085	8609			74,2	1472		
4	УПБ 4-3	Влаштування перекриття	100м2 площі забудови об'єкта	19,8376	155814	15581	3090968	1030323	309097	103032	467,9	9282,2
					51938	5194			44,8	888,2		
5	УПБ 5.1-4	Зовнішні стіни і оздоблення фас	100м2 площі фасаду	59,2812	77294	15459	4582096	763683	918419	305473	116,1	6880,0
					12882	5153			44,4	2633,4		
6	УПБ 6-1	Заповнення віконних прорізів	100м2 площі фасаду	59,2812	156437	7822	9273792	1288027	463690	257605	195,7	11603,8
					21727	4345			37,5	2220,7		
7	УПБ 7-2	Влаштування перегородок	100м2 площі забудови об'єкта	19,8376	28314	1466	581517	290759	29076	9692	132,0	2619
					14657	489			4,2	84		
8	УПБ 8-1	Влаштування покрівлі	100м2 площі забудови об'єкта	19,8376	242604	12130	4812675	2005281	240634	80211	910,7	18066
					101085	4043			34,9	691		
9	УПБ 9-3	Оздоблювальні роботи (за визначеним типом)	100м2 площі забудови об'єкта	19,8376	337741	35661	4716212	3144142	707432	235811	1427,9	28326
					158494	11887			102,5	2032,9		
<i>Разом прями витрати, грн.</i>							55327934	15375477	18349828		138518	37349
в тому числі												
вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.							21602629					
всього заробітна плата							19707937					
<i>Загальновиробничі витрати разом, грн.</i>					Коеф.		10262761					
<i>у тому числі:</i>												
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд-год					0,12		21104					
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					172,04		3630731					
відрахування на державне соціальне страхування					0,2278		5316548					
решта статей загальновиробничих витрат					7,48		1315482					
<i>Всього кошторисна вартість робіт, грн.</i>							86680688					
<i>кошторисна трудомісткість, люд-год</i>							196971					
<i>кошторисна заробітна плата, грн.</i>							23338668					

Склав Простак О.Л.
Перевірила Гусарова Л.В.

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-02
на внутрішні санітарно-технічні роботи з будівництва семиповерхової офісної будівлі**

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта
інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 10439 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 24 тис. люд.год
Кошторисна заробітна плата 2783 тис.грн.
Середній розряд робіт 4,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на " 01 " грудня, 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати на заробітну плату, що обслуговують машини	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПС 1-2	Влаштування внутрішніх мереж опалення	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	33301 8325	1865 555	4624301	1156075	231215 77072	75,0 4,8	10415 664
2	УПС 2-2	Влаштування внутрішніх мереж вентиляції і кондиціонування	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	7484 1247	374 125	1038308	173218	51985 17322	11,2 1,1	1581 149
3	УПС 3-3	Влаштування внутрішніх мереж холодного і гарячого водопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	12488 3124	825 208	1735273	433818	88764 28921	28,1 1,8	3808 249
4	УПС 4-3	Влаштування внутрішніх мереж каналізації	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	8231 2058	412 137	1142929	285732	57148 19049	18,5 1,2	2574,2 164,2
5	УПС 5-3	Влаштування внутрішніх мереж газопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	5012 1253	251 84	695965	173991	34798 11599	11,3 0,7	1567,5 100,0
Разом прями витрати , грн.							9237775	2222835	481888 153963		20028 1327
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн. всього заробітна плата							6553052 2376798				
Загальноновиробничі витрати разом, грн.					Коеф.		1200793				
У тому числі:											
трудомісткість у загальноновиробничих витратах, люд-год					0,105		2242				
заробітна плата у загальноновиробничих витратах, грн.					172,04		385721				
відрахування на державне соціальне страхування					0,2278		629302				
решта статей загальноновиробничих витрат					8,7		185769				
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							10438568				
кошторисна трудомісткість, люд-год							23595				
кошторисна заробітна плата, грн.							2762519				

Склав Простак О.Л.
Перевірила Гусарова Л.В.

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Економіка будівництва

Арку

64

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-03
на внутрішні електромонтажні роботи з будівництва семипверхової офісної будівлі
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта
інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 17742 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 66 тис.люд.год-тис.грн.
Кошторисна заробітна плата 7888 тис.грн.
Середній розряд робіт 5,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на " 01 " грудня, 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатац ії машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПЕ 1-3	Прокладання внутрішніх мереж електропостачання і електроосвітлення	100м2 загальної площі об'єкта	138,8932	55153 28955	2758 1930	7658708	4020822	382935 268055	254,0 16,4	35270 2272
2	УПЕ 2-4	Встановлення електросвітловальних приладів та електрофурнітури	100м2 загальної площі об'єкта	138,8932	19914 2157	398 173	2765301	299574	55306 23966	18,9 1,5	2628 203
3	УПЕ 3-3	Прокладання слабострумних мереж (зв'язок, телемережі)	100м2 загальної площі об'єкта	138,8932	8524 4475	426 298	1183656	621419	59183 41428	39,3 2,5	5451 351
4	УПЕ 4-3	Прокладання мереж пожежної сигналізації і відеонаглядження	100м2 загальної площі об'єкта	138,8932	20871 10852	1034 723	2870469	1509996	143523 100466	95,2 6,1	13219,3 851,4
		Разом прями витрати , грн.					14478134	6448812	640048 433915		56569 3677
		в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн. всього заробітна плата					7388375 6882727				60248
		Загальноновиробничі витрати разом, грн.		Коеф.			3263766				
		у тому числі:									
		трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд-год		0,097			5844				
		заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.		172,04			1005374				
		вдрахування на державне соціальне страхування		0,2278			1796909				
		решта статей загальноновиробничих витратах		7,66			461483				
		Всього кошторисна вартість робіт, грн.					17741900				
		кошторисна трудомісткість, люд-год					66090				
		кошторисна заробітна плата, грн.					7888101				

Склав Простак О.П.
Перевірила Гусарова Л.В.

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Економіка будівництва

Арку

65

Офісна семиповерхова будівля
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-04
на монтаж устаткування з будівництва семиповерхової офісної будівлі
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта
інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 1895 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 10 тис люд.год
Кошторисна заробітна плата 1142 тис.грн.
Середній розряд робіт 4,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "01" грудня 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин тих, що обслуговують машини		
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	УПМП 1-4	Монтаж технологічного устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	9734 4887	3894 1947	1351719	675859	540887 270344	43,5 16,6	6034 2311	
2	УПМП 2-4	Монтаж виробничого устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	757 379	303 151	105168	52584	42067 21034	3,4 1,3	470 180	
Разом прями витрати , грн.							1456887	728443	582755 291377		6504 2490	
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.							1456889					
всього заробітна плата							1019821					8994
Загальновиробничі витрати разом, грн.							438441					
у тому числі:												
трудомісткість у загальновиробничих витратах, люд-год							0,079		711			
заробітна плата у загальновиробничих витратах, грн.							172,04		122244			
відрахування на державне соціальне страхування							0,2278		260162			
решта статей загальновиробничих витрат							6,23		56035			
Всього кошторисна вартість робіт, грн.									1895328			
Кошторисна трудомісткість, люд-год									9705			
Кошторисна заробітна плата, грн.									1142065			

Склав Простак О.Л.
Перевірила Гусарова Л.В.

л-роки 4,81

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Економіка будівництва

Арку

66

Офісна семиповерхова будівля
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на пусконалагоджувальні роботи № 02-01-05
з будівництва семиповерхової офісної будівлі

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі,
споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість, тис.грн. 2741
Кошторисна трудомісткість, тис.люд.год. 17,5
Кошторисна заробітна плата, тис.грн. 2144

Складений в поточних цінах станом на " 01 " грудня 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норм)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн	Витрати труда пусконалагоджувального персоналу, люд.год.	
							на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	УПМП 3-2	Пусконалагоджувальні роботи	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	13699	1902304	116	16121
<i>Разом прями витрати</i>						1902304		
в тому числі								
Заробітна плата						1902304		
<i>Загальновиробничі витрати разом, грн</i>								
У тому числі:						Коеф.		
трудомісткість у загальновиробничих витратах						0,087	1403	
заробітна плата у загальновиробничих витратах						172,04	241294	
відрахування на державне соціальне страхування						0,2278	488312	
решта статей загальновиробничих витрат						6,74	108657	
Всього по кошторису							2740567	
Кошторисна трудомісткість							17524	
Кошторисна заробітна плата							2143598	

Склав Простак О.Л.
Перевірила Гусарова Л.В.

					Економіка будівництва	Арку
						67
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Офісна семиповерхова будівля
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на придбання устаткування, меблів та інвентарю № 02-01-06

Семиповерхова офісна будівля
(вид устаткування, меблів, інвентарю і робіт, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 35758,4 тис.грн.

Складений в поточних цінах станом на "01" грудня 2024 р.

№ ч.ч.	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування устаткування, меблів та інвентарю	Кількість	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	УПО 1-1	Технологічне устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	41818	5806926
2	УПО 2-1	Виробниче устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	186620	25914643
3	УПО 3-1	Технічні засоби інформаційних технологій	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	15420	2141304
4	УПО 4-1	Меблі	100м2 загальної площі об'єкта	138,8632	3920	544399
		Разом, грн.				34407272
		Транспортні витрати на устаткування (3%)				1032218
		Заготівельно-складські витрати (0,9%)				318955
		Всього кошторисна вартість, грн.				35758446

Склав Простак О.Л.
Перевірила Гусарова Л.В.

					Економіка будівництва	Арку
						68
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Офісна семиповерхова будівля
(найменування об'єкта будівництва)

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 02-01

на будівництво семиповерхової офісної будівлі

(найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість	134166	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	313,9	тис.люд.год
Кошторисна заробітна плата	37275	тис.грн.
Вимірник одиничної вартості	4502	грн./куб.м
Вимірник одиничної вартості	9662	грн./кв.м

Складений в поточних цінах станом на " 01 " грудня 2024 р.

№ ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудомісткість, тис.люд.год	Кошторисна заробітна плата тис.грн.	одиничної вартості, грн/куб.м
			будівельних робіт них робіт	устаткування, меблів та інвентарю	Всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2-1-1	Будівельні роботи	65591		65591	197	23339	2201
2	2-1-2	Внутрішні санітарно-технічні роботи	10439		10439	24	2763	5262
3	2-1-3	Внутрішні електромонтажні роботи	17742		17742	66	7888	1278
4	2-1-4	Монтаж устаткування	1895		1895	10	1142	320
5	2-1-5	Пусконаладжувальні роботи	2741		2741	18	2144	92
6	2-1-6	Придбання устаткування, меблів та інвентарю		35758	35758			1200
		Всього по кошторису	98407	35758	134166	314	37275	10033

Склав Простак О.Л.
Перевірила Гусарова Л.В.

					Економіка будівництва	Арку
						69
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Довжина, м

300

Ширина, м

200

Площа забудови, кв.м

60000

Периметр забудови

1000

**Розрахунки до глав 1,3 - 7 зведеного кошторисного розрахунку
з будівництва семиповерхової офісної будівлі**

Глави і витрати	Один. виміру обсягу робіт	Кількість	Одиниця виміру вартості робіт	Вартість одиниці, тис.грн.	Загальна вартість, тис.грн.
Глава 1 Підготовка території будівництва					
Відведення земельної ділянки, виготовлення землепорядої документа	100 кв.м ділянки	600	тис.грн./100 кв.м	3,14	1882
Створення геодезичної мережі для будівництва	100 кв.м ділянки	600	тис.грн./100 кв.м	0,29	176
Освоєння і інженерна підготовка території будівництва	100 кв.м ділянки	600	тис.грн./100 кв.м	3,94	2362
Разом					4420
Глава 3 Об'єкти підсобного і обслуговувального призначення					
Адміністративно-побутові приміщення	100 кв.м заг. пл. об'єкта	19,8376	тис.грн./100 кв.м	12,25	243
Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естакади, лабораторії, тощо)	100 кв.м заг. пл. об'єкта	138,8632	тис.грн./100 кв.м	21,24	2949
Господарські будівлі і приміщення (приміщення охорони, прохідні, сміттєзбиральники)	100 кв.м заг. пл. об'єкта	138,8632	тис.грн./100 кв.м	8,41	1168
Разом					4360
Глава 4 Об'єкти енергетичного господарства					
Трансформаторна підстанція	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	2482,92	2483
Лінії електропостачання	км	2	тис.грн./км	1368,06	2736
Разом					5219
Глава 5 Об'єкти транспортного господарства і зв'язку					
Автомобільні під'їзні та внутрішні шляхи	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	2752,12	2752
Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	804,50	804
Паркінги, автостоянки	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	2046,78	2047
Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	1312,35	1312
Разом					6916
Глава 6 Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, тепlopостачання та газопостачання					
Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	км	1	тис.грн./км	336,50	337
Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	км	1	тис.грн./км	555,39	555
Зовнішні мережі тепlopостачання, бойлерні, котельні	км	1	тис.грн./км	915,58	916
Зовнішні мережі газопостачання	км	2,5	тис.грн./км	759,58	1899
Разом					3706
Глава 7 Благоустрій та озеленення території					
Огорожа території	100 м.п.	10	т.грн./м.п.	197,65	1977
Озеленення, малі архітектурні форми	100 кв.м ділянки	600	тис.грн./100 кв.м ділянки	0,44	265
Зовнішнє освітлення	100 кв.м ділянки	600	тис.грн./100 кв.м ділянки	1,49	892
Пішохідні алеї та дорожки	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	560,29	560
Спортивні та ігрові майданчики	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	359,37	359
Разом					4053

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Економіка будівництва

Арку

70

Зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта будівництва

Семиповерхова офісна будівля

(найменування об'єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на "_01_"_ грудня_ 2024 р.

№ ч.ч.	Номери кошторисів	Найменування глав, будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис. грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
		Глава 1				
		Підготовка території будівництва				
	КНУ п.3.32	Відведення земельної ділянки	0	0	1882	1882
	КНУ п.3.32	Розбивка осей			176	176
	КНУ п.3.32	Інженерна підготовка території	2362	0	0	2362
		Разом по главі 1	2362	0	2058	4420
		Глава 2				
		Об'єкти основного призначення				
	№ 02-01	Семиповерхова офісна будівля	98407	35758	0	134166
		Разом по главі 2	98407	35758	0	134166
		Глава 3	0,733	0,267		
		Об'єкти підсобного та обслуговуючого призначення				
	КНУ п.3.34	Адміністративно-побутові приміщення	158,0	85,1		243,0
	КНУ п.3.34	Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естакади, ла	1916,7	1032,1		2948,8
	КНУ п.3.34	Господарські будівлі і приміщення (приміщення охорони, прохідні, сміттєзбир	759,3	408,9		1168,2
		Разом по главі 3	2834,0	1526,0		4360,1
		Глава 4				
		Об'єкти енергетичного господарства				
	КНУ п.3.35	Трансформаторна підстанція	1241,5	1241,5		2482,9
	КНУ п.3.35	Лінії електропостачання	1368,1	1368,1		2736,1
		Разом по главі 4	2609,5	2609,5		5219,0
		Глава 5				
		Об'єкти транспортного господарства і зв'язку				
	КНУ п.3.35	Автомобільні під'їзди та внутрішні шляхи	2421,9	330,3		2752,1
	КНУ п.3.35	Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	708,0	96,5		804,5
	КНУ п.3.35	Паркінги, автостоянки	1801,2	245,6		2046,8
	КНУ п.3.35	Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	1154,9	157,5		1312,4
		Разом по главі 5	6085,9	829,9		6915,7
		Глава 6				
		Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації,				
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	185,1	151,4		336,5
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	305,5	249,9		555,4
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі теплопостачання, бойлерні, котельні	503,6	412,0		915,6
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі газопостачання	1044,4	854,5		1898,9
		Разом по главі 6	2038,5	1667,9		3706,4
		Глава 7				
		Благоустрій і озеленення території				
	КНУ п.3.35	Огорожа території	1976,5			1976,5
	КНУ п.3.35	Озеленення, малі архітектурні форми	264,6			264,6
	КНУ п.3.35	Зовнішнє освітлення	891,9			891,9
	КНУ п.3.35	Пішохідні алеї та дорожки	560,3			560,3
	КНУ п.3.35	Спортивні та ігрові майданчики	359,4			359,4
		Разом по главі 7	4052,7			4053
		Разом по главах 1-7	118389,8	42391,8	2058,2	162840
		Глава 8				
		Тимчасові будівлі і споруди				
	КНУ п.3.36	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення	2605			2605
		Разом по главі 8	2605			2605
		Разом по главах 1-8	120994		2058	123053
		Глава 9				
		Кошти на інші роботи та витрати				
	КНУ п.3.37	Зимове подорожчання	847		85	932
	КНУ п.3.37	Інші витрати			984	984
		Разом по главі 9	847		1069	1916
		Разом по главах 1-9	121841	42392	2143	166376
		Глава 10				
		Утримання служби замовника				
	КНУ п.3.38	Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд)			4159	4159
		Кошти на формування страхового фонду документації			73	73

Економіка будівництва

Арку

71

Зм. Арку № докум. Підпис Дат

	Кошти на проведення процедури закупівлі			333	333
	Кошти на послуги, пов'язані з підготовкою будівництва та введенням об'єкта в експлуатацію			666	666
	Разом по главі 10			5231	5231
КНУ п.3.38	Глава 11				
	Підготовка експлуатаційних кадрів			1331	1331
	Разом по главі 11			1331	1331
КНУ п.3.38	Глава 12				
	Проектно-вишукувальні роботи та авторський нагляд				
	Вартість проектно-вишукувальних робіт			5544	5544
	Вартість експертизи проектної документації			146	146
	Кошти на здійснення авторського нагляду			166	166
	Разом по главі 12			5856	5856
	Разом по главах 1-12	121841	42392	14561	178794
		0,6815	0,2371	0,0814	1,0000
КНУ п.4.38, дод.25	Кошторисний прибуток (П)	7310			7310
КНУ п.4.39, дод.27	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)			3328	3328
КНУ п.4.40, дод.28	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р)	10357	3603	1238	15197
КНУ п.4.41-4.43	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)	39233	13650		52883
	РАЗОМ	178741	59645	19126	257513
	Податок на додану вартість			51503	51503
	Всього по зведеному кошторисному розрахунку	178741	59645	70629	309015
КНУ п.3.39	Зворотні суми				391

0,578 0,193 0,229 1
будівельні рк Устаткування інші витрати

Керівник проектної організації _____

Головний інженер проекту _____
(Головний архітектор проекту) [підпис (ініціали, прізвище)]

Керівник _____ відділу _____
(найменування) [підпис (ініціали, прізвище)]

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Економіка будівництва

Арку

72

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Консультант

Білик С.І.

Студент

Простак О.Л.

					<i>Науково-дослідна частина</i>	Арку
						73
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

НАУКОВА ЧАСТИНА

Тема

Використання високоміцних сталей в будівництві.

Актуальність теми

У наш час прогрес не стоїть на місці, тим більше в сфері будівництва. Кожного року на ринку будівельних матеріалів з'являються нові матеріали, або ж знаходять нове застосування старі. Будівельні технології постійно удосконалюються, з'являються нові механізми, машини, прилади, які мають на меті полегшити роботу людей та пришвидшити темпи будівництва, дозволяючи людям швидше заселитися в нову квартиру, або ж поїхати за покупками в новий супермаркет. Але серед всього цього незмінним залишається одне – бажання замовника здешевити та зробити більш ефективним процес будівництва та отримати кращий за характеристиками продукт. В свою чергу на сьогодні для цього існують три основні групи методів:

1. Архітектурно-планувальні (використання горизонтального та вертикального компонування будівлі);
2. Конструктивні (уточнення конструктивної схеми, сталізобетонні конструкції, сталі підвищеної міцності, тощо);
3. Організаційно-технічні (розбиття на відправні марки, оптимізація виробничих процесів, раціональне паралелення процесів, тощо);

У своїй дипломній роботі я пропоную розглянути один з цих методів, а саме використання сталей підвищеної міцності. Високоміцні сталі вже давно використовуються при будівництві, зокрема через те що дозволяє знизити металоємність, використовуючи менші перерізи конструкцій (балки, колони, тощо). Також це допомагає подовжити термін експлуатації, скоротити терміни реалізації об'єктів.

Для будівництва в основному застосовується високоміцна загартована сталь. Ключовими особливостями цієї сталі є низький вуглецевий еквівалент, високий рівень міцності та ударної в'язкості.

Також, на мою думку, використання високоміцних сталей несе також додаткові переваги при будівництві та подальшій експлуатації, зокрема:

- **Дешевша логістика.** Через меншу загальну вагу конструкцій для їх транспортування буде використано менше машин, отже витрати на логістику знизяться;
- **Швидший монтаж конструкцій.** Через те що загальна вага конструкції менша, для її розвантаження на об'єкті на подальшого монтажу потрібно буде менше часу, та буде використано менше людино-годин машин та механізмів, необхідних для розвантаження конструкцій та їх подальшого монтажу.

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Науково-дослідна частина

Арку

74

- **Менше оздоблювальних матеріалів.** Через менші перерізи геометричні розміри будівлі дещо зменшаться, отже для облицювання фасаду потрібно буде менше матеріалу, а з огляду на те що будівля має 7 наземних поверхів, загальна цифра може бути більша ніж здається на перший погляд;
- **Швидша та дешевша обробка конструкцій.** Через зменшення перерізів на їхню обробку (грунтування, фарбування, нанесення вогнезахисних сумішей) потрібно буде менше часу та ресурсів;
- **Архітектурні переваги.** Завдяки використанню балок меншого перерізу можна буде збільшити корисний об'єм приміщень, завдяки чому офісні приміщення виглядатимуть більш просторими.

Мета роботи

Метою наукової роботи є розрахунок металевого каркасу офісної будівлі з використанням звичайних та високоміцних сталей, та подальше порівняння отриманих результатів, для того аби визначити який з варіантів є більш ефективним з економічної та виробничої сторони.

Задачі дослідження

- Використання сучасних програмних комплексів для пришвидшення розрахунку металевих конструкцій.
- Підбір оптимальних перерізів та подальший уточнюючий розрахунок.
- Порівняння підібраних перерізів зі звичайної та високоміцної сталі.
- Вибір найбільш оптимального варіанту.

Наукова новизна

Як правило при пошуку в інтернеті ми отримуємо «сухі» цифри, наскільки високоміцна сталь дорожча за звичайну, та на скільки більше має несучої здатності. У цій дипломній роботі я хочу показати два варіанта металевого каркасу, аби наочно можна було проаналізувати та порівняти їх між собою.

Об'єкт дослідження

Семиповерхова офісна будівля в м. Київ з підземним поверхом-сховищем.

Предмет дослідження

Розрахунок металевого каркасу будівлі, підбір найбільш оптимальних перерізів які будуть забезпечувати максимальний відсоток несучої здатності.

Методи дослідження

Дослідження буде проводитись за допомогою сучасного програмного комплексу ПК ЛІРА-САПР, в якому буде виконаний підбір та перевірка перерізів. Потім на основі отриманих даних будуть розроблені креслення, складена загальна специфікація на всі елементи металевого каркасу, підрахована загальна вага каркасу.

					Науково-дослідна частина	Арку
						75
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Практичне значення отриманих результатів роботи

Практичне значення полягає в тому що:

- Будуть розраховані два варіанти металевго каркасу будівлі – зі звичайної сталі, та з високоміцної сталі.
- Буде проведений аналіз обох варіантів та вибір найбільш доцільного.

Особистий внесок автора

В дипломній роботі представлена самостійна побудова то розрахунок двох варіантів металевго каркасу семиповерхової офісної будівлі.

					Науково-дослідна частина	Арку
						76
<i>Зм.</i>	<i>Арку</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для розрахунку металевого каркасу та підбору перерізів я буду використовувати створену модель в ПК «ЛІРА-САПР», змінивши марки сталі для колон та головних балок. Для нового розрахунку буду використовувати сталь 09Г2С, оскільки це одна з найрозповсюдженіших високоміцних сталей. За оцінками спеціалістів на цю сталь припадає більше половини випуску всіх спецсталей в Україні, або ж близько 5-10% загального обсягу металопрокату.

Параметри	
Номер	1
Коментар	Головні балки, консолі
Набір параметрів	Універсальний
Переріз	
Таблиця матеріалів	Марки сталі по Снп...
Матеріал	09Г2С
Скорочений сортамент	Ні

Матеріал для головних балок

Параметри	
Номер	2
Коментар	Колони
Набір параметрів	Універсальний
Переріз	
Таблиця матеріалів	Марки сталі по Снп...
Матеріал	09Г2С
Скорочений сортамент	Ні

Матеріал для колон

Оскільки колони та головні балки запроектовані зі зварних двотаврів, отже і надалі будемо також підбирати зварні двотаври.

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Науково-дослідна частина

Арку

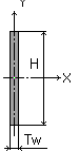
77

Розрахунок головної балки покриття

Головна балка покриття запроектована зі зварного двотаврового перерізу. Стінка двотавру – лист 660x8 мм., пояси – лист 240x16 мм. Вага одного метру двотавру звареного з таких листів дорівнює 101,69 кг. Попередньо зменшимо цей переріз на 50 мм та подивимось на результати підбору. Для попереднього розрахунку та підбору використовуємо доволі широкий набір перерізів, аби отримати більш точне значення після першого розрахунку.

Пояс головної балки покриття:

PC-САПР - DSTU_8540_2015_пояс_ГБп_Н_

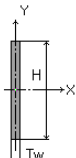


Найменування	H, мм	Tw, мм	A, см ²	Wt, кг/м	I _x , см ⁴	I _y , см ⁴	J, см ⁴	S, см ³	S _y , см ³	Z _x , см ³	Z _y , см ³	C _w , см ⁶	A _u , см ²	A _v , см ²	Перим, см	Гр AS	Модель *.KCC
220 x 14	220	14	30,8	24,17	1242	5,031	19,39	84,7	5,39	169,4	10,78	199,2	2,387	25,67	46,8	1	
220 x 16	220	16	35,2	27,62	1420	7,509	28,78	96,8	7,04	193,6	14,08	295,7	3,519	29,33	47,2	1	
220 x 3	220	3	6,6	5,179	266,2	0,0495	0,1971	18,15	0,2475	36,3	0,495	1,995	0,02...	5,5	44,6	1	
220 x 4	220	4	8,8	6,905	354,9	0,1173	0,4658	24,2	0,44	48,4	0,88	4,725	0,05...	7,333	44,8	1	
220 x 5	220	5	11	8,631	443,7	0,2292	0,9072	30,25	0,6875	60,5	1,375	9,221	0,1094	9,167	45	1	
220 x 6	220	6	13,2	10,36	532,4	0,396	1,563	36,3	0,99	72,6	1,98	15,92	0,1897	11	45,2	1	
220 x 8	220	8	17,6	13,81	709,9	0,9387	3,683	48,4	1,76	96,8	3,52	37,63	0,4513	14,67	45,6	1	
230 x 18	230	18	41,4	32,49	1825	11,18	42,69	119	9,315	238,1	18,63	479,4	4,748	34,5	49,6	1	
230 x 20	230	20	46	36,1	2028	15,33	58,22	132,3	11,5	264,5	23	653,4	6,401	38,34	50	1	
230 x 22	230	22	50,6	39,7	2231	20,41	76,78	145,5	13,91	290,9	27,83	863,8	8,381	42,17	50,4	1	
230 x 10	230	10	23	18,05	1014	1,917	7,487	66,13	2,875	132,3	5,75	83,76	0,843	19,17	48	1	
230 x 12	230	12	27,6	21,66	1217	3,312	12,86	79,35	4,14	158,7	8,28	144,2	1,452	23	48,4	1	
230 x 14	230	14	32,2	25,27	1419	5,259	20,31	92,58	5,635	185,2	11,27	228	2,29	26,83	48,8	1	
230 x 16	230	16	36,8	28,88	1622	7,851	30,15	105,8	7,36	211,6	14,72	338,6	3,382	30,67	49,2	1	
230 x 3	230	3	6,9	5,414	304,2	0,05...	0,2061	19,84	0,2587	39,67	0,5175	2,279	0,02...	5,75	46,6	1	
230 x 4	230	4	9,2	7,219	405,6	0,1227	0,4872	26,45	0,46	52,9	0,92	5,4	0,05...	7,667	46,8	1	
230 x 5	230	5	11,5	9,024	507	0,2396	0,949	33,06	0,7188	66,13	1,438	10,54	0,1046	9,583	47	1	
230 x 6	230	6	13,8	10,83	608,4	0,414	1,635	39,67	1,035	79,35	2,07	18,19	0,1813	11,5	47,2	1	
230 x 8	230	8	18,4	14,44	811,1	0,9813	3,855	52,9	1,84	105,8	3,68	43,02	0,4315	15,33	47,6	1	
240 x 18	240	18	43,2	33,9	2074	11,66	44,63	129,6	9,72	259,2	19,44	545,8	4,577	36	51,6	1	
240 x 20	240	20	48	37,66	2304	16	60,9	144	12	288	24	744,4	6,181	40	52	1	
240 x 22	240	22	52,8	41,43	2534	21,3	80,33	158,4	14,52	316,8	29,04	984,6	8,111	44	52,4	1	
240 x 10	240	10	24	18,83	1152	2	7,822	72	3	144	6	95,23	0,8081	20	50	1	
240 x 12	240	12	28,8	22,6	1382	3,456	13,44	86,4	4,32	172,8	8,64	164	1,393	24	50,4	1	

Відсотуйте профілі перед збереженням. Підбір профілів в програмі СТК-САПР йде від першого рядка таблиці вниз

Стінка головної балки покриття:

PC-САПР - DSTU_8540_2015_стінка_ГБп_Н_



Найменування	H, мм	Tw, мм	A, см ²	Wt, кг/м	I _x , см ⁴	I _y , см ⁴	J, см ⁴	S, см ³	S _y , см ³	Z _x , см ³	Z _y , см ³	C _w , см ⁶	A _u , см ²	A _v , см ²	Перим, см	Гр AS	Модель *.KCC
550 x 8	550	8	44	34,53	11090	2,347	9,337	302,5	4,4	605	8,8	591	0,1778	36,67	111,6	1	
560 x 8	560	8	44,8	35,15	11710	2,389	9,508	313,6	4,48	627,2	8,96	623,8	0,1746	37,33	113,6	1	
570 x 8	570	8	45,6	35,78	12350	2,432	9,68	324,9	4,56	649,8	9,12	657,9	0,1714	38	115,6	1	
580 x 8	580	8	46,4	36,41	13010	2,475	9,851	336,4	4,64	672,8	9,28	693,1	0,1684	38,67	117,6	1	
590 x 8	590	8	47,2	37,04	13690	2,517	10,02	348,1	4,72	696,2	9,44	729,6	0,1655	39,33	119,6	1	
600 x 8	600	8	48	37,66	14400	2,56	10,19	360	4,8	720	9,6	767,4	0,1627	40	121,6	1	
610 x 8	610	8	48,8	38,29	15130	2,603	10,37	372,1	4,88	744,2	9,76	806,4	0,16	40,67	123,6	1	
620 x 8	620	8	49,6	38,92	15890	2,645	10,54	384,4	4,96	768,8	9,92	846,7	0,1574	41,33	125,6	1	
630 x 8	630	8	50,4	39,55	16670	2,688	10,71	396,9	5,04	793,8	10,08	888,4	0,1548	42	127,6	1	
640 x 8	640	8	51,2	40,18	17480	2,731	10,88	409,6	5,12	819,2	10,24	931,4	0,1524	42,67	129,6	1	
650 x 8	650	8	52	40,8	18310	2,773	11,05	422,5	5,2	845	10,4	975,7	0,15	43,33	131,6	1	
660 x 8	660	8	52,8	41,43	19170	2,816	11,22	435,6	5,28	871,2	10,56	1021	0,1477	44	133,6	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Науково-дослідна частина

Арку

78

Результат підбору:

Елемент 2536
×


Номери вузлів
1487, 1819

№: Блок N Відмічений

Тип жорсткості
18. Зварний двотавр (ГБ(П))

Тип КЕ: К-ть перерізів: А: ID

Довжина, координати центра ваги
L=0.75м, Xc=13.125м, Yc=63м, Zc=28.2м



Варіант
 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір

ПЕРЕВІРКА: призначений переріз

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
<input type="text" value="102"/>	<input type="text" value="66.3"/>	<input type="text" value="92.2"/>	<input type="text"/>

ПІДБІР: підбраний переріз

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
<input type="text" value="99.8"/>	<input type="text" value="61.8"/>	<input type="text" value="96.9"/>	<input type="text"/>

Отже, ми отримали зварний двотавр зі стінкою з листа 620x8 та поясами з листів 220x16 мм. Вага одного метру дорівнює 88,16 кг.

За результатами розрахунку ми змогли зменшити вагу перерізу на 13,53 кг, або ж на 13,3%, та трохи зменшити навантаження на колони, що зможе дозволити зменшити їхній переріз.

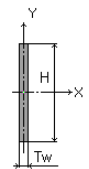
					Науково-дослідна частина	Арку 79
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок головної балки перекриття

Головна балка покриття запроектована зі зварного двотаврового перерізу. Стінка двотавру – лист 560x8 мм., пояси – лист 240x18 мм. Вага одного метру двотавру звареного з таких листів дорівнює 102,95 кг. Оскільки висота другорядних балок дорівнює 450 мм, приймаємо мінімальну висоту стінки головної балки приймаємо 500 мм, для забезпечення зручного виконання монтажу та подальшої експлуатації.

Стінка головної балки

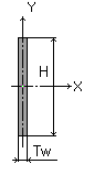
PC-САПР - DSTU_8540_2015_стінка_ГБ_Н



Найменування	H, мм	Tw, мм	A, см²	Wt, кг/м	Ix, см⁴	Iy, см⁴	J, см⁴	S, см³	Sy, см³	Zx, см³	Zy, см³	Cw, см⁶	Au, см²	Av, см²	Перим см	Гр AS	Модель *.KCC
500 x 5	500	5	25	19,62	5208	0,5208	2,079	156,3	1,562	312,5	3,125	108,5	0,04...	20,83	101	1	
500 x 6	500	6	30	23,54	6250	0,9	3,587	187,5	2,25	375	4,5	187,4	0,08...	25	101,2	1	
500 x 8	500	8	40	31,39	8333	2,133	8,48	250	4	500	8	443,9	0,1959	33,33	101,6	1	
500 x 10	500	10	50	39,23	10420	4,167	16,52	312,5	6,25	625	12,5	866,4	0,3842	41,67	102	1	
510 x 8	510	8	40,8	32,01	8843	2,176	8,652	260,1	4,08	520,2	8,16	471,1	0,192	34	103,6	1	
510 x 10	510	10	51	40,02	11050	4,25	16,86	325,1	6,375	650,3	12,75	919,5	0,3765	42,5	104	1	
520 x 6	520	6	31,2	24,48	7030	0,936	3,732	202,8	2,34	405,6	4,68	210,8	0,07...	26	105,2	1	
520 x 8	520	8	41,6	32,64	9374	2,219	8,823	270,4	4,16	540,8	8,32	499,4	0,1882	34,67	105,6	1	
520 x 10	520	10	52	40,8	11720	4,333	17,19	338	6,5	676	13	974,7	0,3691	43,33	106	1	
530 x 6	530	6	31,8	24,95	7444	0,954	3,804	210,7	2,385	421,4	4,77	223,2	0,0775	26,5	107,2	1	
530 x 8	530	8	42,4	33,27	9925	2,261	8,995	280,9	4,24	561,8	8,48	528,8	0,1846	35,33	107,6	1	
530 x 10	530	10	53	41,59	12410	4,417	17,53	351,1	6,625	702,3	13,25	1032	0,362	44,17	108	1	
540 x 6	540	6	32,4	25,42	7873	0,972	3,876	218,7	2,43	437,4	4,86	236,1	0,07...	27	109,2	1	
540 x 8	540	8	43,2	33,9	10500	2,304	9,166	291,6	4,32	583,2	8,64	559,3	0,1811	36	109,6	1	
540 x 10	540	10	54	42,37	13120	4,5	17,86	364,5	6,75	729	13,5	1092	0,3552	45	110	1	

Пояс головної балки

PC-САПР - DSTU_8540_2015_пояс_ГБ_Н



Найменування	H, мм	Tw, мм	A, см²	Wt, кг/м	Ix, см⁴	Iy, см⁴	J, см⁴	S, см³	Sy, см³	Zx, см³	Zy, см³	Cw, см⁶	Au, см²	Av, см²	Перим см	Гр AS	Модель *.KCC
210 x 10	210	10	21	16,48	771,8	1,75	6,818	55,13	2,625	110,3	5,25	63,64	0,9223	17,5	44	1	
210 x 12	210	12	25,2	19,77	926,1	3,024	11,71	66,15	3,78	132,3	7,56	109,5	1,585	21	44,4	1	
210 x 14	210	14	29,4	23,07	1080	4,802	18,48	77,17	5,145	154,3	10,29	172,9	2,491	24,5	44,8	1	
210 x 16	210	16	33,6	26,37	1235	7,168	27,41	88,2	6,72	176,4	13,44	256,6	3,666	28	45,2	1	
210 x 18	210	18	37,8	29,66	1389	10,21	38,78	99,22	8,505	198,4	17,01	362,9	5,125	31,5	45,6	1	
210 x 20	210	20	42	32,96	1544	14	52,86	110,3	10,5	220,5	21	494,1	6,876	35	46	1	
210 x 22	210	22	46,2	36,25	1698	18,63	69,68	121,3	12,71	242,6	25,41	652,3	8,954	38,5	46,4	1	
220 x 10	220	10	22	17,26	887,3	1,833	7,153	60,5	2,75	121	5,5	73,24	0,881	18,33	46	1	
220 x 12	220	12	26,4	20,72	1065	3,168	12,29	72,6	3,96	145,2	7,92	126	1,516	22	46,4	1	
220 x 14	220	14	30,8	24,17	1242	5,031	19,39	84,7	5,39	169,4	10,78	199,2	2,387	25,67	46,8	1	
220 x 16	220	16	35,2	27,62	1420	7,509	28,78	96,8	7,04	193,6	14,08	295,7	3,519	29,33	47,2	1	
220 x 18	220	18	39,6	31,07	1597	10,69	40,73	108,9	8,91	217,8	17,82	418,5	4,931	33	47,6	1	
220 x 20	220	20	44	34,53	1775	14,67	55,54	121	11	242	22	570,1	6,632	36,67	48	1	
220 x 22	220	22	48,4	37,98	1952	19,52	73,23	133,1	13,31	266,2	26,62	753,2	8,662	40,33	48,4	1	
230 x 10	230	10	23	18,05	1014	1,917	7,487	66,13	2,875	132,3	5,75	83,76	0,843	19,17	48	1	
230 x 12	230	12	27,6	21,66	1217	3,312	12,86	79,35	4,14	158,7	8,28	144,2	1,452	23	48,4	1	
230 x 14	230	14	32,2	25,27	1419	5,259	20,31	92,58	5,635	185,2	11,27	228	2,29	26,83	48,8	1	
230 x 16	230	16	36,8	28,88	1622	7,851	30,15	105,8	7,36	211,6	14,72	338,6	3,382	30,67	49,2	1	
230 x 18	230	18	41,4	32,49	1825	11,18	42,69	119	9,315	238,1	18,63	479,4	4,748	34,5	49,6	1	
230 x 20	230	20	46	36,1	2028	15,33	58,22	132,3	11,5	264,5	23	653,4	6,401	38,34	50	1	
230 x 22	230	22	50,6	39,7	2231	20,41	76,78	145,5	13,91	290,9	27,83	863,8	8,381	42,17	50,4	1	
240 x 10	240	10	24	18,83	1152	2	7,822	72	3	144	6	95,23	0,8081	20	50	1	
240 x 12	240	12	28,8	22,6	1382	3,456	13,44	86,4	4,32	172,8	8,64	164	1,393	24	50,4	1	
240 x 14	240	14	33,6	26,37	1613	5,488	21,23	100,8	5,88	201,6	11,76	259,4	2,2	28	50,8	1	

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Науково-дослідна частина

Арку

80

Результат підбору:

Елемент 2195

Номери вузлів
1703, 1266

№ 2195 Блок N 60 Відмічений

Тип жорсткості
17. Зварний двотавр (ГБ)

Тип КЕ 10 К-ть перерізів 2 А: ID

Довжина, координати центра ваги
L=0.75м, Xc=4.875м, Yc=36м, Zc=24.3м

Варіант
1 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір

ПЕРЕВІРКА: призначений переріз
19. 2-200 x 10 , -500 x 6 /09Г2С 09Г2С /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
187.6	169.5	104.2	

ПІДБІР: підбраний переріз
38. 2-230 x 16 , -540 x 8 /09Г2С 09Г2С /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
98.8	81.1	84.4	

?

Отже, ми отримали зварний двотавр зі стінкою з листа 540x8 та поясами з листів 230x16 мм. Вага одного метру дорівнює 91,66 кг.

За результатами розрахунку ми змогли зменшити вагу перерізу на 11,29 кг, або ж на 10,97%.

					Науково-дослідна частина	Арку
						81
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

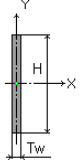
Розрахунок центральної колони

Центральна колона запроектована зі зварного двотаврового перерізу. Стінка двотавру – лист 360x10 мм., пояси – лист 400x20 мм. Вага одного метру двотавру звареного з таких листів дорівнює 153,97 кг.

В першій ітерації підбору спробуємо зменшити переріз на 50 мм, та подивимось на результат.

Пояс колони:

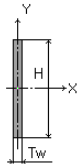
PC-САПР - DSTU_8540_2015_пояс колони_H_



Найменування	H, мм	Tw, мм	A, см²	Wt, кг/м	Ix, см⁴	Iy, см⁴	J, см⁴	S, см³	Sy, см³	Zx, см³	Zy, см³	Cw, см⁶	Au, см²	Av, см²	Перим см	Гр AS	Модель *.KCC
350 x 16	350	16	56	43,94	5717	11,95	46,6	245	11,2	490	22,4	1208	2,268	46,67	73,2	1	
350 x 18	350	18	63	49,43	6431	17,01	66,1	275,6	14,18	551,3	28,35	1715	3,222	52,5	73,6	1	
350 x 20	350	20	70	54,93	7146	23,33	90,34	306,3	17,5	612,5	35	2347	4,402	58,33	74	1	
350 x 22	350	22	77	60,42	7860	31,06	119,4	336,9	21,18	673,8	42,35	3114	5,853	64,17	74,4	1	
350 x 25	350	25	87,5	68,66	8932	45,57	174,8	382,8	27,34	765,6	54,69	4546	8,455	72,92	75	1	
350 x 30	350	30	105	82,39	10720	78,75	299,2	459,4	39,37	918,8	78,75	7779	14,24	87,5	76	1	
350 x 32	350	32	112	87,88	11430	95,57	360,4	490	44,8	980	89,6	9399	17,13	93,33	76,4	1	
350 x 36	350	36	126	98,87	12860	136,1	509,2	551,3	56,7	1103	113,4	13260	23,68	105	77,2	1	
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Стінка колони:

PC-САПР - DSTU_8540_2015_стінка колони_H_



Найменування	H, мм	Tw, мм	A, см²	Wt, кг/м	Ix, см⁴	Iy, см⁴	J, см⁴	S, см³	Sy, см³	Zx, см³	Zy, см³	Cw, см⁶	Au, см²	Av, см²	Перим см	Гр AS	Модель *.KCC
310 x 4	310	4	12,4	9,73	993	0,1653	0,6586	48,05	0,62	96,1	1,24	13,23	0,03...	10,33	62,8	1	
310 x 5	310	5	15,5	12,16	1241	0,3229	1,284	60,06	0,9688	120,1	1,938	25,83	0,07...	12,92	63	1	
310 x 6	310	6	18,6	14,6	1490	0,558	2,214	72,08	1,395	144,2	2,79	44,61	0,1337	15,5	63,2	1	
310 x 8	310	8	24,8	19,46	1986	1,323	5,226	96,1	2,48	192,2	4,96	105,6	0,3188	20,67	63,6	1	
310 x 10	310	10	31	24,33	2483	2,583	10,16	120,1	3,875	240,2	7,75	205,9	0,6248	25,83	64	1	
310 x 12	310	12	37,2	29,19	2979	4,464	17,49	144,2	5,58	288,3	11,16	355	1,081	31	64,4	1	
310 x 14	310	14	43,4	34,06	3476	7,089	27,66	168,2	7,595	336,4	15,19	562,4	1,716	36,17	64,8	1	
310 x 16	310	16	49,6	38,92	3972	10,58	41,12	192,2	9,92	384,4	19,84	837,1	2,554	41,33	65,2	1	
310 x 18	310	18	55,8	43,79	4469	15,07	58,3	216,2	12,56	432,4	25,11	1188	3,62	46,5	65,6	1	
310 x 20	310	20	62	48,65	4965	20,67	79,63	240,2	15,5	480,5	31	1624	4,933	51,67	66	1	
310 x 22	310	22	68,2	53,52	5462	27,51	105,2	264,3	18,75	528,5	37,51	2153	6,538	56,83	66,4	1	
310 x 25	310	25	77,5	60,81	6206	40,36	153,9	300,3	24,22	600,6	48,44	3139	9,396	64,59	67	1	
310 x 30	310	30	93	72,98	7448	69,75	263,1	360,4	34,88	720,7	69,75	5358	15,66	77,5	68	1	
310 x 32	310	32	99,2	77,84	7944	84,65	316,7	384,4	39,68	768,8	79,36	6467	18,76	82,67	68,4	1	
310 x 36	310	36	111,6	87,57	8937	120,5	447	432,4	50,22	864,9	100,4	9097	25,67	93	69,2	1	
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Науково-дослідна частина

Арку

82

Результат підбору:

Елемент 16
×


Номери вузлів
43, 28

№: Блок N Відмічений

Тип жорсткості
16. Зварний двотавр (К)

Тип KE К-ть перерізів A : ID

Довжина, координати центра ваги
L=4.8м, Xc=18м, Yc=9м, Zc=2.4м



Варіант
 N M Q

Металевий переріз: перевірка і підбір

ПЕРЕВІРКА: призначений переріз

15. 2-350 x 20 , -310 x 16 /09Г2С 09Г2С /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
<input type="text" value="93.7"/>	<input type="text" value="44.6"/>	<input type="text" value="52.7"/>	<input type="text"/>

ПІДБІР: підбраний переріз

56. 2-350 x 20 , -310 x 12 /09Г2С 09Г2С /

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
<input type="text" value="98.7"/>	<input type="text" value="44.3"/>	<input type="text" value="55.5"/>	<input type="text"/>

Отже, ми отримали зварний двотавр зі стінкою з листа 310x12 та поясами з листів 350x20 мм. Вага одного метру дорівнює 139,05 кг.

За результатами розрахунку ми змогли зменшити вагу перерізу на 14,92 кг, або ж на 9,69%.

Виконаємо розрахунок другої ітерації перерізу. Оскільки при зменшенні перерізу на 50 мм значення забезпечення міцності залишились приблизно такими ж самим, то зменшуємо переріз ще на 50 мм та виконуємо розрахунок.

					Науково-дослідна частина	Арку
						83
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Оскільки запропонований переріз не проходить перевірку за 1-м граничним станом, а підібраний переріз має значення близьке до 100%, потрібно збільшити переріз, та виконати остаточний розрахунок.

Для третьої ітерації збільшуємо переріз до 320 мм. Попередньо приймаю пояси колони з листа 320x20 мм, та стінку з листа 280x12 мм.

Результат розрахунку:

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
112.7	51.9	60.5	

1ГС (%)	2ГС (%)	МС (%)	Ткр.
98	47.1	45.1	

У такому разі ми отримуємо переріз з полиць 320x25 та стінки 280x12 мм. Хоч цей переріз ($h=330\text{мм}$, $b=320\text{мм}$) і є геометрично меншим, ніж у першій ітерації ($h=350\text{мм}$, $b=350\text{мм}$), проте вага одного метру такого перерізу є значно більшою, та дорівнює 151,91 кг/м, що майже дорівнює початковому варіанту. Отже остаточно приймаємо колону зі зварного двотаврового перерізу з полицями з листів 350x20 мм та стінкою з листа 310x12 мм.

Другорядні балки

Оскільки основним критерієм для підбору другорядних балок у металевому каркасі, який розглядається у даній дипломній роботі є розрахунок за другим граничним станом, то марка сталі не впливає на підбір перерізу, отже буде доцільно залишити другорядні балки зі сталі S235JR.

					Науково-дослідна частина	Арку
						85
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

Аналіз та порівняння отриманих результатів

Специфікація металоконструкцій каркасу зі звичайної сталі

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса металу, т		Примітка
				одиниці	разом	
ГБ3	ДСТУ 8768:2018	Двоствр 50, L=8560	42	0.672	28.222	
ДБ1	ДСТУ 8768:2018	Двоствр 145, L=8970	840	0.597	501.064	
ДБ2	ДСТУ 8768:2018	Двоствр 145, L=8735	126	0.581	73.191	
ДБ3	ДСТУ 8768:2018	Двоствр 145, L=4470	56	0.297	16.646	
ГБ10	ДСТУ 8768:2018	Двоствр 124, L=4800	6	0.131	0.786	
ДБ4	ДСТУ 8768:2018	Двоствр 120, L=4475	15	0.094	1.410	
В4	ДСТУ 2251-2018	Куттик 125x8, L=5335	4	0.082	0.330	
В3	ДСТУ 2251-2018	Куттик 125x8, L=4790	12	0.074	0.889	
В2	ДСТУ 2251-2018	Куттик 63x5, L=4795	12	0.023	0.277	
В1	ДСТУ 2251-2018	Куттик 63x5, L=5565	12	0.027	0.321	
ГБ1	ДСТУ 8540:2015	Лист 560x8, L=8560	42	0.301	12.637	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x18, L=8560	84	0.290	24.375	
ГБ2	ДСТУ 8540:2015	Лист 560x8, L=8510	48	0.299	14.358	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x18, L=8510	96	0.288	27.695	
ГБ4	ДСТУ 8540:2015	Лист 560x8, L=4060	12	0.143	1.713	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x18, L=4060	24	0.138	3.303	
ГБ5	ДСТУ 8540:2015	Лист 560x8, L=4010	12	0.141	1.691	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x18, L=4010	24	0.136	3.263	
ГБ6	ДСТУ 8540:2015	Лист 660x8, L=8560	7	0.355	2.482	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x16, L=8560	14	0.258	3.611	
ГБ7	ДСТУ 8540:2015	Лист 660x8, L=8510	8	0.353	2.821	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x16, L=8510	16	0.256	4.103	
ГБ9	ДСТУ 8540:2015	Лист 660x8, L=4060	2	0.168	0.336	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x16, L=4060	4	0.122	0.489	
ГБ10	ДСТУ 8540:2015	Лист 660x8, L=4010	2	0.166	0.332	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x16, L=4010	4	0.121	0.483	
К1	ДСТУ 8540:2015	Лист 360x10, L=4987	30	0.141	4.226	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 400x20, L=4987	60	0.313	18.782	
К2	ДСТУ 8540:2015	Лист 360x10, L=3900	150	0.110	16.526	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 400x20, L=3900	300	0.245	73.441	
К3	ДСТУ 8540:2015	Лист 360x10, L=2900	30	0.082	2.458	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 400x20, L=2900	60	0.182	10.922	

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Науково-дослідна частина

Арку

86

Специфікація металоконструкцій каркасу з використанням високоміцної сталі

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса металу т		Примітка
				одиниці	разом	
ГБ3	ДСТУ 8768:2018	Двотавр І50, L=8560	42	0.672	28.222	
ДБ1	ДСТУ 8768:2018	Двотавр №5, L=8970	840	0.597	501.064	
ДБ2	ДСТУ 8768:2018	Двотавр №5, L=8735	126	0.581	73.191	
ДБ3	ДСТУ 8768:2018	Двотавр №5, L=4470	56	0.297	16.646	
ГБ10	ДСТУ 8768:2018	Двотавр І24, L=4800	6	0.131	0.786	
ДБ4	ДСТУ 8768:2018	Двотавр І20, L=4475	15	0.094	1.410	
В4	ДСТУ 2251-2018	Куттик 125x8, L=5335	4	0.082	0.330	
В3	ДСТУ 2251-2018	Куттик 125x8, L=4790	12	0.074	0.889	
В2	ДСТУ 2251-2018	Куттик 63x5, L=4795	12	0.023	0.277	
В1	ДСТУ 2251-2018	Куттик 63x5, L=5565	12	0.027	0.321	
ГБ1	ДСТУ 8540:2015	Лист 540x8, L=8610	42	0.292	12.259	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 230x16, L=8610	84	0.249	20.887	
ГБ2	ДСТУ 8540:2015	Лист 540x8, L=8535	48	0.289	13.888	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 230x16, L=8535	96	0.246	23.663	
ГБ4	ДСТУ 8540:2015	Лист 540x8, L=4110	12	0.139	1.672	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 230x16, L=4110	24	0.119	2.849	
ГБ5	ДСТУ 8540:2015	Лист 540x8, L=4035	12	0.137	1.641	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 230x16, L=4035	24	0.117	2.797	
ГБ6	ДСТУ 8540:2015	Лист 620x8, L=8610	7	0.335	2.346	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 220x16, L=8610	14	0.238	3.329	
ГБ7	ДСТУ 8540:2015	Лист 620x8, L=8535	8	0.332	2.657	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 220x16, L=8535	16	0.236	3.772	
ГБ9	ДСТУ 8540:2015	Лист 640x8, L=4110	2	0.160	0.320	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 220x16, L=4110	4	0.114	0.454	
ГБ10	ДСТУ 8540:2015	Лист 640x8, L=4035	2	0.157	0.314	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 220x16, L=4035	4	0.111	0.446	
К1	ДСТУ 8540:2015	Лист 310x12, L=4987	30	0.146	4.367	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 350x20, L=4987	60	0.274	16.436	
К2	ДСТУ 8540:2015	Лист 310x12, L=3900	150	0.114	17.076	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 350x20, L=3900	300	0.214	64.268	
К3	ДСТУ 8540:2015	Лист 310x12, L=2900	30	0.085	2.540	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 350x20, L=2900	60	0.159	9.558	

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Науково-дослідна частина

Арку

87

Загальна вага металевого каркасу з використанням звичайної сталі дорівнює 853,2 тонни, а вага каркасу з використанням високоміцної сталі 09Г2С – 830,7 тонни, отже вийшло «полегшити» металевий каркас будівлі на 22,5 тонни, або ж на 2,64%.

Оскільки більше ніж половина ваги металоконструкцій це другорядні балки, виконані в обох варіантах зі сталі S235JR, то надалі будемо порівнювати не весь каркас, а лише головні балки та колони.

Специфікація сталі на головні балки та колони зі сталі S275JR

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса металу, т		Примітка
				одиниці	разом	
ГБ1	ДСТУ 8540:2015	Лист 560x8, L=8560	42	0.301	12.637	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x18, L=8560	84	0.290	24.375	
ГБ2	ДСТУ 8540:2015	Лист 560x8, L=8510	48	0.299	14.358	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x18, L=8510	96	0.288	27.695	
ГБ4	ДСТУ 8540:2015	Лист 560x8, L=4060	12	0.143	1.713	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x18, L=4060	24	0.138	3.303	
ГБ5	ДСТУ 8540:2015	Лист 560x8, L=4010	12	0.141	1.691	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x18, L=4010	24	0.136	3.263	
ГБ6	ДСТУ 8540:2015	Лист 660x8, L=8560	7	0.355	2.482	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x16, L=8560	14	0.258	3.611	
ГБ7	ДСТУ 8540:2015	Лист 660x8, L=8510	8	0.353	2.821	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x16, L=8510	16	0.256	4.103	
ГБ9	ДСТУ 8540:2015	Лист 660x8, L=4060	2	0.168	0.336	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x16, L=4060	4	0.122	0.489	
ГБ10	ДСТУ 8540:2015	Лист 660x8, L=4010	2	0.166	0.332	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 240x16, L=4010	4	0.121	0.483	
К1	ДСТУ 8540:2015	Лист 360x10, L=4987	30	0.141	4.226	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 400x20, L=4987	60	0.313	18.782	
К2	ДСТУ 8540:2015	Лист 360x10, L=3900	150	0.110	16.526	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 400x20, L=3900	300	0.245	73.441	
К3	ДСТУ 8540:2015	Лист 360x10, L=2900	30	0.082	2.458	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 400x20, L=2900	60	0.182	10.922	

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Науково-дослідна частина

Арку

88

Специфікація сталі на головні балки та колони зі сталі 09Г2С

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса металу, т		Примітка
				одиниці	разом	
ГБ1	ДСТУ 8540:2015	Лист 540x8, L=8610	42	0.292	12.259	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 230x16, L=8610	84	0.249	20.887	
ГБ2	ДСТУ 8540:2015	Лист 540x8, L=8535	48	0.289	13.888	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 230x16, L=8535	96	0.246	23.663	
ГБ4	ДСТУ 8540:2015	Лист 540x8, L=4110	12	0.139	1.672	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 230x16, L=4110	24	0.119	2.849	
ГБ5	ДСТУ 8540:2015	Лист 540x8, L=4035	12	0.137	1.641	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 230x16, L=4035	24	0.117	2.797	
ГБ6	ДСТУ 8540:2015	Лист 620x8, L=8610	7	0.335	2.346	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 220x16, L=8610	14	0.238	3.329	
ГБ7	ДСТУ 8540:2015	Лист 620x8, L=8535	8	0.332	2.657	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 220x16, L=8535	16	0.236	3.772	
ГБ9	ДСТУ 8540:2015	Лист 640x8, L=4110	2	0.160	0.320	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 220x16, L=4110	4	0.114	0.454	
ГБ10	ДСТУ 8540:2015	Лист 640x8, L=4035	2	0.157	0.314	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 220x16, L=4035	4	0.111	0.446	
К1	ДСТУ 8540:2015	Лист 310x12, L=4987	30	0.146	4.367	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 350x20, L=4987	60	0.274	16.436	
К2	ДСТУ 8540:2015	Лист 310x12, L=3900	150	0.114	17.076	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 350x20, L=3900	300	0.214	64.268	
К3	ДСТУ 8540:2015	Лист 310x12, L=2900	30	0.085	2.540	
	ДСТУ 8540:2015	Лист 350x20, L=2900	60	0.159	9.558	

Загальна вага головних балок та колон зі сталі S275JR (варіант №1) – 230 тонн, вага головних балок та колон зі сталі 09Г2С (варіант №2) – 207,5 тонн. Варіант із високоміцної сталі легше за звичайний варіант на 22,5 тонн, або ж на 9,78%.

Переваги варіанту №2

Завдяки зменшенню перерізу колон ми зможемо дещо зменшити геометричні розміри будівлі та в подальшому витратити менше на опалення приміщень. Також через зменшення висоти головних балок ми зможемо підняти висоту стель та отримати більший об'єм приміщень, а отже більш комфортні умови для людей що будуть там працювати.

Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат

Науково-дослідна частина

Арку

89

Зменшення перерізу елементів також означає те, що їхнє ґрунтування, фарбування, та нанесення вогнезахисту буде зроблене швидше, та на це потрібно буде менше матеріалів, оскільки площа елементів зменшилась. Площа фарбування металоконструкцій головних балок та колон для варіанту №1 дорівнює 4170 м², а для варіанту №2 – 3540 м². Порівняно з першим варіантом, площа зменшилась на 630 м², а це в свою чергу дозволить завершити роботи по фарбуванню та вогнезахисту металоконструкцій приблизно на 2-3 тижні.

Процес виготовлення металоконструкцій буде дещо легшим, оскільки сталь 09Г2С є низьковуглецевою, то її можна зварювати відразу без попереднього нагрівання.

Недоліки варіанту №2

Орієнтовна вартість листа гарячекатаного зі сталі S275JR (варіант №1) дорівнює 32480 грн./тонна, а вартість листа гарячекатаного зі сталі 09Г2С – 37500 грн./тонна. Отже головні балки та колони для варіанту №1 будуть коштувати приблизно 7,47 млн. гривень, а для варіанту №2 – 7,78 млн. гривень.

Отже, за вищезгадані переваги доведеться переплатити 310 тис. гривень. Але варто зауважити, що це відносно невелика сума, відносно всієї вартості будівництва, також, на мою думку, ця сума може бути компенсована за рахунок дешевшої подальшої експлуатації та обслуговування будівлі.

Висновок

Отже, виконавши розрахунки сталевих елементів каркасу, та порівнявши отримані результати, я вважаю що використання високоміцних сталей для основних сталевих несучих конструкцій є доцільним. Так, ми переплачуємо за сталь, але на мою думку отримані переваги повністю це компенсують, та в подальшому можуть навіть дозволити зекономити при виконанні внутрішніх ремонтних робіт та подальшій експлуатації будівлі.

					Науково-дослідна частина	Арку
						90
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дат		

7. Список літератури

1. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій
2. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту
3. ДБН А.2.2-3-2004. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва
4. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги
5. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. - К.: Мінбуд України, 2006.- 60с.
6. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель.
7. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України
8. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. - К.: Мінбуд України, 2006. - 77 с.
9. ДБН В.2.6-32:2009. Захист від шуму. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009-198с.
10. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення.
11. ДК 018-2000. Державний класифікатор будівель та споруд. - К.: Держстандарт України, 2000. - 24 с.
12. ДСТУ 9243.7:2023 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень.
13. ДСТУ 9243.4:2023 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації.
14. ДСТУ Б В.2.1-7-2000 (ГОСТ 20276-99) „Грунти. Методи польового визначення характеристик міцності і деформованості” Київ, 2001, 85 с.
15. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 «Будівництво Електробезпека Загальні вимоги» Київ, 2012, 14 с.
16. ДБН В.1.1.7-2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва" Київ, 2017, 39 с.
17. ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення" Київ, 2018, 137 с.
18. ДБН В.2.6-198:2014. «Сталеві конструкції. Норми проектування».
19. Малишев О.М., Віроцький В.Д., Нілов. О.О., Сергійчук О.В. та ін. Технічне обстеження та нагляд за безпечною експлуатацією будівель та

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

інженерних споруд/ Малишев О.М., Віроцький В.Д., Нілов. О.О., Сергійчук О.В. та ін. - К.: Відлуння, 2007, 708 с.

20. Підгорний О.Л., Щепетова Ї.М., Сергейчук О.В., Зайцев О.М. Процюк В.П. Світлопрозорі огороження будинків/ Підгорний О.Л., Щепетова И.М., Сергейчук О.В., Зайцев О.М. Процюк В.П. - К.: Видавець ДомашевськаО.А., 2005.-282 с.

21. Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В., Білик С.І., Лаврівненко Л.І., Белов І.Д., Володимирський В.О. Металеві конструкції. – К.: Вид-во «Сталь», 2010. – 869 с.

22. Білик С.І., Шимановський О.В., Нілов О.О., Лавріненко Л.І., Володимирський В.О. Металеві конструкції: Том 2. Конструкції металевих каркасів промислових будівель – Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2021. – 448 с.

23. Білик А.С., Ковалевська Е.А. Розрахунок сталевих конструкцій будівель відповідно до Єврокоду 3 та Національних додатків України. Посібник до ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010.

					Атестаційна випускна робота	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		