

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

(повне найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

БІЗНЕС-ЦЕНТР у м. КИЄВІ

спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІм-21

СЕМЕРЕЙ Вадим Петрович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

ЧАПЮК Олександр Сергійович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

« 12 » 12 2025 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

КИСЛЮК Дмитро Ярославович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Ступінь вищої освіти: магістр

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: «Будівництво та цивільна інженерія»

Індивідуальна освітня траєкторія здобувача: «Промислове та цивільне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О. УЖЕГОВА

" 23 " жовтня 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ СЕМЕРЕЮ Вадиму Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ БІЗНЕС-ЦЕНТР у м. КИСВІ

Керівник роботи _____ Олександр ЧАПЮК, к.т.н., доцент

(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 05 " лютого 2025 року №68/01-02

та змінами до цього наказу №439/01-02 від 23 жовтня 2025 року.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 01 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи район будівництва, ситуаційна схема ділянки, інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, схеми планів, фасадів та розрізів будівлі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) об'ємно-планувальне рішення; архітектурно-конструктивне рішення; інженерне обладнання (принципове вирішення водопостачання і водовідведення, теплогазопостачання); будівельна фізика (теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни, покриття або розрахунок освітлення); техніко-економічні показники проєкту. Обґрунтування вибору конструкцій. Проектування таких несучих конструкцій будівлі: монолітної плити перекриття, монолітних колон, монолітна фундаментної плити

Визначення номенклатури та об'ємів робіт; вибір методів виконання робіт; вибір кранів; складання календарного плану або сіткового графіка будівництва; проектування будгенплану об'єкта, розробка технологічної карти на виконання монолітних робіт

Складання локального кошторису на загальнобудівельні роботи. Заходи з охорони праці.

Наукова частина.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): архітектурно-будівельна частина виконується на стадії робочого проєкту, включає: плани, фасади, розрізи,

схеми елементів покриття, перекриття, покрівлі та фундаментів будівлі.

Розрахунково-конструктивна частина виконується на стадії робочого проекту, викреслюють основні несучі конструкції запроєктованої будівлі, розраховані у розділі 2.

Розділ "Технологія та організація будівництва" виконується на стадії робочого проекту, включає проєкт виконання робіт, будівельний генеральний план, календарний або сітковий графік зведення об'єкту, технологічна карта.

Наукова частина (подача графічного матеріалу необмежена)

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина	САМЧУК В.П.	05.02.2025	14.10.2025
2. Розрахунково-конструктивна частина	РОТКО С.В.	05.02.2025	25.10.2025
3. Технологія та організація будівництва	ЧАПЮК О.С.	05.02.2025	25.10.2025
4. Економічна частина	ЧАПЮК О.С.	05.02.2025	29.11.2025
5. Охорона праці	ЧАПЮК О.С.	05.02.2025	29.11.2025
6. Наукова частина	ЧАПЮК О.С.	05.02.2025	29.11.2025

7. Дата видачі завдання " 05 " лютого 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір вихідних даних за темою роботи. Виконання архітектурно-будівельної частини	14.10.2025	вик
2	Виконання розрахунково-конструктивного розділу. Виконання розділу з технології та організації будівництва	25.10.2025	вик
3	Складання кошторису. Розробка розділу з охорони праці. Виконання наукової частини	29.11.2025	вик
4	Подання виконаної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	04.12.2025	вик
5	Подання виконаної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	12.12.2025	вик
6	Подання виконаної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	12.12.2025	вик
7	Захист кваліфікаційної роботи	18.12.2025, 20.12.2025	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Вадим СЕМЕРЕЙ _____
(ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Олександр ЧАПЮК _____
(ім'я та прізвище)

РЕЗЮМЕ

СЕМЕРЕЙ В.П. "Бізнес-центр у м. Київ". Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Будівництво та цивільна інженерія», спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота складається із шести розділів, літератури, додатків.

Будівля складної форми висотою 10,100 м, каркасна. Стіни цегляні з утеплювачем мінераловатними плитами 150 мм – вентиляовані фасади.

На першому 1-у поверсі запроектовано офіси які проводять торгові операції, і офіси, санітарні приміщення загального користування. Передбачено два виходи з будівлі один через вестибюльно-ліфтовий хол безпосередньо на вулицю інший вихід через приміщення на вулицю, ще один вихід запроектовано через сходову клітку С1 у цокольному поверсі безпосередньо на вулицю. На другому поверсі офісні приміщення, санітарні приміщення загального користування. Евакуаційні виходи з поверху передбачені через сходові клітки С1. Висота поверхів 3 м.

Також передбачено влаштування ліфта вантажопасажирського для більшої зручності комунікаційних зв'язків і забезпечення транзиту маломобільних груп населення, в цокольний поверх не опускається.

Перекрыття монолітні залізобетонні товщиною 180мм, армування сітками з арматури Ø12 А400С, бетон кл. С25/30.

Колони квадратного перерізу 350*350мм. Робоча арматура Ø16 А400С, бетон кл. С16/20. Поперечна - Ø6 А240С з кроком 200 мм.

Стрічкові монолітні залізобетонні фундаменти розраховані та запроектовані відповідно до ДБН В.2.1-10:2018. Товщина фундаментної стрічки прийнята 300мм. Армування: нижня сітка з арматури Ø12 А400С, просторовий в'язаний каркас з арматури Ø12 А400С. Бетон для армування плити кл. С20/25.

У технологічній частині розроблено техкарту на влаштування з/б каркасу. Опалубка, арматурні вироби та баддя з бетоном подаються стріловим краном МКГ-40. Загальна тривалість робіт на влаштування колон і плити перекрыття складає біля 8 днів.

Згідно календарного графіка фактична тривалість будівництва складає 225 днів, при нормативному значенні 360 дні. Середня кількість робітників 12 чол, а максимальна кількість 16 чоловік.

Також розроблено будгенплан де показано будівля, що зводиться, зона стоянки і дії крану, тимчасові будівлі і споруди, дороги, різні комунікації.

У програмному комплексі АВК-5 розроблено локальний кошторис на загально-будівельні роботи, що складає більше 21 млн грн.

У науковій частині досліджено зчеплення металевої та склопластикової арматури з бетоном.

Ключові слова: дотичні напруження зчеплення, металева арматура, склокомпозитна арматура, довжина анкерування.

SUMMARY

Semerei V.P. “Business Center in Kyiv”. Manuscript.

Master’s qualification thesis in the educational programme “Construction and Civil Engineering”, speciality 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The qualification thesis consists of six chapters, references and appendices.

The building has a complex shape, a height of 10.100 m, and a frame structural system. The walls are brick with insulation made of 150 mm mineral wool boards, forming ventilated façades.

On the first floor, offices conducting commercial activities, office premises and common sanitary facilities are designed. Two exits from the building are provided: one through the lobby-elevator hall directly to the street and another through premises leading outside. An additional exit is designed through stairwell S1 in the basement floor directly to the street. On the second floor, office premises and common sanitary facilities are located. Evacuation exits from the floors are provided through stairwells S1. The storey height is 3.0 m.

A freight-passenger elevator is also provided to improve communication links and ensure accessibility for people with reduced mobility; it does not serve the basement floor. Floor slabs are monolithic reinforced concrete with a thickness of 180 mm, reinforced with meshes of Ø12 A400C reinforcement; concrete class C25/30.

Columns have a square cross-section of 350 × 350 mm. Working reinforcement is Ø16 A400C; concrete class C16/20. Transverse reinforcement is Ø6 A240C with a spacing of 200 mm.

Strip monolithic reinforced concrete foundations are designed in accordance with DBN B.2.1-10:2018. The thickness of the foundation strip is 300 mm. Reinforcement includes a lower mesh made of Ø12 A400C reinforcement and a spatial tied frame made of Ø12 A400C reinforcement. Concrete class C20/25 is used for the foundation slab.

In the technological part, a method statement for the construction of the reinforced concrete frame was developed. Formwork, reinforcement products and concrete buckets are supplied by the jib crane MKG-40. The total duration of works for constructing columns and floor slabs is about 8 days.

According to the construction schedule, the actual construction duration is 225 days compared to the standard value of 360 days. The average number of workers is 12 people, with a maximum of 16 people.

A construction master plan was also developed, showing the building under construction, crane operation and parking zones, temporary buildings and structures, roads and various utilities.

Using the AVK-5 software package, a local cost estimate for general construction works was developed, amounting to more than 21 million UAH.

In the scientific part, the bond between steel and glass-fibre reinforced polymer reinforcement and concrete was investigated.

Keywords: bond shear stresses, steel reinforcement, glass-composite reinforcement, anchorage length.

ЗМІСТ

	Вихідні дані проекту	7
1.	Архітектурно-будівельна частина	9
1.1.	Об'ємно – планувальне рішення	9
1.2.	Архітектурно-конструктивне рішення	10
1.3.	Інженерні мережі	12
1.4.	Будівельна фізика	14
1.5.	Техніко – економічні показники	17
2.	Розрахунково-конструктивна частина	19
2.1.	Проектування у програмі КОМПОНОВКА	19
2.2.	Розрахунок і конструювання монолітної плити перекриття	22
2.3.	Розрахунок і конструювання монолітних колон	24
2.4.	Розрахунок і конструювання монолітної фундаментної плити	25
3.	Технологія та організація будівництва	30
3.1.	Визначення номенклатури та об'ємів робіт	31
3.2.	Підбір монтажного крану	34
3.3.	Технологічна карта на ведення монолітних робіт	36
3.4.	Календарний план	39
3.5.	Проектування будівельного генерального плану	42
4.	Економіка будівництва	44
5.	Охорона праці	46
6.	Наукова частина	49
	Література	66

Вихідні дані проекту

Дипломний проєкт на тему «Бізнес-центр у місті Києві» виконано відповідно до завдання на дипломне проєктування та чинних нормативних документів у галузі будівництва.

Досліджувана ділянка розташована в межах схилу Українського кристалічного щита. Відповідно до вимог ДБН В.1.1-14:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» територія належить до зони з нормативною сейсмічністю 5 балів та розрахунковою сейсмічністю 6 балів. Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями — II, що має бути враховано при виборі конструктивної схеми будівлі та розрахунку її несучих елементів.

З поверхні ґрунти перекриті ґрунтово-рослинним шаром. У товщі флювіогляціальних відкладів переважають суглинки та глини, в межах яких дрібні піски та супіски трапляються у вигляді окремих прошарків і лінз.

Водоносний горизонт встановлений на глибинах 1,4–4,5 м, що відповідає абсолютним відміткам 175,1–178,4 м. Стійкий рівень ґрунтових вод зафіксований на глибинах 0,8–1,5 м (абсолютні відмітки 178,2–179,0 м), що свідчить про слабконапірний характер підземних вод. Водотривким шаром для даного горизонту є товща флювіогляціальних глин. Основне живлення горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, втрат з водопровідних мереж, а також частково за рахунок гідравлічного зв'язку з поверхневими водоймами, розташованими за межами зони вишукувань. Розвантаження підземних вод здійснюється поза межами досліджуваної території.

Відповідно до чинних нормативних документів для району будівництва (м.Київ) прийняті такі вихідні дані:

- будівельна кліматична зона — I;
- нормативне снігове навантаження — 1,20 кПа;
- нормативний тиск вітру — 0,30 кПа;
- нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту — 1,0 м;
- розрахункова зимова температура навколишнього повітря — $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Середньорічна температура повітря для м. Києва становить близько +8...+9 °С. Найхолоднішим місяцем є січень із середньою температурою -5...-6 °С, тоді як найтеплішим — липень, для якого середня температура повітря становить +19...+20 °С. Абсолютні мінімальні температури можуть знижуватися до -30 °С, а максимальні в літній період досягати +35 °С, що необхідно враховувати при призначенні температурних швів та виборі будівельних матеріалів.

Річна кількість атмосферних опадів у районі будівництва становить у середньому 600–650 мм, при цьому найбільша їх частина припадає на теплий період року. Оподи мають переважно зливовий характер у літній час та сніговий - у зимовий. Середня висота снігового покриву становить 20–30 см, а максимальна може досягати 40–50 см.

Глибина сезонного промерзання ґрунтів у природних умовах для території м. Києва становить орієнтовно 1,0–1,2 м, що має бути враховано при проектуванні фундаментів і підземних конструкцій будівлі. Тривалість періоду зі стійкими від'ємними температурами, як правило, не перевищує 90–100 діб.

Переважаючими напрямками вітрів у холодний період року є північно-західний та північний, у теплий - західний та південно-західний. Середня швидкість вітру становить 3–5 м/с, що відповідає нормативним умовам для даного району та враховується при розрахунках вітрових навантажень і проектуванні огорожувальних конструкцій.

Загалом кліматичні умови району будівництва є сприятливими для зведення та експлуатації будівель громадського призначення, проте потребують урахування температурних коливань, вітрових навантажень і режиму атмосферних опадів при прийнятті архітектурно-конструктивних та інженерних рішень.

Архітектурно-будівельна частина

1.1. Об'ємно – планувальне рішення

Проектована будівля бізнес-центру є окремо розташованою громадською спорудою змінної поверховості та складається з трьох надземних поверхів і цокольного поверху. Об'ємно-планувальне рішення будівлі сформовано з урахуванням функціонального зонування, вимог чинних нормативних документів, умов ділянки будівництва та забезпечення зручних комунікаційних зв'язків між приміщеннями.

У цокольному поверсі передбачено розміщення господарсько-технічних приміщень для експлуатаційного обслуговування будівлі, а також допоміжних приміщень для персоналу. Для забезпечення нормативної евакуації та зручності користування з цокольного поверху запроєктовано три виходи безпосередньо назовні: з окремих приміщень та транзитом через суміжні приміщення, а також вихід через сходову клітку типу С1 безпосередньо на прилеглу територію.

На першому поверсі розміщено офісні приміщення, у тому числі офіси, що здійснюють торговельні операції, а також санітарно-побутові приміщення загального користування. Вхід до будівлі організовано через вестибюльно-ліфтовий хол з безпосереднім виходом на вулицю. Крім основного входу, передбачено додатковий евакуаційний вихід через приміщення назовні та вихід через сходову клітку С1 з транзитом у цокольний поверх із подальшим виходом на вулицю.

Другий поверх будівлі запроєктовано під розміщення офісних приміщень та санітарних вузлів загального користування. Евакуація з поверху здійснюється через сходові клітки типу С1 відповідно до вимог пожежної безпеки.

Вертикальні комунікації в будівлі забезпечуються двома сходовими клітками типу С1, що відповідає нормативним вимогам до громадських будівель даного функціонального призначення. Для підвищення зручності користування будівлею та забезпечення доступності для маломобільних груп

населення передбачено встановлення вантажопасажирського ліфта. Ліфт забезпечує сполучення між надземними поверхами будівлі та не опускається до рівня цокольного поверху.

З метою створення безбар'єрного середовища та покращення архітектурно-естетичного вигляду будівлі зовнішню вхідну групу запроєктовано без влаштування окремого ганку та пандуса. Вхід до будівлі організовано з урахуванням рельєфу місцевості шляхом плавного підйому до рівня нульової відмітки підлоги першого поверху, що відповідає вимогам щодо доступності. На першому поверсі передбачено санітарний вузол з габаритами та інженерним обладнанням для маломобільних груп населення відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд».

Вихід на покрівлю передбачено через люк-лаз, який розташований у сходовій клітці та має розміри 1,20 × 1,20 м. При влаштуванні виходу на покрівлю передбачається використання конструкцій з чинним протипожежним сертифікатом. Покрівля будівлі — плоска; по її периметру влаштовується парапет висотою 0,60 м.

Висота поверхів будівлі прийнята:

- цокольний поверх - 3,00 м;
- перший, другий та третій поверхи - 3,10 м.

Плани поверхів і розріз будівлі наведені на аркуші 1, фасади та план покрівлі - на аркуші 2 графічної частини проєкту.

1.2. Архітектурно-конструктивне рішення

Проєктована будівля бізнес-центру запроєктована за безкаркасною конструктивною схемою з використанням несучих та самонесучих зовнішніх і внутрішніх цегляних стін. Прийнята конструктивна схема забезпечує необхідну просторову жорсткість будівлі, експлуатаційну надійність та відповідає функціональному призначенню об'єкта.

Під будівлю передбачено стрічкові монолітні залізобетонні фундаменти, розраховані та запроєктовані відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та

фундаменти будівель і споруд». Товщина фундаментної стрічки прийнята 300 мм. Армування фундаментів виконано у вигляді просторового в'язаного каркаса з робочою арматурою класу А400С діаметром Ø12 мм, із влаштуванням нижньої арматурної сітки з арматури Ø12 А400С. Для влаштування фундаментів прийнято бетон класу С20/25.

Категорія відповідальності фундаментів - А.

Стіни підземної частини будівлі запроєктовані зі збірних бетонних блоків відповідно до ДСТУ Б В.2.6-108:2010 із улаштуванням монолітних залізобетонних шпонок та монолітного залізобетонного поясу. Окремі ділянки виконуються з керамічної цегли марки КРПв-1НФ-М100-1650-F25-1 відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61:2008.

Категорія відповідальності стін - А.

Зовнішні стіни надземної частини будівлі запроєктовані з керамічної цегли марки КРПв-1НФ-М100-1650-F25-1 згідно з ДСТУ Б В.2.7-61:2008 на цементно-піщаному розчині марки 100. Загальна товщина стіни становить 380 мм. Для забезпечення нормативних показників теплозахисту передбачено зовнішнє утеплення мінераловатними плитами ROCKWOOL товщиною 120 мм з подальшим оздобленням фасадів НРЛ-панелями та клінкерною плиткою.

Внутрішні несучі стіни виконуються з керамічної цегли марки КРПв-1НФ-М100-1650-F25-1 відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61:2008 на цементно-піщаному розчині марки 100.

У будівлі передбачені монолітні залізобетонні колони перерізом 400×400 мм. Армування колон виконано з арматури Ø16 мм класу А400С. Для бетонування прийнято бетон класу С25/30.

Категорія відповідальності стін та колон - А.

Внутрішні перегородки запроєктовані з керамічної цегли КРПв-1НФ-М100-1650-F25-1 відповідно до ДСТУ Б В.2.7-62:2008 на цементно-піщаному розчині марки 75.

Категорія відповідальності перегородок - В.

Перекриття будівлі виконуються у вигляді монолітних залізобетонних плит товщиною 180 мм. Армування плит здійснюється сітками з арматури Ø12 мм класу А400С. Для бетонування застосовується бетон класу С25/30. Категорія відповідальності перекриттів - А.

Сходи та міжповерхові площадки запроєктовані монолітними залізобетонними. Армування виконується сітками з арматури Ø12 А400С, бетон - класу С25/30.

Категорія відповідальності - А.

Покрівля будівлі - плоска, з внутрішнім водовідведенням. Конструкція покрівлі виконана з рулонних матеріалів, верхній гідроізоляційний шар - полімерна мембрана.

1.3. Інженерні мережі

Інженерне забезпечення проєктованого бізнес-центру передбачає комплекс систем, що забезпечують безпечну та комфортну експлуатацію будівлі відповідно до її функціонального призначення. Прийняті інженерні рішення базуються на застосуванні сучасного сертифікованого обладнання провідних виробників, дозволеного до використання на території України.

Водопостачання

Господарсько-питне водопостачання будівлі здійснюється від існуючих міських мереж. Внутрішні трубопроводи холодного та гарячого водопостачання передбачено з поліпропіленових труб типу Wavin Ekorplastik, Aquatherm, що характеризуються високою корозійною стійкістю та довговічністю.

Санітарно-технічне обладнання (унітази, умивальники, змішувачі) прийнято виробництва Cersanit, Villeroy & Boch, Grohe. Для обліку витрат води передбачено встановлення вузла обліку з лічильниками холодної та гарячої води.

Для потреб внутрішнього пожежогасіння передбачено пожежні крани комплектні типу ПК-50 у шафах виробництва FIREX, Пожтехніка або аналогічних.

Водовідведення (каналізація)

Внутрішня система господарсько-побутової каналізації запроєктована із застосуванням полімерних труб типу Rehau Raupiano Plus, Ostendorf, Wavin, що забезпечують знижений рівень шуму та високу експлуатаційну надійність.

Водовідведення з плоскої покрівлі здійснюється через систему внутрішнього водостоку з водоприймальними воронками типу HL Hutterer & Lechner, Sita із підігрівом для запобігання обмерзанню.

Опалення

Опалення будівлі передбачено водяним із підключенням до централізованих теплових мереж. Система опалення — двотрубна, із застосуванням сталевих панельних радіаторів виробництва Purmo, Kermi або Vogel&Noot.

Регулювання тепловіддачі здійснюється за допомогою термостатичних клапанів Danfoss, Heimeier. Трубопроводи системи опалення виконуються з металополімерних труб Uronor, Rehau.

Вентиляція та кондиціонування

Вентиляція будівлі запроєктована припливно-витяжною з механічним спонуканням для офісних приміщень та санітарних вузлів. Припливно-витяжні установки прийнято виробництва Systemair, VTS Clima, Komfovent або аналогічних, з можливістю рекуперації тепла.

Для кондиціонування повітря в офісних приміщеннях передбачено застосування локальних систем типу спліт або мультиспліт виробництва Daikin, Mitsubishi Electric, LG. Розміщення зовнішніх блоків передбачено в спеціально відведених технічних зонах з урахуванням архітектурних рішень фасадів.

Електропостачання та освітлення

Електропостачання будівлі здійснюється від міських електричних мереж. Розподільчі щити прийнято виробництва Schneider Electric, ABB або Legrand. Кабельно-провідникова продукція - Nexans, Prysmian, Одескабель. Для шляхів евакуації передбачено автономні світильники аварійного освітлення.

1.4. Будівельна фізика

Теплотехнічний розрахунок для зовнішньої стіни

Місто Київ відповідно до чинного кліматичного районування належить до I температурної зони України.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін громадських будівель для I температурної зони становить:

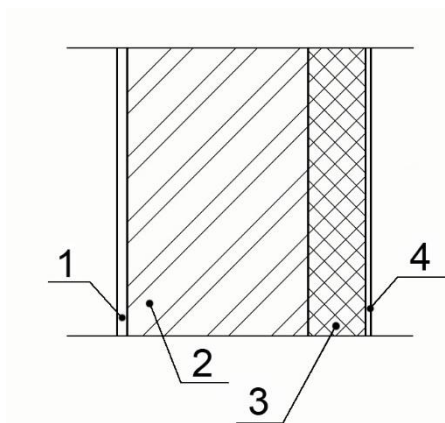
$$R_{qmin}=4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

У проєкті прийнято такі рішення огорожувальних конструкцій:

- фундаменти - монолітні залізобетонні з теплоізоляцією з екструдованого пінополістиролу ТЕХНОКОЛЬ 30-250 Стандарт, товщина 50 мм;
- зовнішні стіни надземної частини - кладка з повнотілої керамічної цегли з зовнішнім утепленням мінераловатними плитами ROCKWOOL;
- перекриття - монолітні залізобетонні;
- покриття - суміщене по монолітному залізобетонному перекриттю з утепленням плитами ROCKWOOL SUPERROCK ($\gamma = 35 \text{ кг/м}^3$).
- Розрахунок опору теплопередачі зовнішньої стіни

Розрахункові коефіцієнти теплопровідності матеріалів прийнято згідно з ДСТУ Б В.2.6-187:2013 для умов експлуатації Б.

Рисунок А.1. Принципове конструктивне рішення зовнішніх стін будинку.



№	Матеріал	Щільність, γ (кг/м ³)	Тепло-провід λ (Вт/м ² К)	Товщина, м	Опір передачі, R (м ² К/Вт)
1	Штукатурка вапняно-цементно-піщана	1700	0,870	0,020	0,023
2	Кладка з повнотілої керамічної цегли на ЦПР	1800	0,810	0,380	0,455
3	Мінераловатні плити ROCKWOOL	35	0,039	0,150	3,846
4	Вентильований фасад	1200	0,810	0,010	0,006
					$\Sigma = 4,344$
<i>*Теплопровідність в умовах експлуатації Б</i>					

Коефіцієнти тепловіддачі поверхонь прийнято згідно з ДБН В.2.6-31:2021:

$$\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$\alpha_{з} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Загальний опір теплопередачі визначається за формулою:

$$R_{\Sigma} = 0,115 + 4,344 + 0,043 = 4,50 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Висновок по зовнішніх стінах

Отримане значення опору теплопередачі:

$$R_{\Sigma} = 4,50 > R_{qmin} = 4,00$$

Таким чином, прийнята конструкція зовнішніх стін з утепленням мінераловатними плитами **ROCKWOOL** товщиною **150** мм повністю відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо теплозахисту громадських будівель у I температурній зоні.

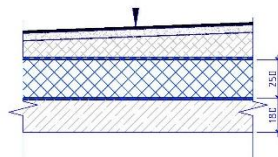
Теплотехнічний розрахунок суміщеного покриття

Для суміщених покриттів громадських будівель у I температурній зоні мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі становить:

$$R_{qmin}=6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Деталь влаштування покрівлі

ПВХ мембрана	-2,5мм
Прокладка - геотекстиль 1 шар	
Цементна стяжка М150 армована сіткою Ø3Вр-1, з чарунками 50х50мм	-40мм
Пінополістиролбетон (500кг/м³) по ухилу	-40-200мм
Поліетиленова плівка	
Утеплювач - мінераловатні плити ROCKWOOL "MONROCK MAX E"	-250мм
Парозоляційна плівка (паробар'єр)	
Монолітне з/б перекриття	-180мм



Теплопровідність мінераловатних плит ROCKWOOL SUPERROCK приймається

$$\lambda = 0,035 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

Мінімально необхідна товщина утеплювача:

$$\delta_{min}=(6,0-0,115-0,043) \cdot 0,035=0,192 \text{ м}$$

Прийнята проектна товщина утеплювача — 250 мм, що забезпечує нормативний опір теплопередачі покриття з необхідним запасом.

Світлопрозорі конструкції

Світлопрозорі конструкції виконані з ПВХ-профілів із двокамерними склопакетами типу 4М1-12-4М1-12-4і.

Опір теплопередачі віконних блоків становить $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021. Площа світлопрозорих конструкцій забезпечує нормативний рівень природного освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28:2021, а інсоляційний режим — вимогам ДСП 173-96.

Прийняті конструктивні та теплоізоляційні рішення забезпечують виконання сучасних нормативних вимог щодо енергоефективності та теплозахисту будівлі. Проектні рішення відповідають вимогам чинних ДБН та забезпечують нормативний мікроклімат у приміщеннях бізнес-центру протягом усього періоду експлуатації.

1.5. Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення	Примітка
1	Площа земельної ділянки	м ²	465,00	
	Площа ділянки благоустрою	м ²	693,34	
2	Площа мощення	м ²	407,62	
	– у межах ділянки	м ²	175,25	
	– за межами ділянки	м ²	232,34	
3	Площа озеленення	м ²	59,08	
4	Площа забудови	м ²	226,75	
5	Клас наслідків (відповідальності)	–	СС2	
6	Ступінь вогнестійкості будівлі	–	II	
7	Кількість поверхів	поверх	3 + цокольний	
8	Загальна площа будівлі	м ²	655,05	
9	Розрахункова площа приміщень	м ²	487,32	
10	Корисна площа приміщень	м ²	527,25	
11	Кількість робочих місць	місць	23	
12	Будівельний об'єм будівлі	м ³	2640,85	
13	Максимальна витрата тепла, у т.ч.:	Вт	197 932	
	– на опалення	Вт	120 820	
	– на вентиляцію	Вт	48 000	
	– на гаряче водопостачання	Вт	29 100	
14	Розрахункова витрата тепла, у т.ч.:	Вт	79 950	
	– на опалення	Вт	58 450	
	– на вентиляцію	Вт	3 500	
	– на гаряче водопостачання	Вт	18 000	

№ п/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення	Примітка
15	Витрата холодної води (загальна), у т.ч.:	м ³ /добу	0,65	
	– господарсько-питні потреби	м ³ /год	0,52	
	– виробничі потреби	м ³ /год	–	
	– зовнішнє пожежогасіння	л/с	10,0	
16	Витрата гарячої води	м ³ /добу	0,24	
		м ³ /год	0,35	
		л/с	0,23	
17	Кількість господарсько-побутових стоків	м ³ /добу	0,57	
		м ³ /год	0,57	
		л/с	1,95	
18	Річна витрата води	м ³ /рік	245	
19	Річна витрата теплової енергії	МВт·год	252,52	
20	Питома тепла потужність будівлі	Вт/м ²	71,75	
21	Питоме річне теплоспоживання	кВт·год/(м ² ·рік)	94,85	
22	Категорія надійності електропостачання	–	III	
23	Розрахункова електрична потужність	кВт	51,40	
24	Річна витрата електроенергії	тис. кВт·год	97,70	
25	Установлена електрична потужність	кВт	80,25	

Розділ 2

Розрахунково-конструктивна частина

2.1. Формування моделі будівлі

Проектована будівля бізнес-центру є триповерховою з цокольним поверхом, з несучими зовнішніми та внутрішніми стінами і монолітними залізобетонними перекриттями. Конструктивна схема будівлі прийнята у вигляді безкаркасної системи з поздовжніми та поперечними несучими стінами, що забезпечують просторову жорсткість і стійкість будівлі.

Для виконання розрахунків прийнята розрахункова модель будівлі, яка відображає реальну роботу несучих конструкцій під дією постійних, тимчасових та особливих навантажень. Модель включає несучі стіни, монолітні плити перекриттів, сходові марші та площадки, а також покриття будівлі. Зв'язок між елементами прийнятий жорстким, що відповідає монолітному характеру конструкцій.

Навантаження на конструкції визначались відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» з урахуванням коефіцієнтів надійності за навантаженням та призначенням будівлі. До розрахунку приймалися постійні та змінні навантаження, які діють на покриття, перекриття та несучі елементи будівлі.

Для формування навантажень на покриття будівлі виконано збір постійних та змінних навантажень у перерахунку на 1 м^2 горизонтальної проєкції покриття. До постійних навантажень віднесено власну вагу шарів покрівельного пирога, а саме: керамічну плитку, гідроізоляційний килим, цементно-піщану стяжку, теплоізоляційний шар, пароізоляцію та власну вагу монолітної залізобетонної плити покриття. Характеристичні значення навантажень визначались за об'ємною вагою матеріалів і їх геометричними параметрами.

Змінним навантаженням на покриття прийнято снігове навантаження, величина якого визначена відповідно до снігового району м. Києва з урахуванням коефіцієнтів переходу до розрахункових значень. Сумарне навантаження на 1 м^2 покриття визначено шляхом додавання постійних і змінних складових з урахуванням коефіцієнтів надійності.

Результати збору навантажень на 1 м^2 покриття наведені у таблиці 2.1. Отримані значення використовуються у подальших розрахунках несучих елементів покриття та визначенні внутрішніх зусиль у конструкціях будівлі.

Таблиця 2.1.1. Наведено збір навантажень на 1м² покриття бізнес-центру

№	Елементи покрівлі	Характ наванта - ження, в (кПа)	Коеф		Навант. розр, кПа
			γ_I	γ_{nI}	
	<i>Пост навантаження</i>				
01	Плитка керамогранітна нековзка $\delta = 0,0120$ м, $\rho_m =$ 2000 кг/м ³	0,325	1,14	0,94	0,345
02	Удроізоляції $\delta = 0,0220$ м, $\rho_m = 620$ кг/м ³	0,1225	1,36		0,155
03	Стяжка М150, $0,0410$ м, $\rho_m = 1900$ кг/м ³	0,7254	1,34	0,94	0,937
04	Мінвата, $\delta = 0,200$ м, $\rho_m =$ 130 кг/м ³	0,1554	1,34	0,94	0,065
06	Збк, монолітної плити $\delta =$ $0,220$ м, $\rho_m = 2550$ кг/м ³				
Все:		1,422			1,48
	<i>Змінне навантаж.</i>				
	Снігове нав.	1,289	1,160		1,476
	<i>Повне навантаж.</i>	2,722			2,875

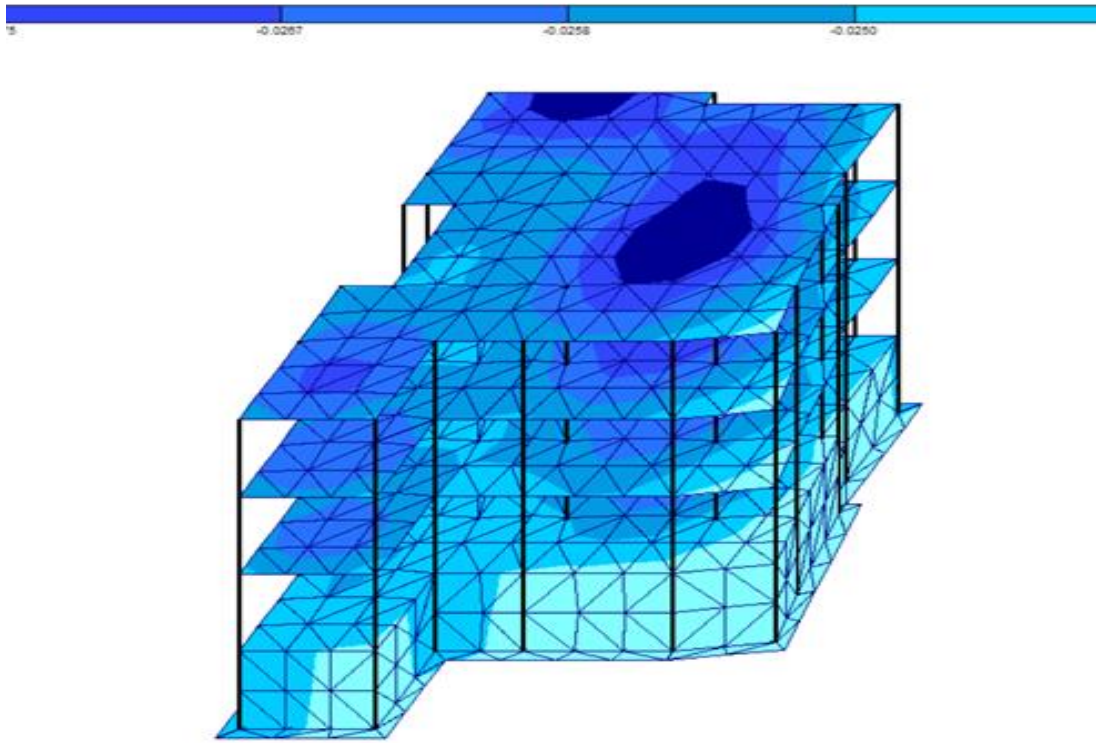


Рис. 2.1.1 модель розрахунку МСЕ

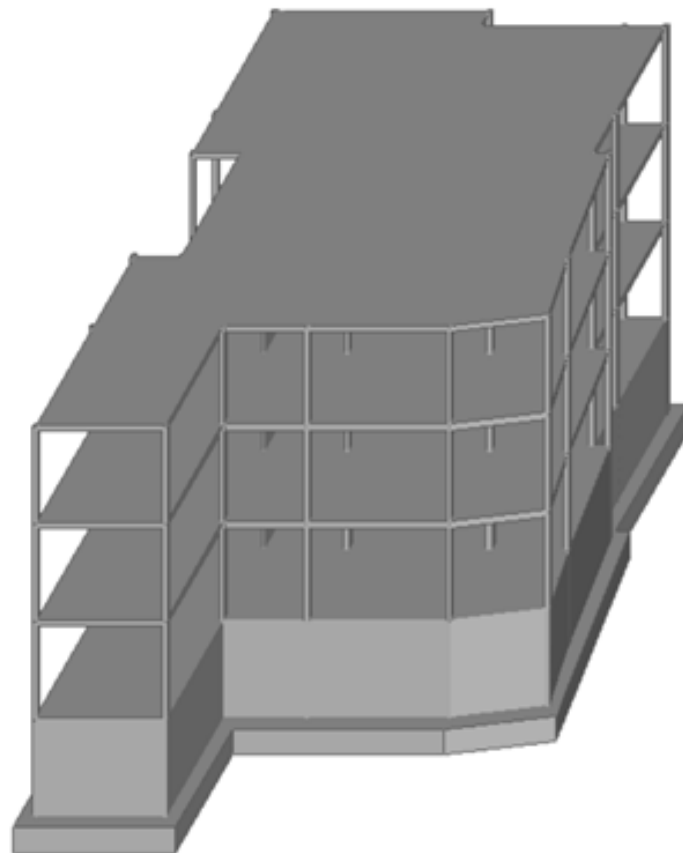


Рис. 2.1.2. Каркас будівлі

У результаті виконаних розрахунків та конструктивного опрацювання монолітної залізобетонної колони К-2 встановлено, що прийняте конструктивне рішення забезпечує необхідну несучу здатність, жорсткість та тріщиностійкість елемента за дії розрахункових навантажень.

Колона запроєктована з поздовжнім армуванням у вигляді чотирьох стержнів діаметром 12 мм класу А400С, що відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо мінімального та максимального відсотка армування для стислих елементів. Поперечне армування виконано у вигляді хомутів зі сталевих стержнів діаметром 8 мм класу А240С з кроком 150 мм, що забезпечує необхідну просторову жорсткість каркаса, стійкість поздовжньої арматури та запобігає її втраті стійкості.

Прийнята схема армування забезпечує надійну спільну роботу бетону та арматури, а також відповідає вимогам щодо конструктивної надійності та довговічності залізобетонних конструкцій будівлі. Конструктивні рішення та армування колони К-2 у повному обсязі відображені на третьому аркуші графічної частини дипломного проєкту у вигляді креслень конструювання та характерних розрізів.

2.2. Конструювання та розрахунок з/б монолітної плити перекриття ПП-2

У межах даного підрозділу виконано розрахунок та конструювання монолітної залізобетонної плити перекриття типу ПП-2 з урахуванням фактичних навантажень та просторової роботи конструкції. Розрахунок проведено з використанням характеристик матеріалів, що відповідають чинним нормативним вимогам для громадських будівель.

Для плити перекриття прийнято важкий бетон класу **С16/20**, який забезпечує необхідну несучу здатність при роботі на згин та зсув. Як робочу арматуру використано сталь класу **А400С**, що дозволяє ефективно сприймати згинальні моменти у двох напрямках. Поперечне армування виконано сталлю класу **А-I**, що забезпечує сприйняття поперечних сил та просторову жорсткість плити.

За результатами розрахунку встановлено, що максимальні вертикальні переміщення плити не перевищують допустимих значень та відповідають вимогам щодо жорсткості перекриттів. Отримані екстремальні значення згинальних моментів і поперечних сил використані для визначення необхідної площі робочої арматури у нижніх та верхніх зонах плити.

Розрахунок армування показав, що прийняті площі поздовжньої та поперечної арматури забезпечують сприйняття розрахункових зусиль з необхідним запасом міцності. У зонах максимальних згинальних моментів передбачено підсилене армування, що гарантує нормальну роботу плити за граничними станами першої та другої груп. Ширина розкриття тріщин знаходиться в межах нормативно допустимих значень, що підтверджує тріщиностійкість конструкції.

Таким чином, прийняте конструктивне рішення монолітної залізобетонної плити перекриття ПП-2 є технічно обґрунтованим, відповідає вимогам міцності, жорсткості та експлуатаційної придатності і може бути рекомендоване для застосування у складі проєктованої будівлі бізнес-центру.

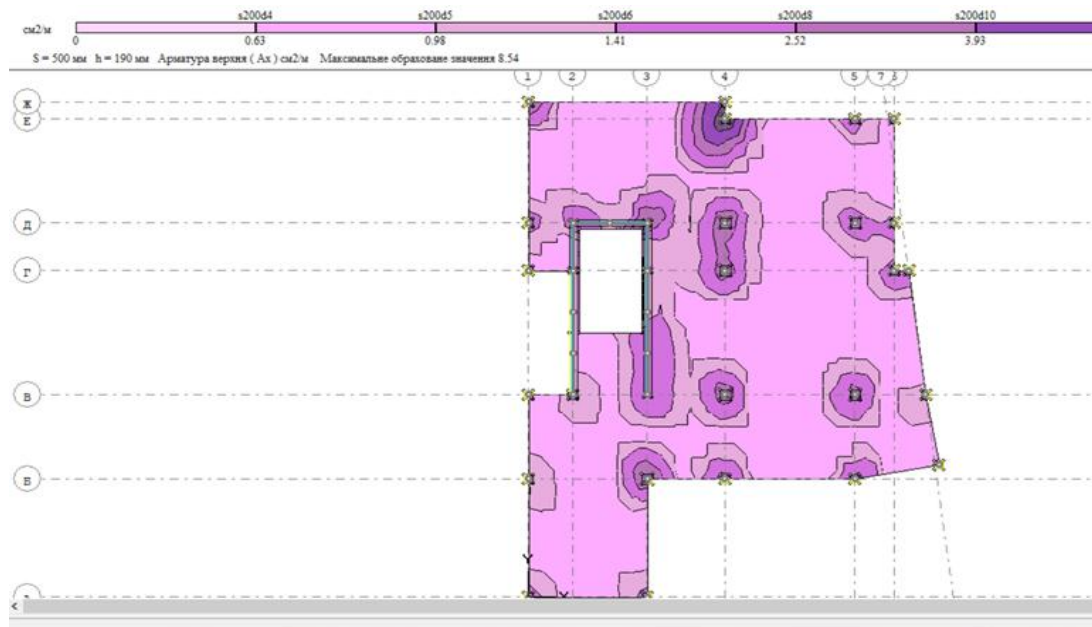


Рис. 2.2.1 Арамування плити перекриття верхнє по осі Х

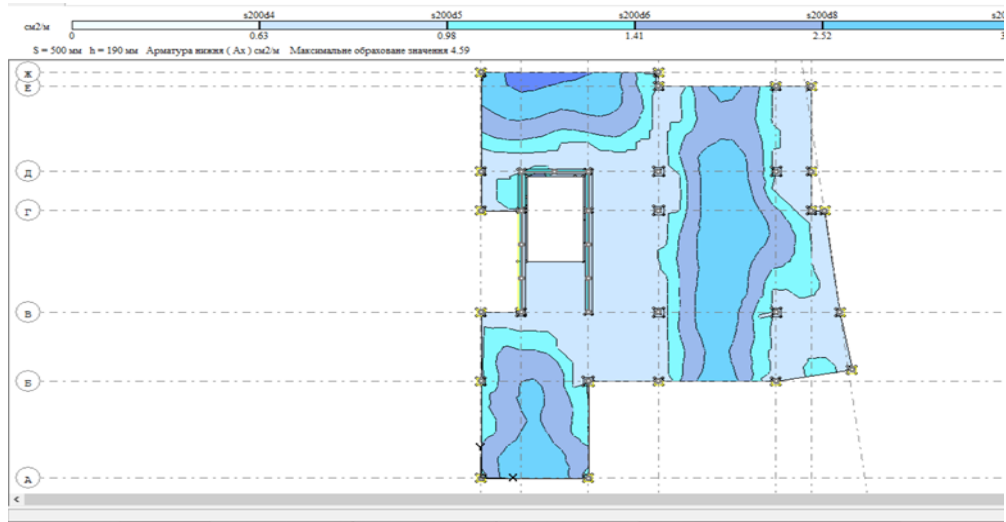


Рис. 2.2.2 Арамування плити перекриття верхнє по осі У

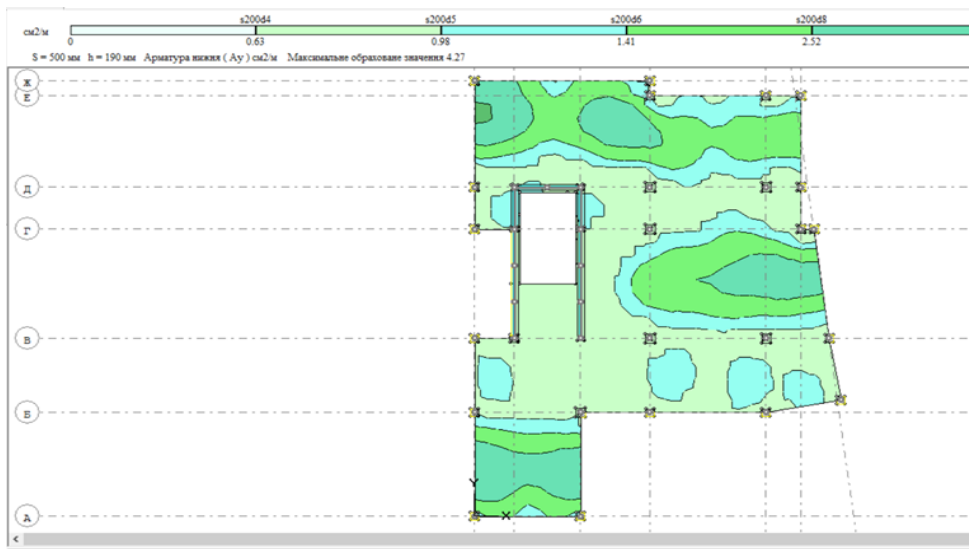


Рис. 2.2.3 Арамування плити перекриття нижнє по осі Х



Рис. 2.2.4. Арамування плити перекриття нижнє по осі У

За результатами розрахунку та конструктивного опрацювання плити перекриття першого поверху прийнято двошарову схему армування з використанням верхньої та нижньої робочих сіток у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Основне армування плити виконано стержневою арматурою діаметром 12 мм класу А400С, що забезпечує сприйняття розрахункових згинальних моментів у прольотах і приопорних зонах.

У місцях концентрації зусиль та підвищених згинальних моментів передбачено локальне підсилення плити додатковою арматурою діаметром 14–16 мм класу А400С, що підвищує несучу здатність конструкції та забезпечує необхідний запас міцності.

Для формування просторової жорсткості арматурного каркаса, фіксації робочих сіток у проектному положенні та забезпечення їх спільної роботи з бетоном застосовано конструктивні елементи з арматури діаметром 6–8 мм класу А240С.

Прийнята схема армування відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо міцності, жорсткості та тріщиностійкості залізобетонних перекриттів і забезпечує надійну та безпечну експлуатацію плити перекриття першого поверху впродовж нормативного терміну служби будівлі.

2.3. Конструювання та розрахунок

з/б фундаментної монолітної плити ФП-2

У даному підрозділі виконано розрахунок та конструктивне опрацювання монолітної залізобетонної фундаментної плити ФП-2, яка сприймає навантаження від надземних конструкцій будівлі та передає їх на основу. Розрахунок виконано з урахуванням сумісної роботи фундаментної плити з ґрунтовою основою, що дозволяє оцінити напружено-деформований стан конструкції в цілому.

За результатами розрахунку визначено переміщення фундаментної плити під дією розрахункових навантажень. Максимальні вертикальні переміщення плити мають від'ємний характер і не перевищують 36 мм, що свідчить про

допустимий рівень осідань і відповідає вимогам щодо експлуатаційної придатності фундаментів будівель даного класу наслідків. Розподіл переміщень є плавним, без різких перепадів, що виключає виникнення небезпечних деформацій та концентрацій напружень у конструкції.

Аналіз внутрішніх зусиль у фундаментній плиті показав, що максимальні згинальні моменти виникають у зонах дії концентрованих навантажень від несучих стін і колон, а також у крайових та кутових ділянках плити. Значення згинальних моментів у напрямках осей X та Y мають порівнянні величини, що підтверджує доцільність застосування двонаправленого армування фундаментної плити. Поперечні сили та крутні моменти не перевищують гранично допустимих значень і враховані при призначенні армування.

На підставі отриманих розрахункових зусиль виконано підбір армування фундаментної плити. Прийнята схема армування передбачає влаштування нижньої та верхньої арматурних сіток у двох взаємно перпендикулярних напрямках, що забезпечує ефективне сприйняття згинальних моментів незалежно від їх напрямку. Мінімальні площі армування прийняті відповідно до вимог нормативних документів і забезпечують необхідну несучу здатність, жорсткість та тріщиностійкість фундаментної плити.

Прийняті конструктивні рішення та параметри армування забезпечують надійну роботу фундаментної плити ФП-2 у складі будівлі, рівномірну передачу навантажень на ґрунтову основу та відповідність вимогам міцності, деформативності й довговічності. Конструктивні схеми армування та характерні перерізи фундаментної плити наведені у графічній частині дипломного проєкту на листі 5.

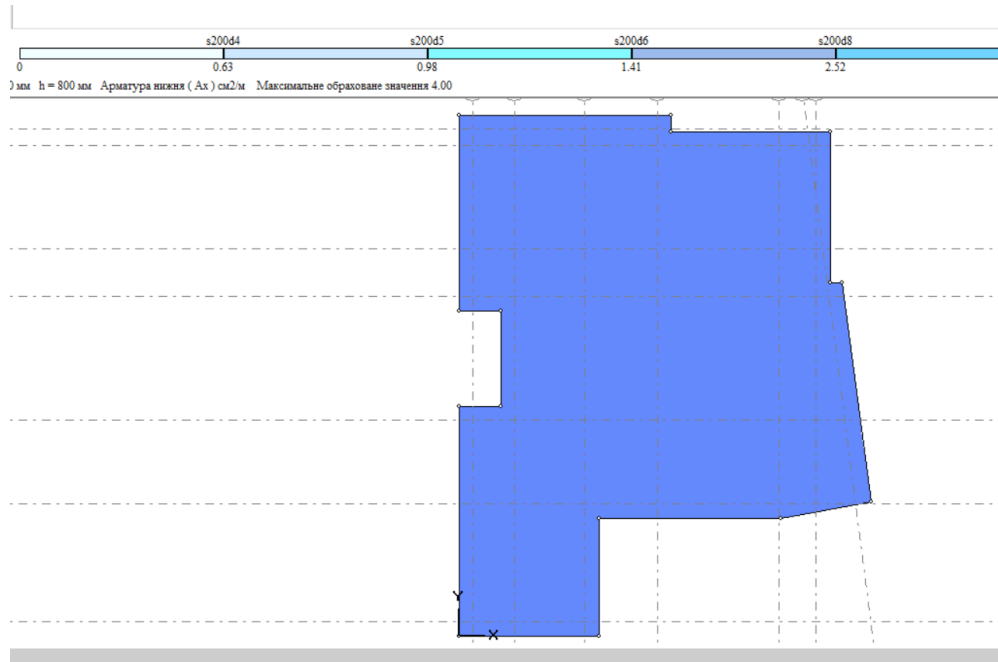


Рис. 2.3.1 Арамування фундаментної плити по осі Х

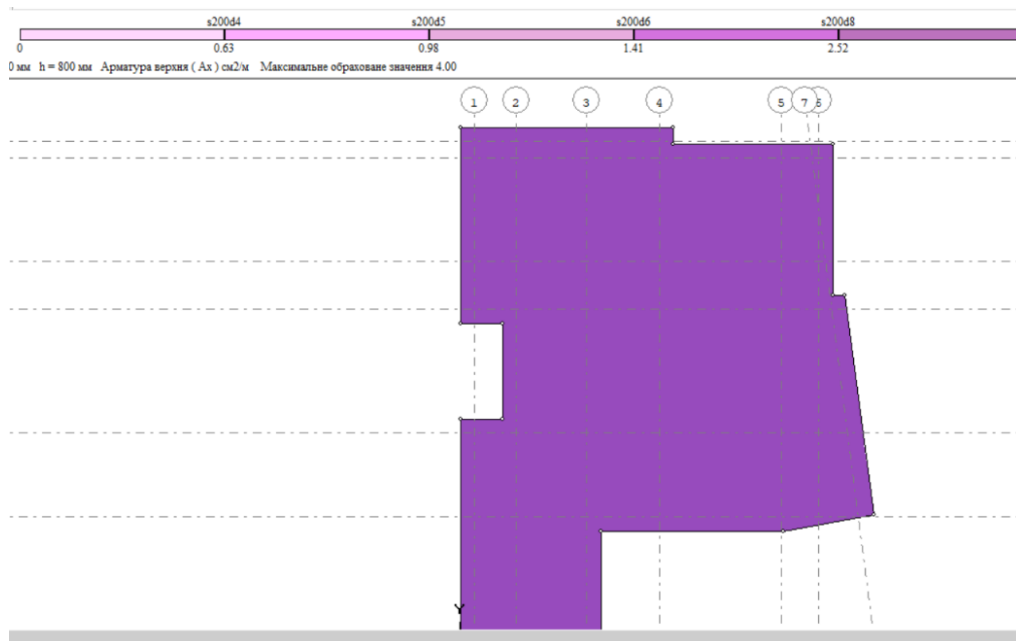


Рис. 2.3.2 Верхнє арамування фундаментної плити по осі У

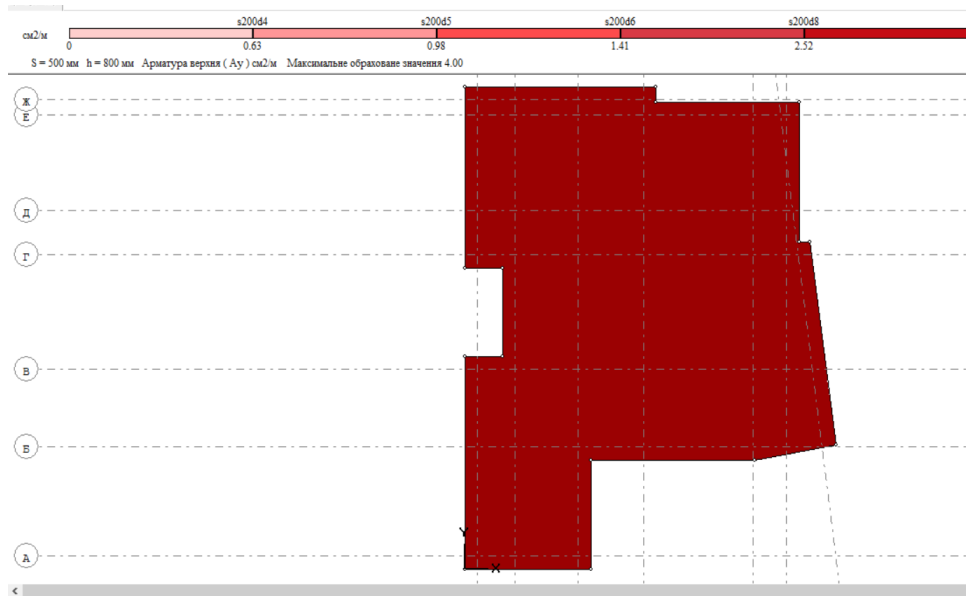


Рис. 2.4.3 Нижнє армування фундаментної плити по осі У

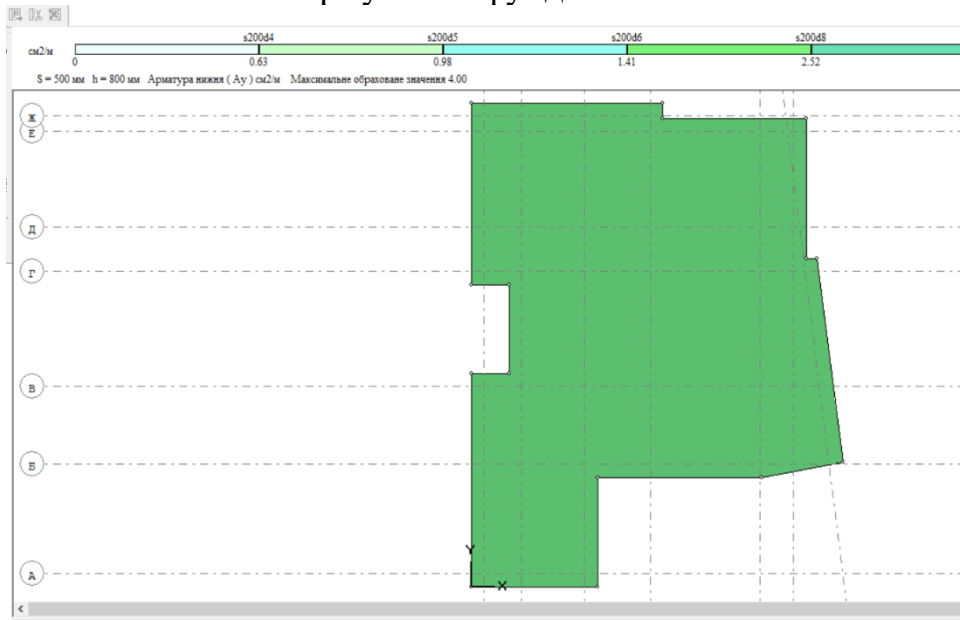


Рис. 2.4.4 Нижнє армування фундаментної плити по осі Х

За результатами розрахунку та конструктивного опрацювання фундаментної монолітної плити прийнято двохшарову схему армування з улаштуванням верхньої та нижньої арматурних сіток у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Основне робоче армування фундаментної плити виконано стержневою арматурою діаметром 12 мм класу А400С, що забезпечує сприйняття розрахункових згинальних моментів і рівномірний розподіл внутрішніх зусиль у плиті.

У зонах підвищених напружень, а також у місцях передавання зосереджених навантажень від несучих конструкцій будівлі передбачено підсилення фундаментної плити додатковою арматурою діаметром 14–16 мм класу А400С, що підвищує несучу здатність конструкції та забезпечує необхідний запас міцності.

Для формування просторової жорсткості арматурного каркаса, фіксації робочих сіток у проектному положенні та забезпечення їх спільної роботи з бетоном застосовано конструктивні елементи з арматури діаметром 6–8 мм класу А240С.

Прийнята схема армування відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо міцності, жорсткості та тріщиностійкості фундаментних плит і забезпечує надійну та довговічну експлуатацію фундаменту будівлі.

3 Розділ

Технологія та організація будівництва бізнес-центру

3.1. Визначення номенклатури і об'ємів робіт

Визначення номенклатури та об'ємів будівельно-монтажних робіт виконано з метою подальшого обґрунтування технології виконання робіт, складання календарного графіка будівництва, розрахунку потреби в трудових, матеріально-технічних ресурсах та вибору раціональної організації будівельного процесу.

Номенклатура робіт сформована відповідно до прийнятих об'ємно-планувальних та конструктивних рішень бізнес-центру і охоплює повний комплекс робіт — від підготовчого та нульового циклу до оздоблювальних і завершальних етапів будівництва. При визначенні переліку робіт враховано послідовність зведення будівлі, технологічні перерви та взаємозв'язок окремих процесів.

До робіт **нульового циклу** віднесено розробку ґрунту екскаватором із доробкою вручну, влаштування бетонної підготовки, влаштування монолітних фундаментів, колон та стін підвалу, а також виконання гідроізоляційних робіт і зворотну засипку котловану з ущільненням ґрунту. Об'єми земляних і бетонних робіт визначені за геометричними розмірами котловану, фундаментних конструкцій та підвальних приміщень згідно з робочими кресленнями.

До робіт **надземної частини будівлі** включено влаштування монолітних колон і перекриттів, зведення зовнішніх і внутрішніх стін, кладку перегородок, монтаж перемичок, влаштування сходових маршів і майданчиків, а також збирання конструкції даху та влаштування покрівлі. Об'єми монолітних і кам'яних робіт визначені за конструктивними схемами та планами поверхів.

Огороджувальні та заповнювальні роботи включають заповнення віконних і дверних прорізів, скління, а також влаштування тепло- та звукоізоляції підлог і горищного перекриття. Об'єми робіт визначені за площею відповідних конструкцій.

До **внутрішніх оздоблювальних робіт** віднесено влаштування різних типів підлог (лінолеум, керамічна плитка, мозаїчні та бетонні підлоги), штукатурні, облицювальні, малярні роботи та обклеювання стін шпалерами. Зовнішні оздоблювальні роботи включають влаштування вентфасадів, а також облицювання

цокольної частини будівлі. Об'єми оздоблювальних робіт визначені за площами приміщень і фасадів будівлі.

Узагальнений перелік і об'єми основних будівельно-монтажних робіт наведено у **таблиці 3.1.1**, яка є вихідною інформацією для подальшої розробки календарного плану будівництва, визначення тривалості виконання робіт і потреби в ресурсах.

Таблиця 3.1.1. Перелік та об'єми робіт по будівництву

№ п/п	Роботи	Од виміру	К-сть
1	Механізована розробка ґрунту котловану екскаваторним способом	100м ³	23,4
2	Ручне доопрацювання ґрунту в місцях, недоступних для механізмів	м ³	85
3	Улаштування бетонної підготовки основ під фундаментні конструкції	м ³	12,3
4	Зведення монолітних залізобетонних фундаментів	м ³	121,7
5	Бетонування монолітних залізобетонних колон підвальної частини	м ³	8,45
6	Влаштування монолітних залізобетонних стін підвалу	м ³	77,5
7	Виконання зворотної засипки котловану з внутрішнього боку будівлі	м ³	673
8	Ущільнення ґрунту механізованим способом	100м ²	8,6
9	Улаштування бетонної підготовки під підлоги підвального поверху	м ³	125
10	Бетонування монолітних перекриттів підвального рівня	м ³	208

11	Виконання гідроізоляційних робіт фундаментних та підземних конструкцій	100м ²	3,65
12	Зворотна засипка пазух котловану з зовнішнього боку будівлі	100м ³	4,25
13	Зведення монолітних залізобетонних колон каркаса будівлі	м ³	43,5
14	Улаштування монолітних залізобетонних міжповерхових перекриттів	м ³	443,5
15	Улаштування монолітних залізобетонних рам під конструкції башти	м ³	4,45
16	Зведення зовнішніх стін з легкобетонних блоків з цегляним облицюванням	м ³	753
17	Кладка внутрішніх несучих та самонесучих стін	м ³	175
18	Зведення цегляних внутрішніх перегородок	м ³	175
19	Монтаж залізобетонних перемичок над прорізами	100шт.	0,82
20	Улаштування залізобетонних сходових майданчиків	м ³	13,2
21	Монтаж залізобетонних сходових маршів	м ³	13,2
22	Монтаж конструкцій даху з улаштуванням покрівельного покриття	м ³	1245
23	Улаштування теплоізоляційної конструкції горищного перекриття, що включає: – улаштування шару пароізоляції; – монтаж теплоізоляційного матеріалу; – улаштування дерев'яного настилу	м ³ 100м ² 100м ² 100м ²	1352,5 7,85 7,85 7,85

24	Монтаж віконних блоків у зовнішні огорожувальні конструкції	м ²	275
25	Встановлення дверних блоків у прорізи	м ²	104
26	Виконання робіт зі скління будівлі	100м ²	5,53
27	Улаштування конструкції тепло- та звукоізоляції підлог, що включає: – укладання теплоізоляційного шару; – улаштування гідроізоляції; – виконання цементно-піщаної стяжки	100м ² 100м ² 100м ²	16,2 16,2 16,2
28	Улаштування підлогових покриттів із комерційного лінолеуму	100м ²	12,82
29	Укладання підлогових покриттів з керамічної плитки	100м ²	1,23
30	Улаштування мозаїчних підлогових покриттів	100м ²	1,95
31	Улаштування монолітних бетонних підлог	100м ²	8,3
32	Виконання внутрішніх штукатурних робіт	100м ²	24,27
33	Проведення облицювальних робіт внутрішніх поверхонь	100м ²	3,95
34	Виконання малярних робіт у внутрішніх приміщеннях	100м ²	16,75
35	Обклеювання стін рулонними оздоблювальними матеріалами (шпалерами)	100м ²	16,45
36	Виконання штукатурних робіт на фасадах будівлі	100м ²	12,52
37	Фарбування фасадних поверхонь будівлі	100м ²	12,52
38	Облицювання цокольної частини будівлі оздоблювальними матеріалами	м ²	165,8

3.2. Підбір самохідного монтажного крана

Підбір самохідного монтажного крана для будівництва бізнес-центру є важливим етапом розроблення технології виконання будівельно-монтажних робіт. Від правильності вибору крана залежать темпи зведення будівлі, безпека праці, раціональне використання будівельної техніки та зниження собівартості робіт. Самохідні крани доцільно застосовувати на об'єктах із порівняно невеликою поверховістю та обмеженими габаритами забудови, оскільки вони характеризуються мобільністю та можливістю швидкого переміщення в межах будівельного майданчика.

Проектована будівля бізнес-центру має габарити в плані $19,98 \times 19,38$ м та загальну висоту 10,1 м. Основними монтажними операціями є встановлення опалубки колон, монтаж арматурних каркасів, бетонування монолітних конструкцій та подача будівельних матеріалів на робочі горизонти. Найбільшу масу серед монтажних елементів має опалубка колон, маса якої становить до 3 т. Таким чином, максимальна маса елемента, що підлягає підйому краном, приймається $Q_{\max} = 3$ т.

Габарити найбільшого монтажного елемента в плані складають $3,3 \times 0,4$ м, що також враховується при визначенні необхідного вильоту стріли та умов безпечного переміщення вантажу. Для забезпечення виконання монтажних робіт визначаємо основні геометричні параметри крана.

Необхідна висота підйому гака крана визначається за формулою:

$$H_{\text{кр}} = H_0 + H_3 + h_{\text{ел}} + h_c,$$

де H_0 — висота будівлі;

H_3 — запас по висоті;

$h_{\text{ел}}$ — висота монтажного елемента;

h_c — висота стропування.

Підставляючи значення, отримаємо:

$$H_{\text{кр}} = 10,1 + 0,3 + 3,3 + 1,5 = 14,7 \text{ м.}$$

Отже, висота підйому гака крана повинна бути не меншою за 14,7 м.

Необхідний виліт стріли визначається з урахуванням габаритів будівлі, відстані від осі крана до зони монтажу та конструктивних особливостей стріли:

$$L_{\text{стр}} = (10,1 - 1) / 1,86 + 12,3 + 0,7 = 23,06 \text{ м.}$$

Довжина стріли крана визначається за формулою:

$$l_{\text{стр}} = (10,1 - 1) / 0,88 + (12,3 + 2 \cdot 0,7) / (2 \cdot 0,4600) = 23,8 \text{ м.}$$

На основі отриманих розрахункових параметрів — вантажопідйомності, висоти підйому гака та вильоту стріли — здійснюється вибір марки самохідного монтажного крана. Для даних умов будівництва найбільш доцільним є застосування крана марки МКГ-40, технічні характеристики якого повністю відповідають вимогам проєкту.

Кран МКГ-40 має виліт стріли від 8,5 до 26 м, вантажопідйомність до 8 т на мінімальному вильоті та максимальну вантажопідйомність 40 т, а також висоту підйому гака до 28,5 м. Такі параметри забезпечують безпечне та ефективне виконання монтажних робіт із запасом по основних технічних характеристиках.

Застосування самохідного монтажного крана МКГ-40 дозволяє раціонально організувати будівельний процес, зменшити тривалість монтажних операцій, забезпечити необхідну маневреність на будівельному майданчику та виконувати роботи з дотриманням вимог охорони праці.

Таблиця 3.2.1. Технічні характеристики крана

Марка	Виліт стріли, м		Вант-підємність, т		Висота підйому гака, м	
	min	max	min	max	min	max
МКГ-40	8,5	26	8	40	16	28,5

3.3. Технологічна карта на ведення монолітних робіт.

Технологічна карта на виконання монолітних залізобетонних робіт розроблена з метою раціональної організації будівельного процесу, забезпечення високої якості виконання робіт, дотримання вимог охорони праці та скорочення термінів будівництва бізнес-центру. Монолітні роботи є одними з найбільш трудомістких і відповідальних етапів зведення будівлі, оскільки від їх якості залежить надійність, довговічність та експлуатаційна придатність усієї конструктивної системи.

Технологічна карта охоплює комплекс робіт з улаштування монолітних колон і перекриттів, включаючи монтаж і демонтаж опалубки, встановлення арматурних каркасів, укладання та ущільнення бетонної суміші, а також догляд за бетоном у процесі тверднення. Роботи виконуються потоковим методом із поетапним переходом бригад між захватками, що забезпечує рівномірне завантаження трудових ресурсів і скорочення простоїв.

Умови виконання робіт

Монолітні роботи виконуються в нормальних умовах будівництва при температурі навколишнього повітря не нижче +5 °С. У разі зниження температури передбачаються заходи з прогріву бетону або застосування протиморозних добавок відповідно до вимог чинних нормативних документів. Бетонна суміш доставляється на будівельний майданчик автобетонозмішувачами з бетонного вузла та подається до місця укладання за допомогою крана.

Перед початком робіт здійснюється перевірка готовності основи, правильності геометричних розмірів опалубки, наявності закладних деталей та відповідності арматурних каркасів проєктним рішенням.

Послідовність виконання монолітних робіт

Процес улаштування монолітних конструкцій складається з таких основних етапів:

1. **Улаштування опалубки для колон.** Опалубка монтується з інвентарних щитів з урахуванням проєктних розмірів і розташування колон.

Щити опалубки встановлюються у вертикальному положенні, закріплюються розпірками та стяжками, що забезпечує жорсткість і геометричну незмінність конструкції під час бетонування. Особлива увага приділяється герметичності стиків для запобігання витіканню цементного молочка.

2. **Улаштування арматурних каркасів колон.** Арматурні каркаси виготовляються заздалегідь або безпосередньо на будівельному майданчику відповідно до робочих креслень. Каркаси встановлюються в проєктне положення з використанням дистанційних фіксаторів, які забезпечують необхідну товщину захисного шару бетону.

3. **Укладання бетонної суміші в колони.** Бетонування колон виконується пошарово з висотою шару не більше 0,5 м. Ущільнення бетонної суміші здійснюється глибинними вібраторами до появи цементного молочка на поверхні. У процесі бетонування контролюється вертикальність колон та відсутність розшарування суміші.

4. **Розпалублення колон.** Демонтаж опалубки колон виконується після досягнення бетоном розпалубної міцності. Опалубка знімається обережно, без пошкодження поверхні бетону та кромки конструкції.

5. **Улаштування опалубки перекриття.** Опалубка перекриття складається з телескопічних стояків, ригелів і палуби. Вона встановлюється відповідно до проєктних відміток, з урахуванням необхідних ухилів і прогинів. Перед бетонуванням перевіряється стійкість опалубки та правильність її монтажу.

6. **Монтаж арматурних каркасів балок і монолітної плити перекриття.** Арматура укладається в проєктне положення з дотриманням кроку та діаметрів стрижнів. Верхні й нижні сітки з'єднуються між собою фіксаторами, що забезпечують просторову жорсткість арматурного каркасу.

7. **Бетонування перекриття.** Укладання бетонної суміші виконується рівномірно по всій площі перекриття з подальшим ущільненням вібраторами. Поверхня бетону вирівнюється правилами та затирається. Після завершення

бетонування здійснюється догляд за бетоном шляхом зволоження або накриття плівкою.

8. **Розбирання опалубки перекриття.** Демонтаж опалубки виконується поетапно після досягнення бетоном необхідної міцності, починаючи з допоміжних елементів.

Організація праці та трудові ресурси

Виконання монолітних робіт здійснюється спеціалізованими ланками, до складу яких входять теслярі, арматурники та бетонщики відповідних розрядів.

Загальні витрати праці на виконання комплексу монолітних робіт становлять 623,8 люд.-год, що підтверджує високу трудомісткість даного виду робіт та необхідність їх чіткої організації.

Контроль якості та безпека праці

Контроль якості монолітних робіт здійснюється на всіх етапах будівництва та включає перевірку якості опалубки, арматурних каркасів і бетонної суміші. Особлива увага приділяється дотриманню проектних розмірів, товщини захисного шару бетону та якості ущільнення суміші.

Під час виконання робіт дотримуються вимоги охорони праці: робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту, робочі місця огорожуються, а вантажопідіймальні операції виконуються під керівництвом відповідальних осіб.

Розроблена технологічна карта на виконання монолітних робіт забезпечує раціональну організацію будівельного процесу, оптимальне використання трудових ресурсів і механізмів, а також гарантує отримання конструкцій з необхідними міцнісними та експлуатаційними характеристиками. Запропонована технологія дозволяє виконувати монолітні роботи в установлені терміни з дотриманням вимог якості та безпеки.

3.4. Складання календарного плану виконання робіт

Календарний план виконання робіт є одним з основних документів організації будівництва, який визначає послідовність, тривалість і взаємозв'язок усіх будівельно-монтажних процесів у часі. Його розроблення спрямоване на забезпечення своєчасного введення об'єкта в експлуатацію за умови раціонального використання трудових, матеріальних і технічних ресурсів, а також дотримання вимог чинних нормативних документів.

Під час складання календарного плану для будівництва бізнес-центру враховувалися об'ємно-планувальні та конструктивні особливості будівлі, прийнята технологія виконання робіт, умови будівельного майданчика, можливість суміщення окремих процесів у часі, а також забезпеченість будівництва необхідними механізмами і робочою силою.

Відповідно до вимог ДБН «Норми тривалості будівництва та заділу в будівництві будівель і споруд», нормативна тривалість зведення торгово-офісних центрів аналогічного класу складності становить **12 місяців**. Дана величина приймається як гранична та не повинна бути перевищена при розробленні календарного плану.

Згідно з розрахунками та прийнятими організаційно-технологічними рішеннями, фактична тривалість будівництва за календарним планом становить **225 робочих днів**, що відповідає нормативним вимогам і забезпечує введення об'єкта в експлуатацію у встановлений термін.

Календарний план поділяється на три основні періоди:

- підготовчий період;
- основний будівельний період;
- завершальний період (оздоблювальні та пусконаладжувальні роботи).

Підготовчий період включає роботи з організації будівельного майданчика, влаштування тимчасових доріг, підведення інженерних мереж, встановлення тимчасових будівель і споруд, а також підготовку території до виконання основних будівельних робіт. Тривалість підготовчого періоду прийнята **30 днів**, що відповідає складності об'єкта та умовам забудови.

Основний період охоплює земляні роботи, улаштування фундаментів, зведення несучих конструкцій, перекриттів, стін, покрівлі, а також монтаж інженерних мереж. Цей період є найбільш тривалим і трудомістким. Для його оптимізації було передбачено поєднання окремих процесів у часі, зокрема паралельне виконання робіт на різних захватках.

Завершальний період включає оздоблювальні роботи, монтаж обладнання, благоустрій території та підготовку об'єкта до здачі в експлуатацію. Роботи цього періоду також частково суміщаються з основним періодом, що дозволяє скоротити загальну тривалість будівництва.

При розробленні календарного плану були застосовані такі основні принципи:

- послідовність виконання робіт відповідно до прийнятої технології будівництва;
- максимальне суміщення будівельних процесів у часі без порушення вимог безпеки та якості;
- рівномірний розподіл трудових ресурсів протягом усього періоду будівництва;
- забезпечення безперервної роботи провідних будівельних машин і механізмів;
- скорочення простоїв робітників і техніки.

Завдяки раціональному поєднанню робіт у часі та ефективному використанню будівельних машин вдалося досягти скорочення загальної тривалості будівництва на 15 днів порівняно з нормативною.

Загальна трудомісткість будівництва бізнес-центру, визначена на підставі об'ємів робіт і діючих норм часу, становить **3635 люд.-днів**. Цей показник відображає сумарні витрати праці на виконання всіх будівельно-монтажних процесів.

Максимальна чисельність робітників на будівельному майданчику складає **16 осіб** і припадає на період виконання найбільш трудомістких робіт, зокрема монолітних і оздоблювальних. Середня чисельність робітників протягом усього

періоду будівництва становить **12 осіб**, що забезпечує достатній рівень продуктивності праці без перевантаження будівельного майданчика.

Для оцінки ефективності організації праці в календарному плані визначено коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили, який становить **1,32**. Дане значення свідчить про допустимий рівень коливань чисельності робітників у часі та відповідає вимогам організації будівельного виробництва.

Зменшення нерівномірності досягалося шляхом:

- суміщення різнорідних процесів;
- гнучкого формування бригад;
- поетапного введення спеціалізованих ланок.

Техніко-економічні показники календарного плану

Основні техніко-економічні показники календарного плану наведені нижче:

- тривалість підготовчого періоду — **30 днів**;
- загальна трудомісткість будівництва — **3635 люд.-днів**;
- максимальна чисельність робітників — **16 осіб**;
- середня чисельність робітників — **12 осіб**;
- коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили — **1,32**.

Розроблений календарний план виконання робіт забезпечує дотримання нормативних строків будівництва бізнес-центру та створює умови для ефективної організації будівельного процесу. Прийняті організаційно-технологічні рішення дозволяють скоротити тривалість будівництва за рахунок суміщення процесів у часі, оптимального використання трудових ресурсів і будівельних машин, а також рівномірного розподілу навантаження на робітників.

Календарний план може бути використаний як основа для подальшого оперативного планування, контролю ходу будівництва та коригування графіків виконання робіт у процесі реалізації проєкту.

3.5. Проектування будгенплану

Будівельний генеральний план (будгенплан) є одним з основних організаційно-технологічних документів, що визначає раціональне розміщення тимчасових будівель і споруд, будівельних машин, складів матеріалів, інженерних мереж та транспортних шляхів у межах будівельного майданчика. Його розроблення спрямоване на створення безпечних і зручних умов праці, забезпечення безперебійного виконання будівельно-монтажних робіт, а також мінімізацію внутрішньомайданчикових перевезень і простоїв техніки.

Будгенплан для будівництва бізнес-центру розроблений на основі прийнятого календарного плану, технології виконання робіт, характеристик будівельного майданчика та з урахуванням вимог чинних нормативних документів з охорони праці, пожежної безпеки й організації будівельного виробництва.

Будівництво будівлі передбачається виконувати в умовах щільної міської забудови із обмеженою площею будівельного майданчика. У зв'язку з цим особливу увагу приділено компактному та раціональному розміщенню всіх елементів будгенплану, а також забезпеченню чіткої організації руху транспорту та пішоходів.

Основні будівельно-монтажні роботи виконуються із застосуванням самохідного монтажного крана **МКГ-40**, який забезпечує подачу матеріалів, конструкцій і опалубки в зону монтажу. Шлях руху крана запроектований уздовж фасаду будівлі, що дозволяє обслуговувати всю зону будівництва без додаткових перестановок та зменшує тривалість монтажних операцій.

Робота монтажного крана супроводжується утворенням небезпечної зони, в межах якої можливе падіння вантажів або їх елементів. У цій зоні на будгенплані передбачено розміщення лише відкритих складських майданчиків для зберігання керамічної цегли, залізобетонних конструкцій та елементів інвентарної опалубки.

Розташування тимчасових будівель, побутових приміщень та основних пішохідних маршрутів запроектоване за межами небезпечної зони, що відповідає

вимогам охорони праці та забезпечує безпечні умови перебування персоналу на будівельному майданчику.

Відкриті склади будівельних матеріалів розміщені поблизу внутрішньомайданчкової дороги, що забезпечує зручність розвантаження автотранспорту та мінімізує переміщення матеріалів вручну. Складські майданчики запроектовані з твердим покриттям, що унеможливорює просідання та забруднення матеріалів у процесі експлуатації.

Рух будівельного і автомобільного транспорту на території будмайданчика організований за односторонньою схемою, ширина проїзду становить **3,5 м**, що відповідає вимогам для безпечного проїзду вантажного транспорту. В'їзд і виїзд автотранспорту здійснюється через основні ворота, що дозволяє уникнути перехрещення транспортних і пішохідних потоків.

Тимчасові побутові та адміністративні будівлі розміщені поблизу входу на будівельний майданчик. Таке рішення дозволяє робітникам користуватися санітарно-побутовими приміщеннями без необхідності проходження через робочу зону, що підвищує рівень безпеки та зручності експлуатації.

До складу тимчасових інвентарних будівель входять: контора виконроба, диспетчерська, санітарно-побутові приміщення, душові, умивальні, сушарки для одягу та взуття, медичний пункт і столова. Усі тимчасові будівлі забезпечуються підведенням необхідних інженерних мереж — електропостачання, водопостачання та водовідведення.

Потреба у тимчасових будівлях визначалась виходячи з максимальної чисельності працюючих на будівельному майданчику. Згідно з календарним планом максимальна чисельність робітників становить **16 осіб**. Загальна кількість персоналу з урахуванням інженерно-технічних працівників і службовців визначена з урахуванням коефіцієнтів співвідношення та становить **19 осіб**.

Для розрахунку площ санітарно-побутових і службових приміщень прийнято, що чисельність робітників становить 75% від загальної кількості персоналу, а чисельність ІТР і службовців — 85%. На підставі нормативних

показників визначені необхідні площі тимчасових будівель, які забезпечують нормальні умови праці та побуту персоналу.

Для забезпечення пожежної безпеки на території будівельного майданчика запроектований тимчасовий пожежний водопровід з установленням пожежних гідрантів у доступних місцях. Розміщення гідрантів забезпечує можливість подачі води до будь-якої точки будівельного майданчика у разі виникнення пожежі.

Електропостачання тимчасових будівель і механізмів здійснюється від тимчасової електромережі з улаштуванням розподільчих щитів і захисних пристроїв. Усі електромонтажні роботи виконуються відповідно до вимог електробезпеки.

Для забезпечення безпечної роботи у вечірній та нічний час передбачене штучне освітлення території будівельного майданчика. Освітлення здійснюється за допомогою прожекторів типу **ПЗС-45**, які розташовуються по кутах огорожі будмайданчика.

Розрахунок кількості прожекторів виконано з урахуванням площі освітлення та потужності ламп. За результатами розрахунку прийнято **4 прожектори**, що забезпечує достатній рівень освітленості відповідно до нормативних вимог.

4 Розділ Економіка будівництва

4.1. Вступ до економічної частини

Економічна частина кваліфікаційної роботи магістра є важливим етапом комплексного обґрунтування прийнятих у проєкті інженерних, конструктивних і технологічних рішень. Вона спрямована на визначення вартості будівництва об'єкта, оцінку ефективності використання матеріальних, трудових і технічних ресурсів, а також на аналіз економічної доцільності реалізації проєкту в цілому.

У межах даної роботи економічні розрахунки виконуються для об'єкта будівництва - Бізнес-центру, зведення якого передбачає виконання значного

комплексу будівельно-монтажних, спеціальних та оздоблювальних робіт. Об'єкт характеризується складною об'ємно-планувальною структурою, застосуванням монолітних залізобетонних конструкцій, сучасних огорожувальних систем і інженерного обладнання, що істотно впливає на формування загальної кошторисної вартості.

Розрахунок кошторисної вартості об'єкта виконано із застосуванням програмного комплексу АВК-5, який широко використовується в будівельній галузі України для складання інвесторських і договірних кошторисів. Програма дозволяє автоматизувати процес визначення прямих витрат, накладних витрат і кошторисного прибутку, а також врахувати чинні державні будівельні норми, ресурсні елементні кошторисні норми та поточні ціни на матеріально-технічні ресурси.

Вихідними даними для складання кошторисної документації є перелік та обсяги робіт, визначені у технологічній і організаційній частинах проєкту, прийняті конструктивні рішення, календарний план виконання робіт, а також характеристики застосовуваних машин і механізмів. На основі цих даних сформовано локальні кошториси на окремі види робіт, зведений кошторисний розрахунок та визначено загальну вартість будівництва.

За результатами виконаних розрахунків встановлено, що кошторисна вартість будівництва торгово-офісного центру перевищує 90 млн грн, що відповідає масштабам та складності об'єкта. Отримані показники дозволяють оцінити структуру витрат, виявити найбільш матеріало- та трудомісткі процеси, а також створюють основу для подальшого аналізу економічної ефективності прийнятих проєктних рішень.

4.2. Локальний кошторис на загально-будівельні роботи

Локальний кошторис складено на загально-будівельні роботи при використанні автоматизованої програми АВК-5 (редакція 3.10.3.) і подано в додатку 1.

5 Розділ

Охорона праці

Охорона праці є невід'ємною складовою проектування та організації будівництва будівель і споруд та спрямована на створення безпечних і нешкідливих умов праці для працівників на всіх етапах зведення та подальшої експлуатації об'єкта. У дипломному проекті охорона праці розглядається з урахуванням особливостей будівництва та експлуатації бізнес-центру, прийнятих конструктивних і технологічних рішень, а також вимог чинного законодавства України.

Проектування заходів з охорони праці виконано відповідно до Закону України «Про охорону праці», ДБН А.3.2-2:2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві», ДБН В.1.2-7:2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека», ДСТУ EN 1991-1-7 та інших нормативних документів.

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

Під час виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті бізнес-центру можливий вплив на працівників таких небезпечних і шкідливих факторів:

- падіння з висоти при виконанні робіт на перекриттях, сходових клітках та покрівлі;
- ураження працівників рухомими частинами будівельних машин і механізмів;
- падіння будівельних матеріалів та інструментів з висоти;
- електротравматизм при використанні електроінструменту;
- вплив шуму, пилу та вібрації;
- ризик виникнення пожежі під час виконання зварювальних та ізоляційних робіт.

З метою зменшення впливу зазначених факторів у проекті передбачено комплекс організаційних і технічних заходів.

5.2. Заходи з охорони праці під час виконання будівельних робіт

Будівельно-монтажні роботи виконуються відповідно до затвердженого проєкту виконання робіт (ПВР) та технологічних карт. Перед початком робіт усі працівники проходять вступний і первинний інструктажі з охорони праці, а також періодичне навчання і перевірку знань з безпечних методів праці.

Роботи з улаштування монолітних конструкцій виконуються із застосуванням інвентарної опалубки заводського виготовлення, що забезпечує необхідну стійкість та жорсткість. Перед бетонуванням обов'язково перевіряється надійність кріплення опалубки та арматурних каркасів.

Під час армування та бетонування забороняється перебування працівників під піднятим вантажем. Стропування вантажів здійснюється сертифікованими вантажозахоплювальними пристроями. Робота самохідного крана МКГ-40 організовується з дотриманням меж небезпечної зони та встановленням сигнальних огорож.

5.3. Безпека робіт на висоті

Роботи на висоті понад 1,3 м виконуються з дотриманням вимог охорони праці для висотних робіт. По периметру перекриттів і покрівлі влаштовуються тимчасові огороження висотою не менше 1,1 м з бортовими дошками. Працівники забезпечуються запобіжними поясами та страхувальними канатами.

Покрівельні роботи виконуються лише за сприятливих погодних умов. Вихід на покрівлю організовано через люк-лаз у сходовій клітці, що відповідає вимогам пожежної та експлуатаційної безпеки.

5.4. Електробезпека

Для живлення будівельного майданчика передбачено тимчасову електромережу з використанням понижувальних трансформаторів. Усі електроустановки заземлюються, а кабелі прокладаються з урахуванням захисту від механічних пошкоджень. Роботи з електрообладнання виконують лише працівники, які мають відповідну групу допуску з електробезпеки.

5.5. Пожежна безпека

Проектом передбачено виконання комплексу заходів пожежної безпеки як під час будівництва, так і під час експлуатації будівлі. На будівельному майданчику встановлюються пожежні щити, вогнегасники та забезпечується доступ до пожежних гідрантів.

У будівлі запроєктовано дві сходові клітки типу С1, що забезпечують нормативну евакуацію людей з усіх поверхів. Евакуаційні виходи мають необхідну ширину та освітлення. Матеріали оздоблення шляхів евакуації відповідають вимогам щодо класу пожежної небезпеки.

5.6. Санітарно-гігієнічні умови праці

Для працівників будівельного майданчика передбачено тимчасові санітарно-побутові приміщення: роздягальні, душові, умивальні та санітарні вузли. Умови праці відповідають вимогам гігієни та охорони праці, забезпечується питна вода та місця для відпочинку.

Під час експлуатації бізнес-центру забезпечуються нормативні параметри мікроклімату, природного та штучного освітлення, вентиляції та рівня шуму відповідно до чинних санітарних норм.

5.7. Заходи з охорони праці під час експлуатації будівлі

Під час експлуатації будівлі передбачено безпечну організацію руху людей, у тому числі маломобільних груп населення. Запроєктовано безбар'єрний доступ до будівлі, санітарний вузол для МГН та вантажопасажирський ліфт.

Обслуговування інженерних систем і вихід на покрівлю здійснюються лише навченим персоналом з дотриманням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

Висновок

Запроєктовані заходи з охорони праці забезпечують безпечні умови виконання будівельно-монтажних робіт та подальшої експлуатації бізнес-центру. Комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних рішень відповідає чинним нормативним вимогам і спрямований на мінімізацію виробничих ризиків, збереження життя та здоров'я працівників і користувачів будівлі.

Розділ 6. Наукова частина

ЗЧЕПЛЕННЯ МЕТАЛЕВОЇ ТА СКЛОПЛАСТИКОВОЇ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ

В останні роки у будівельній галузі спостерігається стійка тенденція до розширення сфери застосування неметалевої, зокрема композитної, арматури. Підвищений інтерес до даного виду армувальних матеріалів зумовлений сукупністю експлуатаційних та фізико-механічних переваг, які роблять її конкурентоспроможною альтернативою традиційній сталевій арматурі в ряді інженерних рішень.

До основних переваг композитної арматури слід віднести її високу корозійну стійкість, що дозволяє ефективно застосовувати її в агресивних середовищах без необхідності додаткового захисту. Вона характеризується значною міцністю на розтяг, відсутністю вираженої ділянки текучості, властивої сталевим матеріалам, а також малим відновлювальним видовженням при руйнуванні, яке, як правило, знаходиться в межах 0,5–3,0 %. Важливою перевагою є коефіцієнт теплового розширення, близький за значенням до відповідного показника бетону, що зменшує ризик виникнення додаткових температурних напружень у залізобетонних елементах.

Окрім цього, композитна арматура має малу масу, що суттєво спрощує транспортування та монтаж, відзначається високою хімічною стійкістю, у тому числі до дії лужного середовища цементного каменю, є магнітно інертною, володіє діелектричними властивостями та радіопрозорістю. Надзвичайно низький коефіцієнт теплопередачі - у десятки разів менший порівняно зі сталлю - робить її перспективною з точки зору зменшення теплових містків у будівельних конструкціях.

Разом з тим, поряд із перевагами композитна арматура має і суттєві обмеження, які стримують її широке впровадження у відповідальних конструкціях. Найбільш значущим недоліком є знижений модуль пружності, який приблизно у чотири рази менший, ніж у сталевій арматурі. Це призводить до збільшення прогинів елементів при експлуатаційних навантаженнях.

Характер руйнування композитної арматури є крихким, без попередніх пластичних деформацій, що ускладнює прогнозування граничного стану конструкцій. Додатково слід враховувати анізотропність матеріалу, яка проявляється у зниженій міцності при зсуві та осьовому стисканні, а також низьку вогнестійкість - втрата несучої здатності може відбуватися вже при температурах порядку 100–110 °С.

З огляду на зазначені особливості, композитна арматура переважно застосовується у дорожньому, гідротехнічному та геотехнічному будівництві, а також при армуванні фундаментів, плит на ґрунтовій основі та елементів залізобетонних конструкцій, до яких не висувуються підвищені вимоги щодо вогнестійкості.

Однією з ключових проблем при застосуванні будь-якого виду арматури є забезпечення надійного зчеплення між арматурним стержнем і бетоном. Сили зчеплення формують у приарматурній зоні складний напружено-деформований стан, що зумовлює нерівномірний розподіл напружень уздовж осі стержня. Внаслідок цього поздовжні зусилля в арматурі змінюються по довжині її анкерування, що безпосередньо впливає на тріщиностійкість та несучу здатність залізобетонних елементів.

У даній роботі поставлено завдання дослідити особливості зчеплення склокомпозитних арматурних стержнів типу АКС800 з важким бетоном. Експериментальні дослідження виконуються методом випробування балок на згин відповідно до рекомендацій RILEM/CEB/FIP, що дозволяє оцінити характер взаємодії арматури з бетоном в умовах, наближених до реальної роботи конструкцій.

Нормативна база України щодо проектування конструкцій із застосуванням композитної арматури представлена, зокрема, документом ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012. Згідно з його положеннями, розрахунок залізобетонних елементів із неметалевою арматурою рекомендовано виконувати за чинними нормами для сталезалізобетонних конструкцій із заміною сталевих арматур на композитну з урахуванням лінійної діаграми її роботи та відповідних розрахункових

характеристик міцності. При цьому спеціальні розрахункові залежності, що безпосередньо описують процес зчеплення композитної арматури з бетоном, у чинних нормах відсутні.

Слід також враховувати, що характеристики зчеплення суттєво залежать від геометрії та типу періодичного профілю композитної арматури, які можуть істотно відрізнятися у продукції різних виробників. Склокомпозитні стержні виготовляються з різними варіантами поверхневого профілю (рис. 6.1), що безпосередньо впливає на механізм передавання зусиль між арматурою та бетоном. Як наслідок, арматура різного виробництва за однакових умов може демонструвати різні показники зчеплення, що підтверджується результатами експериментальних досліджень.



Рисунок 6.1. Види композитної арматури

Аналіз вітчизняних і зарубіжних наукових публікацій, присвячених дослідженню зчеплення композитної арматури з бетоном, дозволяє сформулювати низку узагальнених положень, що мають принципове значення

для подальших експериментальних досліджень та практичного застосування таких армувальних елементів.

Встановлено, що найбільш ефективно зчеплення з бетонною матрицею забезпечує композитна арматура з вираженим періодичним профілем. Зокрема, арматурні стержні типу СПА, поверхня яких формується шляхом двозаходної спіральної навивки скляних волокон, демонструють підвищену адгезійну здатність. Такий тип профілю сприяє утворенню на поверхні арматури деформованих ділянок періодичної форми, які забезпечують механічне зачеплення з цементним каменем і покращують умови передачі зусиль між арматурою та бетоном.

Разом із геометрією поверхні арматурного стержня суттєвий вплив на міцність зчеплення має клас бетону. Зі зростанням міцності бетону, як правило, підвищується його здатність сприймати контактні напруження в приарматурній зоні, що позитивно позначається на загальному рівні зчеплення. Проте при цьому характер руйнування може змінюватися від виривання арматури до руйнування бетонної оболонки, що потребує детального аналізу механізму взаємодії матеріалів.

Крім класу бетону, на характеристики зчеплення істотно впливають конструктивні параметри композитної арматури, зокрема крок навивки волокон, кут їх нахилу відносно поздовжньої осі стержня, а також геометричні особливості деформованої структури поверхні. Зміна зазначених параметрів може призводити як до зростання, так і до зниження ефективності анкерування, що підтверджує необхідність урахування технології виготовлення арматури конкретного виробника при оцінюванні її роботи в бетоні.

Вибір методики експериментального дослідження зчеплення арматури з бетоном безпосередньо залежить від поставлених наукових задач. Геометричні розміри зразків, їх форма, тип навантаження та спосіб прикладання зусиль визначають напружено-деформований стан у бетоні й арматурі, а також умови виникнення та розвитку перерозподілу напружень між складовими залізобетонного елемента.

Особливе значення при виборі виду зразків для дослідження зчеплення має характер напруженого стану реальних залізобетонних конструкцій та механізм передачі зусиль між арматурою і бетоном. Обмежені геометричні розміри більшості залізобетонних елементів і можливі силові дії, що виникають у процесі експлуатації, чітко проявляються в зоні анкерування арматури. Саме в цій області відбувається розвиток пружно-пластичних і пластичних деформацій бетону, які локалізуються в обмеженому об'ємі матеріалу та істотно впливають на загальну несучу здатність конструкції.

З метою забезпечення відтворюваності та достовірності результатів експериментальних досліджень у роботі застосовано бетон, виготовлений із матеріалів стабільної якості. Як в'язуче використано портландцемент марки М500 виробництва Здолбунівського цементного заводу Рівненської області, який відповідає чинним вимогам нормативних документів. У якості крупного заповнювача застосовано щебінь фракції 5–20 мм, а дрібним заповнювачем слугував кварцовий пісок Брищенського кар'єру Волинської області з модулем крупності $M_{кр} = 2,5$. Такий підбір компонентів забезпечує отримання важкого бетону з прогнозованими фізико-механічними характеристиками та стабільною структурою, що є необхідною умовою для коректного аналізу процесів зчеплення арматури з бетонною матрицею.



а

б

Рисунок 6.2. Загальний вигляд визначення кубкової міцності у

гідравлічному пресі: а) до руйнування, б) після руйнування

Для визначення фізико-механічних характеристик бетону, що використовувався при виготовленні експериментальних зразків, було передбачено виготовлення серії контрольних бетонних зразків стандартних розмірів. З метою визначення кубикової міцності бетону на стиск було виготовлено шість бетонних кубів з розмірами $150 \times 150 \times 150$ мм. Крім того, для визначення призмової міцності бетону та початкового модуля пружності було виготовлено шість бетонних призм розмірами $150 \times 150 \times 600$ мм.

Випробування контрольних зразків проводилися у віці 28 діб, що відповідає нормативному терміну набору проектної міцності бетону, а також паралельно з основними експериментальними дослідженнями зразків залізобетонних елементів зі склопластиковою арматурою. Такий підхід дозволив отримати фактичні значення міцнісних і деформаційних характеристик бетону безпосередньо в умовах проведення дослідів та врахувати можливі відхилення, пов'язані з умовами тверднення та технологією виготовлення бетонної суміші.

Кубикові зразки використовувалися для визначення межі міцності бетону при осьовому стиску, що є базовою характеристикою при класифікації бетону за міцністю. Призматичні зразки, у свою чергу, дозволили визначити призмову міцність бетону, яка більш адекватно відображає його роботу в реальних залізобетонних конструкціях, а також початковий модуль пружності, що є необхідним параметром для аналізу напружено-деформованого стану елементів та оцінки зчеплення арматури з бетонною матрицею.

Схеми та загальний вигляд контрольних бетонних зразків наведено на рисунках 6.2 та 6.3 відповідно. Отримані за результатами випробувань значення фізико-механічних характеристик бетону були використані при подальшому аналізі експериментальних даних та інтерпретації результатів дослідження зчеплення склокомпозитної арматури з важким бетоном.



а

б

Рисунок 6.3. Загальний вигляд визначення призмової міцності у гідравлічному пресі: а) до руйнування, б) після руйнування

Для проведення експериментальних досліджень було обрано склокомпозитні арматурні стержні номінальним діаметром $\varnothing 10$ класу АКС800. Вибір саме цього діаметра зумовлений тим, що геометричні параметри періодичного профілю, зокрема крок та висота виступів, є близькими до відповідних характеристик традиційної сталевих арматури, що дозволяє коректно порівнювати результати досліджень зчеплення композитної та металевих арматури з бетонною матрицею.

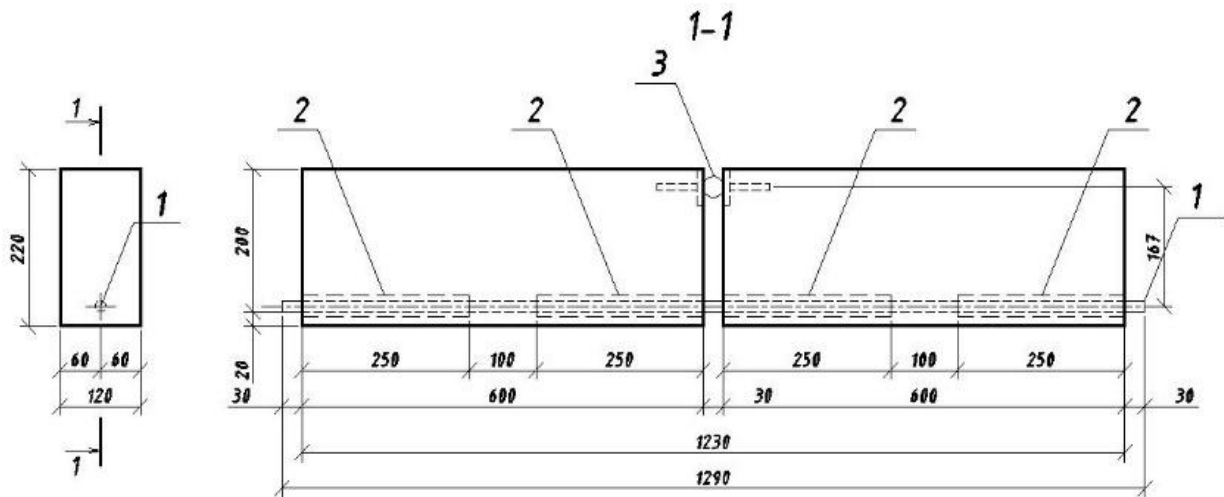
Експериментальні зразки виконувалися у вигляді залізобетонних балок з важкого бетону класу С20/25. Балки мали прямокутний поперечний переріз розмірами 120×220 мм та загальну довжину 1230 мм. У якості робочої арматури застосовувалася композитна склопластикові арматура $\varnothing 10$ АКС800 українського виробництва, виготовлена ТОВ «Технологічна група «ЕКІПАЖ»» (м. Харків). Досліджуваний зразок умовно позначено як балка Б-2.

З метою забезпечення заданої схеми навантаження та формування контрольованого напружено-деформованого стану в зоні зчеплення у стиснутій частині балки було влаштовано шарнір у вигляді двох металевих закладних деталей, між якими розміщувався сталевий циліндр. Така конструкція дозволила реалізувати рівномірний розподіл зусиль і виключити вплив додаткових згинальних моментів у зоні дослідження.

Довжина активної ділянки зчеплення арматурного стержня з бетоном становила $10d$ (де d — діаметр арматури) у кожній з двох половин балки. На решті ділянок зчеплення арматури з бетоном було усунено шляхом розміщення арматурного стержня у пластикові трубки довжиною $l = 250$ мм кожна, що забезпечувало відсутність адгезійної взаємодії між арматурою та бетонною матрицею поза зоною дослідження. Для композитної арматури діаметром $\varnothing 10$ мм така довжина ізоляційних ділянок була прийнята з урахуванням рекомендацій експериментальних методик дослідження зчеплення.

Відстань від осі арматурного стержня до осі металевого циліндра у стиснутій зоні, яка відповідає плечу внутрішньої пари сил, становила 167 мм. Довжина кожної половини балки складала 600 мм, а зазор між бетонними половинами — 30 мм, що забезпечувало необхідні умови для контролю переміщень та деформацій у процесі випробувань.

Конструктивна схема та загальний вигляд експериментальних балок наведені на рисунку 6.4. Для реєстрації напружено-деформованого стану робочої арматури на поверхню склокомпозитних стержнів були наклеєні тензорезистивні датчики, що дозволяло фіксувати зміну напружень в арматурі в процесі навантаження та простежувати характер передачі зусиль між арматурою і бетоном.



*Рисунок 6.4. Конструкція дослідного зразка Б-2:
 1 – склокомпозитна арматура $\text{Ø}10\text{AKC}800$;
 2 – пластикова трубка; 3 – металевий циліндр*

Як свідчать результати випробувань та довідкові дані (табл. 6.1), міцність склокомпозитної арматури на розтяг є орієнтовно вдвічі більшою порівняно зі сталевією арматурою класу А500С. З огляду на це, для проведення порівняльного аналізу було прийнято рішення зіставити характеристики зчеплення з бетоном сталевих і неметалевих арматурних стержнів різних діаметрів, але з урахуванням їх розрахункової несучої здатності.

Для дослідження було обрано сталеву арматуру діаметром $\text{Ø}16$ класу А500С та склокомпозитну арматуру діаметром $\text{Ø}10$ класу АКС800. Такий вибір обумовлений тим, що за рахунок значно вищої розрахункової міцності композитної арматури її менший діаметр забезпечує порівнюваний рівень несучої здатності арматурного елемента при розтягу. Водночас різниця у геометричних параметрах призводить до суттєвих відмінностей у площі контакту арматури з бетонною матрицею, що безпосередньо впливає на умови анкерування та характер зчеплення.

Таким чином, для сталевієї арматури $\text{Ø}16\text{A}500\text{C}$ довжина зчеплення з бетоном становила 160 мм, тоді як для склокомпозитної арматури $\text{Ø}10\text{AKC}800$ - лише 100 мм. За таких умов площа зчеплення композитної арматури виявляється

приблизно вдвічі меншою порівняно зі сталевую, що створює більш жорсткі умови роботи для неметалевого стержня.

Прийнята схема дозволяє оцінити ефективність передачі зусиль між арматурою та бетоном не лише з позицій абсолютної величини зчеплення, а й з урахуванням відмінностей у міцнісних та деформаційних характеристиках матеріалів. Такий підхід забезпечує об'єктивне порівняння поведінки сталеві та склокомпозитної арматури в умовах обмеженої довжини анкерування та дозволяє зробити обґрунтовані висновки щодо доцільності застосування композитної арматури в залізобетонних конструкціях.

Таблиця 1. Порівняльні характеристики арматури класів А500С та АКС800

Матеріал	Сталь	Склокомпозит
Межа міцності на розтяг, σ , МПа	500	950
Модуль пружності, Е, МПа	205	52
Відносне видовження, %	5...25	1...3
Довговічність, років	50...100 (відповідно з буд. нормами)	50...100 (ймовірно, теоретично)
Заміна арматури (по міцност)	14 А500С 16 А500С	10 АКС 12 АКС
Вага 1 м.п., кг	14 А500С – 1,23 16 А500С – 1,57	10 АКС800 – 0,125 12 АКС800 – 0,168

Експериментальні дослідження зчеплення арматурних стержнів із бетоном виконувались за балковою методикою RILEM/CEB/FIB, що ґрунтується на випробуванні залізобетонних балок на згин (рис. 6.5). Зазначений метод є одним із найбільш інформативних для оцінювання умов взаємодії арматури та бетону, оскільки дозволяє відтворити напружено-деформований стан, близький до реальної роботи залізобетонних елементів у конструкціях.

Суть балкового методу полягає в тому, що під час навантаження зразка реєструються відносні переміщення (ковзання) вільних кінців арматурного стержня відносно бетонної матриці. Для цього на торцях бетонних балок

встановлювались індикатори годинникового типу з високою точністю вимірювання, за допомогою яких фіксувалися переміщення вільних кінців арматури. Такі вимірювання дозволяють визначити характер розвитку зчеплення та момент його порушення.

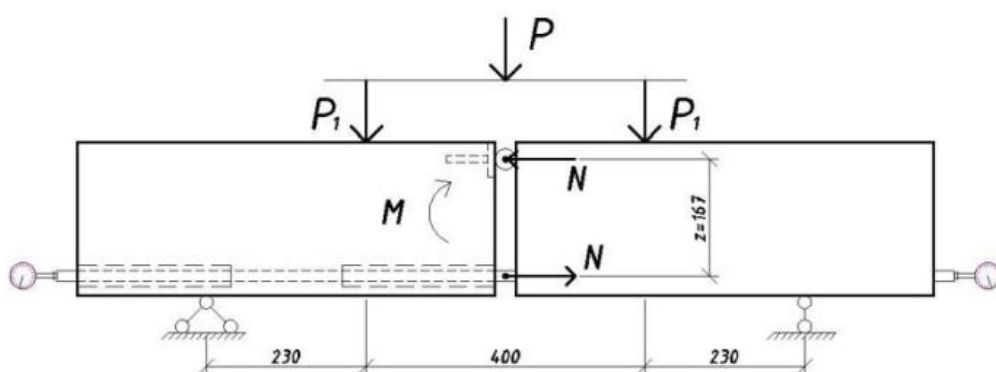
Випробування балок проводились за схемою згину з двома зосередженими силами, прикладеними симетрично відносно середини прольоту. Відстань між точками прикладання навантаження становила 400 мм, що забезпечувало утворення в середній частині балки зони чистого згину з практично сталим згинальним моментом і мінімальним впливом поперечних сил. Така схема навантаження створює сприятливі умови для аналізу передачі зусиль між бетоном і арматурою саме за рахунок сил зчеплення.

Навантаження зразків здійснювалось поетапно, малими ступенями з кроком 5 кН. Після кожного етапу навантаження виконувалася витримка, необхідна для стабілізації деформацій, після чого знімалися покази вимірювальних приладів. Такий режим навантаження дозволив детально простежити процес розвитку напружень у арматурі, накопичення деформацій та поступове порушення зчеплення між арматурним стержнем і бетоном.

Окрім вимірювання переміщень кінців арматури, у процесі випробувань здійснювався контроль поздовжніх деформацій арматурного стержня, що був анкерований у бетоні. Для цього безпосередньо на арматурі встановлювались тензорезистори, які забезпечували безперервну реєстрацію деформацій у зоні зчеплення. З метою надійного кріплення тензометричних датчиків у арматурних стержнях симетрично відносно поздовжньої осі виконувались поздовжні пази глибиною приблизно 2 мм. У підготовлені пази приклеювались тензорезистори з подальшим захистом їх від механічних пошкоджень та впливу бетонної суміші.

Застосування тензометричних вимірювань дало змогу отримати детальну інформацію про розподіл деформацій уздовж арматурного стержня, зміну напруженого стану при зростанні навантаження та особливості роботи сталевій й склокомполітної арматури в умовах обмеженої довжини анкерування. Отримані експериментальні дані стали основою для подальшого аналізу

механізму зчеплення, оцінювання його ефективності та порівняння поведінки металевої і неметалевої арматури в бетоні.



*Рисунок 6.5. Загальний вид та схема
Випробувань зразків за балковим методом*

Тензорезистори ми приклеювали епоксидним клеєм та гідроізолювали епоксидним клеєм, а від них вже виводили дротяні виводи, які потім були приєднані до тензометричної станції (Рис. 6.6).



*Рисунок 6.6. Кріплення індикатора та
дротів від тензорезисторів у зразку Б2*

Таблиця 6.2. Дотичні напруження зчеплення, МПа металеві арматури Ø16A500C і склокомпозитної Ø10AKC800 з бетоном

Навантаження, кН	Дотичні напруження τ_c , МПа зчеплення металеві арматури Ø16A500C з бетоном	Дотичні напруження τ_c , МПа зчеплення склокомпозитної арм Ø10AKC800 з бетоном
	$\tau_{сер}$, МПа	$\tau_{сер}$, МПа
5	0,85	0,71
10	1,42	1,55
15	1,82	2,23
20	2,25	3,37
25	2,81	4,63
30	3,23	7,11
34		9,43
35	3,75	
40	4,71	
45	5,57	
50	7,23	
55	8,91	

Щодо зразка Б2, зі склокомпозитною арматурою Ø10AKC800, то його руйнування відбулось при навантаженні $P=35$ кН, а це на 35% менше граничного навантаження зразка Б1.

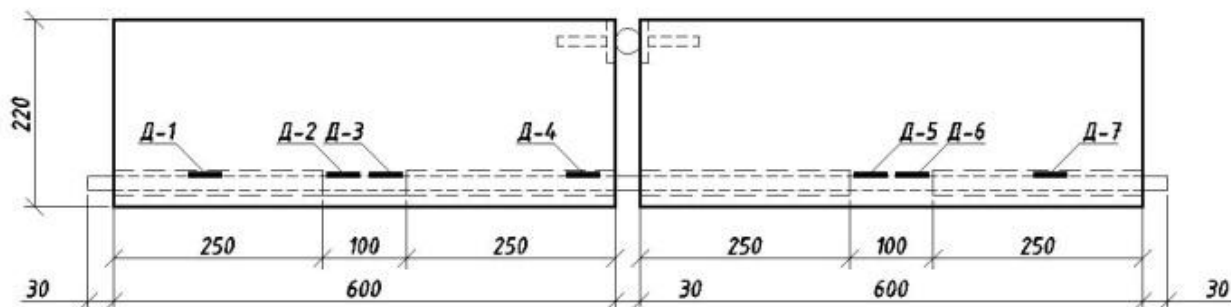


Рис. 6.7. Розташування тензорезисторів в балці Б2

Для коректного порівняння напружено-деформованого стану дослідних балок Б1 та Б2 необхідно проаналізувати особливості передачі зусиль між бетоном і арматурою, що безпосередньо пов'язано з розподілом дотичних напружень зчеплення вздовж анкерованої частини арматурного стержня. Саме характер і нерівномірність цього розподілу визначають ефективність спільної роботи матеріалів та умови виникнення ковзання або руйнування зчеплення.

У зв'язку з цим детальний аналіз було зосереджено на анкерних ділянках склокомпозитної арматури довжиною $10d$, що для стержнів діаметром $\varnothing 10$ мм становить 100 мм (рис. 6.7). Обрана довжина анкерування відповідає умовам експерименту та дозволяє простежити розвиток дотичних напружень у зоні інтенсивної взаємодії арматури з бетонною матрицею.

На основі експериментально отриманих даних щодо поздовжніх деформацій арматурного стержня та переміщень його вільних кінців були визначені значення дотичних напружень зчеплення на окремих ділянках анкерування. Розрахунок виконувався для кожного рівня прикладеного навантаження, що дало змогу відстежити зміну характеру розподілу напружень у процесі навантаження балки.

За визначеними значеннями дотичних напружень побудовано епюри їх розподілу вздовж довжини анкерівки склокомпозитної арматури в бетоні для всіх етапів навантаження.

Отримані епюри наочно демонструють еволюцію розподілу дотичних напружень уздовж анкерованої частини стержня зі зростанням навантаження. На початкових етапах роботи спостерігається відносно рівномірний розподіл напружень, що свідчить про ефективну спільну роботу бетону і склокомпозитної арматури. Із підвищенням рівня навантаження напруження концентруються поблизу вільного торця анкерівки, що є характерним проявом поступового порушення зчеплення та розвитку локального ковзання арматури в бетоні.

Таким чином, побудова та аналіз епюр дотичних напружень зчеплення дозволили не лише порівняти напружено-деформований стан зразків Б1 і Б2, а й

більш глибоко оцінити механізм взаємодії склокомпозитної арматури з бетоном на різних стадіях навантаження.

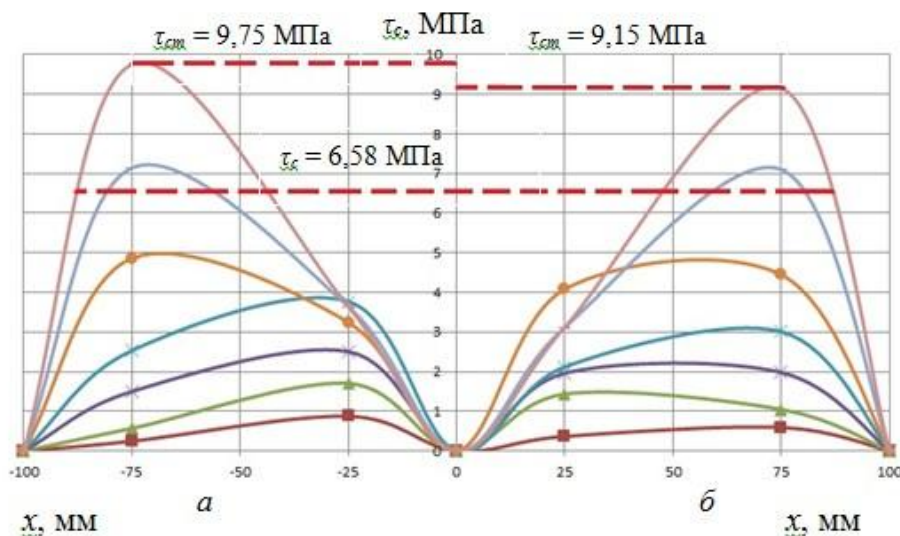


Рисунок 6.8. Графік розподілу дотичних напружень зчеплення арматури з бетоном залежно від навантажень

На основі експериментальних даних були побудовані графіки залежності максимальних середніх дотичних напружень зчеплення арматури з бетоном $\tau_{ср}$, МПа для обох анкерних ділянок дослідних балок Б-1 та Б-2 від рівня нормальних напружень у арматурних стержнях σ_s , МПа. Відповідні графічні залежності наведено на рисунку 6.9.

Аналіз отриманих графіків показує, що зі зростанням нормальних напружень у склокомпозитній арматурі АКС800 не відбувається пропорційного збільшення дотичних напружень зчеплення з бетоном. Така особливість пояснюється фізико-механічними властивостями композитної арматури, зокрема її значно меншою деформативністю порівняно зі сталевією арматурою. Менший модуль пружності склокомпозиту зумовлює інший характер передачі зусиль між арматурою і бетонною матрицею, що проявляється у зміні механізму зчеплення.

При цьому встановлено, що максимальні дотичні напруження зчеплення склокомпозитної арматури з бетоном перевищують відповідні значення для металевієї арматури лише на 9,5%. Така різниця є відносно незначною і свідчить про близький рівень граничної міцності зчеплення для обох типів арматури за прийнятих умов експерименту.

Водночас аналіз середніх значень дотичних напружень зчеплення показав суттєвішу різницю між досліджуваними матеріалами. Зокрема, середні дотичні напруження зчеплення склокомпозитної арматури з бетоном виявилися приблизно на 35% вищими порівняно зі сталевією арматурою. Це може свідчити про більш рівномірний розподіл напружень уздовж анкерованої ділянки композитного стержня, що, ймовірно, пов'язано з особливостями його поверхневого профілю та механізмом механічного зачеплення з бетоном.

Отримані результати підтверджують, що характер зчеплення композитної арматури з бетоном відрізняється від традиційної сталевієї арматури не лише за величиною граничних напружень, а й за розподілом зусиль уздовж анкеровки. Це має принципове значення при розрахунку та конструюванні залізобетонних елементів із застосуванням неметалевої арматури.

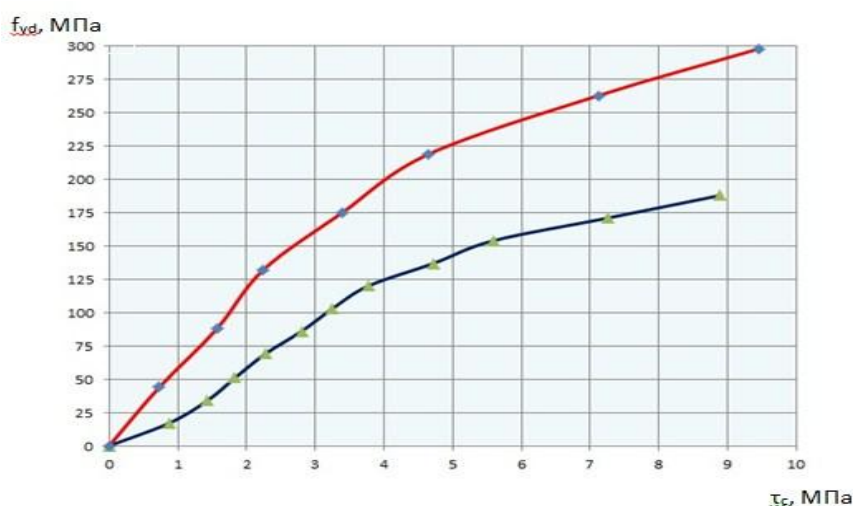


Рисунок 6.9. Залежність максимальних дотичних напружень зчеплення арматурних стержнів з бетоном τ_c , МПа на двох ділянках зчеплення зразків Б-1 та Б-2 від напружень у стержнях, МПа — \blacktriangle Ø16A500C; \blacklozenge Ø10AKC800.

Разом із тим слід зазначити, що для формування узагальнених і статистично обґрунтованих висновків щодо ефективності зчеплення склокомпозитної арматури з бетоном доцільним є проведення додаткових експериментальних досліджень. Зокрема, перспективним є вивчення впливу класу бетону, довжини анкеровки, типу та геометрії профілю композитної арматури, а також умов навантаження.

Висновки

1. У результаті експериментальних досліджень встановлено, що характер розподілу дотичних напружень зчеплення як металевої, так і склокомпозитної арматури з бетоном є подібним за формою. Для обох типів арматури епюри дотичних напружень мають наближено параболічний характер, що свідчить про аналогічний механізм передачі зусиль уздовж анкерованої ділянки.

2. Із підвищенням рівня навантаження на бетонні балки спостерігається перерозподіл дотичних напружень зчеплення вздовж довжини анкерівки - від початкових ділянок у напрямку до кінця закладення арматурного стержня. При цьому для сталеві арматури Ø16A500C зафіксовано менші значення дотичних напружень зчеплення, які приблизно на 9,5% поступаються відповідним показникам для склокомпозитної арматури Ø10AKC800 меншого діаметра.

3. За умови довжини анкерівки, прийнятої рівною $10d$, руйнівне навантаження для балки Б-1 виявилось на 37% більшим порівняно з балкою Б-2. Така різниця зумовлена збільшеною довжиною анкерування сталеві арматури (у 1,6 раза) та значно більшою площею контакту арматурного стержня з бетоном, яка майже вдвічі перевищує аналогічний показник для склокомпозитної.

4. Аналіз граничних значень дотичних напружень зчеплення показав, що склопластикова арматура Ø10AKC800 забезпечує вищу ефективність взаємодії з бетоном. Зокрема, максимальні середні дотичні напруження зчеплення для склокомпозитної арматури перевищують відповідні значення для металевої арматури серповидного профілю Ø16A500C приблизно на 35%, що підтверджує доцільність застосування композитної арматури в елементах залізобетонних конструкцій за відсутності підвищених вимог до вогнестійкості.

1. ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. - К.: Мінрегіон України.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. - К.: Мінрегіонбуд України.
3. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. - К.: Мінрегіон України.
4. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. - К.: Мінрегіон України.
5. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. - К.: Мінрегіонбуд України.
6. ДБН В.2.6-220:2017. Кам'яні та армокам'яні конструкції. - К.: Мінрегіон України.
7. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. - К.: Мінрегіон України.
8. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - К.: Мінрегіон України.
9. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. - К.: Мінрегіон України.
10. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. - К.: Мінрегіон України.
11. ДСТУ Б EN 1990:2011. Єврокод. Основи проектування конструкцій. - К.: ДП «УкрНДНЦ».
12. ДСТУ Б EN 1991-1-1:2010. Єврокод 1. Дії на конструкції. - К.: ДП «УкрНДНЦ».
13. ДСТУ Б EN 1992-1-1:2012. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. - К.: ДП «УкрНДНЦ».
14. ДСТУ Б EN 1993-1-1:2012. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. - К.: ДП «УкрНДНЦ».
15. ДСТУ Б EN 1997-1:2012. Єврокод 7. Геотехнічне проектування. - К.: ДП «УкрНДНЦ».

16. Будников М. С. Будівельні матеріали. - К.: Вища школа, 2008.
17. Пічугін В. І. Залізобетонні конструкції. - К.: КНУБА, 2010.
18. Шмуклер О. М. Сталеві конструкції промислових і цивільних будівель. - Х.: ХНУБА, 2012.
19. Дроздов О. І. Основи та фундаменти будівель і споруд. - К.: Будівельник, 2009.
20. Бабаєв А. М. Технологія будівельного виробництва. - К.: Вища школа, 2011.
21. Савйовський В. О. Організація будівництва. - К.: КНУБА, 2013.
22. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». - Луцьк: ЛНТУ.
23. ДСТУ та ресурсні елементні кошторисні норми України у будівництві.
24. Чапюк О.С. Гришкова А.В. Порівняльний аналіз зчеплення сталеві арматури серповидного профілю з важким бетоном за призовим та балковим методом випробувань / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Рівне: НУВГП, 2014. – Випуск 29. – С. 391-399.
25. Чапюк О.С. Особливості зчеплення арматури серповидного профілю з бетоном : монографія / О. С. Чапюк; ЛНТУ - Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2012. - 164 с.

Фасад А-А
Фасад Б-Б
Фасад В-В
Фасад Г-Г

Розізи А-А
Розізи Б-Б

Деталь приміщення

План на рівні 0.000
План на рівні 0.100
План на рівні 0.200

Розізи 1-1
Розізи 2-2

Матеріали

Вартість будівництва

Матеріал 10. Арматура сталеві класу А-III

Матеріал 11. Арматура сталеві класу А-III

Матеріал 12. Арматура сталеві класу А-III

Матеріал 13. Арматура сталеві класу А-III

Специфікація

Вартість будівництва

Вертикальні розрізи колон

План розміщення колон на першому поверсі

Специфікація колон К-1.2-3

Вартість будівництва

План фундаментів на рівні -0.550

Секції по фундаменту в.а.з.

Специфікація

Вартість будівництва

СИМКА БЕТОНОВА

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ВИКОНАННЯ БЕТОННИХ РОБІТ

Графік розвитку робітних властивостей бетону

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ВИКОНАННЯ РОБІТ

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

ГРАФІК РОЗВИТКУ РОБІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНУ

Будівництво

Техніко-економічні показники