

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМ. О. М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА,
ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра технології та організації будівельного виробництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**ЗВЕДЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ У
СУМАХ**

Розробила: студентка 3 курсу, групи ПЦБ- 2023-1у
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
ОП «Промислове та цивільне будівництво»

Рагулін Микита Костянтинович  _____

Керівник к.т.н., ст. викл. Супрун О.Ю.  _____

Рецензент к.ек.н., доц. Савченко О.І.  _____

Харків
2026

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОВБ

д.т.н.. проф. Шумаков І.В.



« 01 » _____ 06 _____ 2026 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА
Рагуліну Микиті Костянтиновичу**

Спеціальність: *192 - Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення багатопверхового житлового будинку у
Сумах затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О.М. Бекетова № № 447-03 від
26 травня 2026р.*

Термін подання завершеної роботи на кафедру «12» червня 2026 р.


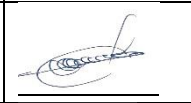

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні
вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-
планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити): *архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна
частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.*

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: *фасад, генеральний план, розріз, плани поверхів.*
- розрахунково-конструктивна частина: *план фундаменту, сходові елементи.*
- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта, будівельний генеральний план.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина	к.т.н., проф. Завальний О.В.	Додаток А	Додаток А
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту к.т.н., доц. Александрович В.А.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту к.т.н., ст.викл., Супрун О.Ю..		
3. Технологічні рішення та організація будівництва	к.т.н., ст.викл., Супрун О.Ю..		
Охорона праці	к.т.н., доц. Косенко Н.О.		
Нормоконтроль	Зінов'єва О.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	02.03.26 – 31.03.26	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	01.04.26 – 10.05.26	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	01.04.26 – 15.05.26	виконано
4. Охорона праці	10.05.26 – 25.05.26	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи  к.т.н., ст.викл. Супрун О.Ю.

Завдання прийняв до виконання 

Рагулін М.К.

Дата видачі завдання «1» березня 2026 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	6
1.1 Розробка варіантів ескізних проектів об'ємно-планувальних та конструктивних рішень.....	6
1.2. Характеристика району зведення об'єкту.....	8
1.3 Об'ємно-планувальне вирішення	8
1.4 Конструктивне вирішення	10
1.5 Інженерне та санітарно-технічне забезпечення	12
1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	14
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	17
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту	17
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту	20
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....	26
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	43
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	43
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек	43
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек під час будівельно-монтажних робіт	45
4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
Додатки.....	56

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі України головним завданням є трансформація капітального будівництва у високоефективний, сталий та технологічно досконалий процес. Умовами реалізації цього завдання є впровадження інноваційних методів проєктування, перехід до енергоефективних технологій, використання сучасних матеріалів та забезпечення будівельного процесу високопродуктивними технічними засобами.

У контексті інтенсивної урбанізації та необхідності оновлення житлового фонду, проєктування багатоповерхових житлових будинків потребує пошуку оптимальних рішень, що поєднують економічну ефективність, функціональність та дотримання жорстких норм енергоефективності. Сучасна економіка будівництва вимагає комплексного підходу до управління ресурсами, мінімізації трудовитрат та впровадження прогресивних організаційно-технологічних схем.

Метою роботи є розробка технічно обґрунтованих архітектурно-конструктивних та організаційно-технологічних рішень для будівництва багатоповерхового житлового будинку, що відповідають сучасним вимогам надійності, експлуатаційної безпеки та економічності.

Значний внесок у розв'язання завдань будівельної індустрії вносять фахівці у галузі будівництва та цивільної інженерії, яким необхідно досконало володіти методами розрахунку напружено-деформованого стану конструкцій, знати фізико-механічні властивості сучасних матеріалів та вміти застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення. Високий рівень фахової підготовки є запорукою раціонального проєктування, що дозволяє досягти зниження матеріаломісткості та вартості будівництва без втрати якісних показників.

Впровадження запропонованих у роботі рішень сприяє скороченню термінів зведення об'єктів, підвищенню продуктивності праці та забезпеченню раціонального використання капітальних вкладень за рахунок прискорення науково-технічного прогресу та цифровізації будівельного виробництва.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Розробка варіантів ескізних проектів об'ємно-планувальних та конструктивних рішень

При проектуванні житлової секції було застосовано комплексний підхід до вирішення архітектурно-планувальних задач, спрямований на досягнення максимальної економічної ефективності та створення комфортного житлового середовища.

Об'ємно-планувальні рішення. В основу розробки покладено планувальне вирішення типової секції серії 87-073/1.2. Вибір даної серії зумовлений її високою ефективністю щодо використання площі поверху. Концентрація значної кількості квартир у межах однієї секції дозволяє оптимізувати влаштування вертикальних комунікацій (сходово-ліфтового вузла), що суттєво знижує питомі витрати на 1 м² житлової площі.

Для забезпечення нормативного рівня акустичного комфорту прийнято наступні рішення:

- Зосередження вертикальних комунікацій та допоміжних приміщень у центральній зоні секції.
- Розміщення внутрішньоквартирних коридорів та технічних зон (санітарних вузлів) у безпосередній близькості до сходової клітки, що створює «акустичний бар'єр» для житлових кімнат.

Конструктивні рішення. Конструктивну схему будівлі прийнято з поперечними несучими стінами. Це рішення забезпечує високу просторову жорсткість споруди та дозволяє гнучко варіювати архітектурно-планувальну структуру секції для адаптації до містобудівних умов конкретного майданчика.

Огороджувальні конструкції запроектовані як багатошарові цегляні стіни з використанням високоефективного теплоізоляційного матеріалу. Переваги даного вибору:

Цегляна кладка володіє значно більшою теплоємністю порівняно з панельними аналогами, що забезпечує стабільний температурно-вологісний режим у приміщеннях (згладжування добових коливань температури). Матеріали мають високий клас вогнестійкості та тривалий експлуатаційний ресурс. Розрахунковий опір теплопередачі огорожувальних конструкцій відповідає вимогам [1].

Застосована конструктивна система дозволяє компонувати об'єкт із широким набором типових секцій, що сприяє уніфікації будівельних виробів та підвищенню індустріалізації монтажних робіт на будівельному майданчику.

1.2. Характеристика району будівництва

Географічне положення та кліматичні умови.

Майданчик будівництва розташований у місті Суми, що належить до I температурної зони України. Клімат району помірно-континентальний, що характеризується помірно теплим літом та помірно холодною зимою.

Відповідно до [2]:

Розрахункова температура зовнішнього повітря: -22°C (для розрахунку систем опалення).

Характеристичне значення снігового навантаження 1380 Па (140 кг/м^2).

Характеристичне значення вітрового навантаження 400 Па (40 кг/м^2).

Глибина промерзання ґрунту $1,0\text{--}1,2 \text{ м}$ (залежно від типу ґрунту).

Майданчик характеризується спокійним рельєфом. Ґрунтові умови представлені переважно суглинками та пісками різної щільності. Рівень ґрунтових вод залягає на глибині (вказіть глибину, наприклад, $3,5\text{--}4,0 \text{ м}$ від поверхні землі), що не потребує спеціальних заходів з пониження рівня ґрунтових вод, проте передбачає обов'язкове влаштування гідроізоляції підземної частини будівлі.

Майданчик забезпечений інженерними мережами (водопостачання, водовідведення, енергопостачання), необхідними для підключення об'єкта.

Ділянка будівництва розташована в зоні існуючої житлової забудови з розвинутою інфраструктурою. Зручне транспортне сполучення забезпечує доступність до об'єкта як для будівельної техніки, так і для майбутніх мешканців. Прилегла територія дозволяє розмістити будівельний майданчик з дотриманням нормативних санітарних та протипожежних розривів.

Спорудження житлового об'єкта передбачається здійснювати в одну чергу. Це дозволяє оптимізувати використання будівельної техніки та ресурсів, а також мінімізувати терміни розгортання будівельного майданчика.

Проектом передбачено комплексний благоустрій прилеглої території:

Внутрішньоквартальні проїзди та тротуари запроектовані з урахуванням нормативних вимог до ширини та радіусів повороту. Покриття проїздів прийняте асфальтобетонним (твердим), що забезпечує довговічність експлуатації та стійкість до транспортних навантажень.

Доріжки та майданчики відпочинку (дитячі, спортивні, господарські) облаштовуються із застосуванням спеціальних дорожніх сумішей та плитки, що забезпечує належний рівень естетичного вигляду та функціональності середовища.

Проектні рішення щодо благоустрою відповідають вимогам [3] та спрямовані на створення комфортного й безпечного простору для мешканців з урахуванням принципів безбар'єрності.

1.3. Об'ємно-планувальне вирішення

Проектований житловий будинок є 10-поверховою односекційною спорудою прямокутної форми в плані з габаритними розмірами в крайніх осях 54,0 × 12,0 м. Архітектурно-планувальна структура будівлі спрямована на оптимізацію використання житлової площі та створення функціонально зручного середовища.

Архітектурно-планувальна структура:

Будівля розрахована на 40 квартир. На типовому поверсі (з другого по десятий) розташовано чотири квартири, що групуються навколо центрального сходово-ліфтового вузла. Таке планування дозволяє раціонально використовувати корисну площу поверху та забезпечити зручні підходи до всіх житлових блоків.

Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується через центрально розташований сходово-ліфтовий вузол, обладнаний одним вантажопасажирським ліфтом вантажопідйомністю 1000 кг. Це рішення відповідає нормативним вимогам до інтенсивності використання комунікацій для будинків даної поверховості.

Висота житлових поверхів прийнята 2,8 м (від підлоги до підлоги), що відповідає нормам [4].

Підземна частина житлової будівлі запроектована у вигляді технічного підпілля чистою висотою 2,2 метра, яке має статус споруди подвійного призначення (СПП) із режимом найпростішого укриття.

Його функціональне використання розділене на два періоди:

1. У мирний час (повсякденна функція): приміщення експлуатується як побутовий блок для потреб мешканців будинку. Тут облаштовуються індивідуальні господарські комори для зберігання речей, а також колясочні та велосипедні кімнати. Крім того, простір підпілля слугує транзитним коридором для безперешкодного обслуговування магістральних інженерних мереж будівлі.

2. В особливий період (захисна функція): у разі надзвичайної ситуації приміщення за час до 12 годин звільняється від мобільних речей і трансформується в укриття для захисту населення. Безпека людей забезпечується масивними стінами зі збірних блоків ФБС, що спираються на монолітний пальовий ростверк, а також збірним багатопустотним перекриттям товщиною 220 мм. Перекриття підсилене монолітним залізобетонним обв'язувальним поясом і розраховане на еквівалентні статичні навантаження від можливого завалення

вищих 10 поверхів, що гарантує надійність споруди відповідно до вимог ДБН В.2.2-5:2023 а.

Будинок спроектований з прохідним технічним поверхом (горищем), що забезпечує доступ до інженерних мереж для їх обслуговування. Покрівля — плоска, рулонного типу, з організованим внутрішнім водостоком.

Запропоновані об'ємно-планувальні рішення забезпечують високу енергоефективність та функціональність простору. Детальні плани поверхів, експлікація приміщень та розрізи будівлі наведені на аркушах графічної частини проекту.

1.4. Конструктивне рішення будівлі

Будівлю запроєктовано за безкаркасною конструктивною схемою з поздовжніми та поперечними несучими стінами, що забезпечує високу просторову жорсткість та експлуатаційну надійність об'єкта.

Основні конструктивні елементи

Підземна частина та фундаменти.

Фундаменти будівлі запроєктовані як пальові з монолітним залізобетонним ростверком, що забезпечує надійну передачу навантажень від 10-поверхової будівлі на несучі шари ґрунту (дрібні та середні піски).

Застосовано забивні залізобетонні палі марки С-10-40 довжиною 10 м. Розрахункова несуча здатність однієї палі становить $F_d = 996,7$ кН, що підтверджено статичним розрахунком (див. п. 3.1).

Монолітний залізобетонний ростверк об'єднує куц із 4-х паль у єдину просторову систему. Габарити ростверку прийнято 1,7 x 1,7 x 1,95 м. Конструкція забезпечує рівномірний розподіл навантажень від несучих стін будівлі на палову основу.

Стіни технічного підпілля (підвалу) виконані зі збірних залізобетонних фундаментних блоків (ФБС), встановлених на монолітну залізобетонну підосшву ростверку, що відповідає кресленням марки АС.

З огляду на інженерно-геологічні умови та наявність підвального приміщення, проєктом передбачено комплексну систему гідроізоляції:

Горизонтальна. Влаштується в рівні підлоги підвалу та по обрізу фундаменту для відсікання капілярної вологи.

Вертикальна. Обмазувальна бітумно-полімерна гідроізоляція по зовнішніх поверхнях стін підвалу, що контактують із ґрунтом.

Наземна частина (стіни та перекриття)

Зовнішні та внутрішні несучі стіни виконуються з повнотілої керамічної цегли пластичного пресування. Для забезпечення стабільності конструкції в місцях перетину стін передбачено армування сітками.

Зовнішнє оздоблення виконується із лицьової керамічної або силікатної цегли марки за морозостійкістю не нижче F50 (або F100) з обов'язковим влаштуванням гнучких зв'язків для з'єднання з внутрішньою несучою стіною через шар мінераловатного утеплювача товщиною 180 мм. Оздоблення відповідає вимогам енергоефективності та естетичним стандартам м. Суми.

Перекриття виконані зі збірних залізобетонних багатопустотних панелей. Для забезпечення монолітності диску перекриття шви між панелями підлягають ретельному заповненню розчином марки не нижче M100 з наступним оформленням актів на приховані роботи.

Покрівля

Плоска рулонна покрівля з внутрішнім водостоком. Теплоізоляцію горищного перекриття виконано з використанням сучасних мінераловатних утеплювачів згідно з [1].

Інженерно-технічне оснащення

Сходові марші та площадки залізобетонні, індустріального виготовлення. Ліфтове обладнання (пасажирський ліфт 1000 кг) встановлюється у жорстких цегляних шахтах, що відповідає вимогам з акустичного комфорту.

Внутрішнє оздоблення

Оздоблення приміщень диференційовано за їх функціональним призначенням:

Житлові зони: Штукатурка, шпаклівка, акрилове фарбування.

Вологі приміщення (санвузли, кухні): Керамічне облицювання, що забезпечує довговічність та гігієнічність.

Всі металеві конструкції (огороження сходів, дверки шаф) підлягають антикорозійному захисту та фарбуванню емалевими фарбами.

Відомість опорядження приміщень наведено додаток Б, таблиця Б.1

1.5. Інженерне та санітарно-технічне забезпечення

Проект житлового будинку передбачає повний комплекс інженерних систем, що забезпечують належні умови проживання мешканців та безпечну експлуатацію об'єкта відповідно до [4].

Водопостачання та водовідведення

Водопостачання. Система забезпечує безперебійне подання холодної та гарячої води від міських мереж м. Суми. Для забезпечення необхідного тиску на верхні поверхи передбачено влаштування насосної станції (в технічному підпіллі).

Каналізація. Господарсько-побутова каналізація розрахована на відведення стічних вод у міську мережу. Внутрішня мережа виконується з полімерних труб, що забезпечують довговічність та легкість монтажу.

Опалення, вентиляція та кондиціонування

Опалення. Система опалення двотрубна, з нижнім розведенням магістралей. В якості опалювальних приладів прийнято сучасні радіатори з термостатичними клапанами для автоматичного регулювання температури в приміщеннях.

Вентиляція. Запроектовано природну витяжну вентиляцію через вентблоки, розміщені в кухнях та санвузлах. Приплив повітря здійснюється через

віконні клапани або шляхом мікропровітрювання, що відповідає сучасним вимогам до енергоефективності будівель.

Електротехнічне обладнання

Об'єкт підключається до міської електромережі. Розподільчий щит розміщується в приміщенні електрощитової (перший поверх). Кожна квартира обладнана індивідуальним лічильником електроенергії. В місцях загального користування (сходові клітки, коридори) застосовується енергоефективне світлодіодне освітлення з датчиками руху.

Збір побутових відходів передбачено в індивідуальні контейнери на спеціально обладнаному майданчику на прибудинковій території».

Ліфтове обладнання

Вертикальний зв'язок забезпечується одним вантажопасажирський ліфтом вантажопідйомністю 1000 кг. Управління ліфтом — мікропроцесорне. Конструкція шахти забезпечує необхідні показники звукоізоляції згідно з чинними нормами ДБН.

1.6 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Розрахунок виконано для забезпечення нормативних вимог з енергоефективності будівель у м. Суми (І температурна зона України) згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель».

Розрахунок теплозахисних якостей зовнішньої стіни

Конструкція стіни прийнята тришаровою (загальною товщиною 640 мм без урахування внутрішнього опорядження):

1. Зовнішній (лицьовий) шар: лицьова керамічна цегла ($\delta_1 = 0,12$ м, $\lambda_1 = 0,81$ Вт/(м·К)).
2. Теплоізоляційний шар: мінераловатні плити на основі базальтового волокна ($\delta_2 = 0,18$ м, $\lambda_2 = 0,04$ Вт/(м·К)).

3. Внутрішній (несучий) шар: основна кладка з повнотілої глиняної цегли ($\delta_3 = 0,38$ м, $\lambda_3 = 0,81$ Вт/(м·К)).

4. Внутрішнє опорядження: вапняно-піщана штукатурка ($\delta_4 = 0,015$ м, $\lambda_4 = 0,81$ Вт/(м·К)).

Вихідні дані:

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для зовнішніх стін житлових будівель (для I зони):

$$R_{\min} = 4,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції:

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

Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції:

$$\alpha_3 = 23,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахунок умовного опору теплопередачі (R_0):

Розрахунок виконується за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,81} + \frac{0,18}{0,04} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{1}{23,0}$$

$$R_0 = 0,115 + 0,148 + 4,50 + 0,469 + 0,019 + 0,043 = 5,294 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Розрахунок приведенного опору теплопередачі ($R_{\text{прив}}$):

Відповідно до норм, умовний опір помножується на коефіцієнт теплотехнічної однорідності конструкції ξ (який враховує містки холоду через гнучкі зв'язки та шви кладки). Для тришарових цегляних стін з мінватою приймаємо $\xi = 0,77$

$$R_{\text{прив}} = R_0 \cdot \xi = 5,294 \cdot 0,77 \approx 4,08 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Оскільки приведений опір теплопередачі конструкції стіни $R_{\text{прив}} = 4,08$ м²·К/Вт є більшим за мінімально допустиме нормативне значення $R_{\text{q min}} = 4,00$

м²·К/Вт, теплозахисні якості стінової конструкції повністю забезпечені відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021.

Розрахунок теплозахисних якостей віконного заповнення

Відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021, мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для вікон житлових будівель у I температурній зоні (м. Суми) становить $R_{g \min} = 0,90$ м²·К/Вт.

Для забезпечення нормативних вимог у проєкті прийнято сучасне високоефективне віконне заповнення: двокамерний енергоощадний склопакет із п'ятикамерним ПВХ-профілем. Конструкція склопакета має формулу 4М1-16Аг-4М1-16Аг-4і (два повітряні прошарки товщиною 16 мм, заповнені аргоном, та внутрішнє скло з низькоемісійним енергоощадним і-покриттям).

Опір теплопередачі повітряних прошарків з аргоном та селективним покриттям становить $R_{пр1} = 0,28$ м²·К/Вт та $R_{пр2} = 0,34$ м²·К/Вт відповідно.

Термічний опір шарів скла є нехтовно малим у загальному тепловому балансі.

Розрахунок фактичного опору теплопередачі (R_0 вік):

$$R_{0\text{вік}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{профілю}} \cdot f_{\text{пр}} + (R_{\text{пр1}} + R_{\text{пр2}}) \cdot f_{\text{скл}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}$$

З урахуванням паспорту заводу-виробника та сертифікаційних випробувань конструкції у зборі (профіль + склопакет), фактичний приведений опір теплопередачі віконного блоку становить:

$$R_{0\text{вік}} = 0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки фактичний опір теплопередачі віконного заповнення $R_{0\text{вік}} = 0,95$ м²·К/Вт є більшим за мінімально допустиме нормативне значення $R_{g \min} = 0,90$ м²·К/Вт, теплозахисні якості світлопрозорих огорожувальних конструкцій повністю забезпечені.

Техніко-економічні показники (ТЕП) будівлі див. додаток Б.2.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту

Розрахунок та проєктування пальового фундаменту

Основою для проєктування є результати інженерно-геологічних вишукувань у м. Суми, що характеризуються наявністю дрібних та середніх пісків. Враховуючи геологічні умови та навантаження від 10-поверхової будівлі, прийнято паловий фундамент із монолітним залізобетонним ростверком. Палі забивні, залізобетонні, марка бетону С20/25.

Розрахунок несучої здатності палі

Несучу здатність висячої забивної палі (F_d) визначено за формулою:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot z_i)$$

Де:

$R = 1948$ кПа - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі;

$A = 0,16$ м²- площа поперечного перерізу палі;

$u = 1,6$ м - периметр палі;

f_i - опір ґрунту по бічній поверхні шарів.

За результатами обчислень несуча здатність палі становить $F_d = 996,7$ кН. Розрахункове навантаження на палю (N_1) з урахуванням коефіцієнта надійності $\gamma_k = 1,4$) дорівнює 711,93 кН.

Кількість палей та габарити ростверку

На основі збору навантажень на 1 погонний метр фундаменту визначено необхідну кількість палей. Розрахунок показав потребу у 3-х палях, проте, згідно з конструктивною схемою та для забезпечення симетрії, прийнято 4 палі.

Прийняті розміри ростверку 1,7 x1,7 м. Перевірочний розрахунок фактичного навантаження на палю ($N_f = 578,45$ кН) підтверджує виконання умови $N_f < N_1$.

Розрахунок осідання куща паль

Осідання фундаменту визначено методом умовного фундаменту, який замінює пальовий кущ масивним фундаментом мілкового закладення, подошва якого розташована на рівні вістрів паль.

Визначення розмірів умовного фундаменту

Геометричні параметри умовного фундаменту (ширина b_y та довжина l_y) визначаються з урахуванням кута внутрішнього тертя ґрунтів φ_{cp}) у межах довжини паль:

$$b_y = l_y = 3d + 2l_p \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{cp}/4) = 3,32 \text{ м}$$

де $3d$ - відстань між крайніми палями + периметр палі;

l_p - довжина паль у ґрунті.

Площа подошви умовного фундаменту: $A_y = 3,32 \times 3,32 = 11,02 \text{ м}^2$.

Розрахунок тиску та осідання

Середній тиск під подошвою умовного фундаменту (P) розраховується як сума навантаження від будівлі (F_v) та ваги самого фундаменту (G_y), поділена на площу A_y :

$$P = \frac{F_v + G_y}{A_y} = 278,41 \text{ кПа}$$

Тиск від власної ваги ґрунту на рівні подошви: $G_{zq} = 128,9 \text{ кПа}$.

Розрахунок осідання (S) методом пошарового підсумовування проводиться для шарів ґрунту в межах стисливої товщі ($H_c = 6,64 \text{ м}$):

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{(P_0 \cdot \alpha_i - G_{zpi}) \cdot h_i}{E_i}$$

де:

$P_0 = P - G_{zq} = 149,55 \text{ кПа}$ - додатковий тиск;

α_i - коефіцієнт розсіювання напружень;

E_i - модуль деформації ґрунту i -го шару.

Результати розрахунку

Згідно з виконаним пошаровим підсумовуванням:

Сумарне осідання куща паль (S): 32,55 мм.

Гранично допустиме осідання S_u : 80 мм (згідно з ДБН).

Висновок: Оскільки $S < S_u$ (3,25 см < 8,0 см), прийнята конструкція пальового куща забезпечує вимоги щодо експлуатаційної придатності будівлі та виключає виникнення недопустимих деформацій основи.

Перевірка міцності підстильного шару

Перевірку слабкого шару супісі на глибині Z проведено шляхом порівняння прикладеного навантаження з розрахунковим опором ґрунту (R_z).

Умова міцності: 248, кПа < 591,56 кПа.

Слабкий підстильний шар має достатню несучу здатність для сприйняття навантажень.

На підставі проведених інженерно-геологічних вишукувань, аналізу навантажень та результатів статичного й деформаційного розрахунків, можна зробити такі висновки щодо фундаментної конструкції:

Обраний пальовий фундамент із монолітним залізобетонним ростверком є найбільш раціональним рішенням для заданих ґрунтових умов (піщані ґрунти). Він дозволяє передати навантаження від будівлі на глибші, більш щільні шари ґрунту, що мінімізує ризики нерівномірних осадок.

Результати розрахунків за першою та другою групами граничних станів підтвердили повну відповідність прийнятих рішень вимогам [5]. Несуча здатність паль ($F_d = 996,7$ кН) та куща паль у цілому з достатнім запасом забезпечує сприйняття експлуатаційних навантажень.

Сумарне осідання фундаменту ($S = 32,55$ мм) є значно меншим за гранично допустиме ($S_u = 80$ мм), що гарантує цілісність наземних конструкцій будівлі протягом усього періоду її експлуатації.

Таким чином, розроблений фундамент є надійним, економічно ефективним та повністю відповідає нормативним вимогам, що дозволяє рекомендувати його до впровадження у робочу документацію об'єкта.

2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту

Розрахунок залізобетонних сходових елементів

У цьому розділі наведено розрахунок та конструювання збірних залізобетонних елементів сходової клітки, що забезпечують вертикальні комунікації та просторову жорсткість будівлі. Сходові марші та майданчики є відповідальними конструктивними елементами, що сприймають як постійні навантаження від власної ваги та опорядження, так і динамічні тимчасові навантаження, зумовлені експлуатаційним режимом житлового будинку.

Метою розрахунку є визначення несучої здатності, підбір необхідного армування та перевірка міцності елементів за першою та другою групами граничних станів відповідно до вимог [6]. Особливу увагу приділено забезпеченню надійності вузлів опирання маршів на сходові площадки, що має критичне значення для безпечної експлуатації споруди. Розрахунок виконано з використанням сучасного сортаменту арматурної сталі класів А400С та А240С, що відповідає чинному стандарту [7].

Збірні елементи сходів

Розрахунки збірного залізобетонного маршу

Сходовий марш шириною 1050 мм. Бетон класу С20/25; $= 2,1 \cdot 105$ МПа; поперечна арматура класу В500С, $R_{sw} = 265$ МПа, арматура сіток класу В500. Висота поверху.

визначення навантажень та зусиль

Власна вага типових маршів за каталогом – $q^n = 3,6$ кН/м² горизонтальної проекції. Тимчасове нормативне навантаження для сходів житлового будинку $p_n = 3$ кН/м²; коефіцієнт надійності за навантаженням $f = 1,2$; тривале тимчасове навантаження $P^n \ell d = 1$ кН/м².

Розрахункове навантаження на 1 м довжини маршу:

$$q=(q^{\text{н}}\gamma f+p^{\text{н}}\gamma f)\alpha=(3.6\cdot 1.1+3\cdot 1.2)1.05=7.94\text{кН/м.}$$

Розрахунковий згинальний момент у середині прольоту маршу:

$$M=q\ell^2/8\cos\alpha = 7,94 \cdot 9/8 \cdot 0,867 = 10,30 \text{ кНм}$$

Поперечна сила на опорі:

$$Q=q\ell/2\cos\alpha=7,94\cdot 3/2\cdot 0,867=13,8 \text{ кН.м.}$$

Попереднє призначення розмірів перерізу маршу

Стосовно типових заводських форм призначаємо товщину плити (за перерізом між ступенями) $h_f = 30$ мм, висоту ребер (косоурів) $h = 170$ мм, товщину ребер $b_r = 80$ мм. За розрахунковий перетин приймаємо таврове з полицею в стиснутій зоні: $b = 2b_r = 2 \cdot 80 = 160$ мм; ширину полиці $b_f' = 2(\ell/6)+b = 2(300/6)+16 = 116$ см або $b_f' = 12h_f'+b = 12\cdot 3+16 = 52$ см. Приймаємо за розрахункове $= 52$ см.

Підбір площі перерізу поздовжньої арматури

Встановлюємо розрахунковий випадок для таврового перерізу (при $x = h_f'$): при $M \leq R_b \gamma b^2 \gamma h_f' h_f'$ ($h_0 = 0,5 h_f'$) нейтральна вісь проходить у полиці. $1030000 < 8,5 \cdot (100) 0,9 \cdot 52 \cdot 3 (14,5 - 0,5 \cdot 3) = 1551420$ Нсм; умова задовольняється

нейтральна вісь проходить у полиці; розрахунок арматури виконуємо за формулами для прямокутних перерізів шириною $b_f = 52$ см.

$$A_s = 0,073$$

Площа перерізу арматури: $A_s = M \gamma n / R_s \eta h_0 = 1030000 \cdot 0,95 / 280 (100) 0,964 \cdot 14,5 = 2,5$ см². Приймаємо 2Ш14 А240С, $A_s = 3,08$ см².

У кожному ребрі встановлюємо по одному плоскому каркасу К-1.

Розрахунок по міцності, похилених до поздовжньої осі елемента

$$\text{поперечна сила на опорі: } Q_{\text{max}} = 13,8 \cdot 0,95 = 13,11 \text{ кН}$$

Обчислюємо проекцію розрахункового похилого перерізу на поздовжню вісь:

$$b_b = \phi b^2 (1 + \phi f + \phi n) R_b t \cdot \gamma b^2 \cdot b \cdot h^2 o$$

$$V_b = 2 \cdot 1.175 \cdot 1.05 \cdot 0.9(100)16 \cdot 14.52 = 7.5 \cdot 105 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

У розрахунковому похилому перерізі $Q_b = Q_{sw} = Q/2$, $Q_b = V_b/2$, $c = V_b/0,5Q = 114,4 \text{ см}$, що більше $2h_0 = 29 \text{ см}$. Тоді $Q_b = V_b/c = 7,5 \cdot 105/29 = 25,9 \cdot 103 \text{ Н} = 25,9 \text{ кН}$, що більше $Q_{\max} = 13,11 \text{ кН}$, отже, поперечна арматура за розрахунком не потрібна.

У $1/4$ прольоту призначаємо поперечні стрижні діаметром 6 мм із сталі класу А-І, кроком $S = 80 \text{ мм}$, $A_{sw} = 0,283 \text{ см}^2$, $R_{sw} = 175 \text{ МПа}$. Для двох каркасів $n = 2$, $A_{sw} = 0,566 \text{ см}$, $\mu_w = 0,566/16 \cdot 8 = 0,0044$.

$\alpha = E_s/E_b = 2,1 \cdot 105/2,7 \cdot 104 = 7,75$. У середній частині ребер поперечну арматуру маємо Конструктивно з кроком 200 мм.

Перевіряємо міцність елемента по похилій смузі між похилими тріщинами:
 $Q \leq 0,3 \phi_w 1 \phi_b 1 R_b y b 2 b h_0$

$$Q = 13110 < 0,3 \cdot 1,17 \cdot 0,87 \cdot 14,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 14,5(100) = 93000 \text{ Н}$$

Умови дотримуються, міцність маршу по похилому перерізу забезпечена.

Плиту армують сіткою зі стрижнів діаметром 4-6 мм, кроком 100-300 мм.

Діаметр робочої арматури сходов з урахуванням транспортних та монтажних впливів: $l_{st} = 1-1,4 \text{ м} = 6 \text{ мм}$. Хомути виконують із арматури діаметром 4-6 мм кроком 200 мм.

Розрахунок залізобетонної майданчикової плити

Довжина плити 2500 мм, ширина 990 мм, товщина 60 мм. Тимчасове нормативне навантаження 3 кН/м², коефіцієнт надійності за навантаженням $f = 1,2$. Марки матеріалів: бетон класу С20\25, арматура каркасів зі сталі класу А-П, сітки зі сталі класу Вр-1.

Власна нормативна вага плити при $h'f = 6 \text{ см}$; $q_n = 0,06 \cdot 25000 = 1500 \text{ Н/м}^2$; розрахункова вага плити $g = 1500 \cdot 1,1 = 1650 \text{ Н/м}^2$; розрахункова вага лобового ребра (за вирахуванням ваги плити) $q = (0,29 \cdot 0,11 + 0,07 \cdot 0,07) 1 \cdot 25 \cdot 000 \cdot 1,1 = 1000 \text{ Н/м}$; розрахункова вага крайнього пристінного ребра $q = 0,14 \cdot 0,09 \cdot 1 \cdot 2500 \cdot 1,1 = 350 \text{ Н/м}$. Тимчасове розрахункове навантаження $p = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ кН/м}^2$.

При розрахунку майданчикової плити розглядаємо окремо полицю, пружно зароблену в ребрах, лобове ребро, на яке спираються марші, і пристінне ребро, що сприймає навантаження від половини прольоту полиці.

Розрахунок полиці плити

Полку плити за відсутності поперечних ребер розраховуємо як балковий елемент з частковим затисканням на опорах. Розрахунковий проліт дорівнює відстані між ребрами 0,770 м-коду.

При утворення пластичного шарніра згинальний момент у прольоті та на опорі визначаємо за формулою, що враховує вирівнювання моментів:

$$M = M_s = ql^2/16 = 5250 \cdot 0,772^2/16 = 194,5 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$\text{де } q = (g+p)b = (1650+3600) \cdot 1 = 5250 \text{ Н/м}; \quad b = 1 \text{ м-код.}$$

При $b = 100 \text{ см}$ і $h_0 = h - a = 6 - 2 = 4 \text{ см}$ обчислюємо

$$A_0 = \frac{M \gamma}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b' \cdot h_0^2} = \frac{194,5 \cdot 0,95}{1,45(100) \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 4^2} = 0,01$$

$$\eta = 0,995, = 0,01;$$

$$A_s = \frac{M \gamma}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{194,5 \cdot 0,95}{37,5(100) \cdot 0,995 \cdot 4} = 0,12 \text{ см}^2.$$

Укладаємо сітку С-1 з арматури $\square 3 \text{ мм В500С}$ кроком $s = 200 \text{ мм}$ на 1 м довжини з відгином на опорах $A_s = 0,41 \text{ см}^2$.

Розрахунок лобового ребра

На лобове ребро діють такі навантаження:

- постійна та тимчасова, рівномірно розподілені від половини прольоту полиці та від власної ваги $q = (1650+3600) \cdot 0,99/2 + 1000 = 3599 \text{ Н/м};$

- Рівномірно розподілене навантаження від опорної реакції маршів, прикладена на виступ лобового ребра і викликає його вигин,

$$q_1 = Q/a = 13\ 800/0,99 = 1393 \text{ Н/м.}$$

Згинальний момент на виступі від навантаження q_1 на 1 м :

$$M_1 = q_1 \frac{l^2}{2} = 1393 \cdot 8,5 = 11840 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо розрахунковий згинальний момент у середині прольоту ребра:

$$M = (q + q_1) l y_n / 2 = (3599 + 1393) 2,482 / 8 = 3838 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Розрахункове значення поперечної сили з урахуванням $\mu_n = 0,95$

$$Q = (q + q_1) l y_n / 2 = (3599 + 1393) 2,48 \cdot 0,95 / 2 = 5881 \text{ Н}$$

Розрахунковий переріз лобового ребра є тавровим з полицею в стислій зоні шириною $b'f = b h_f + b r = 6 \cdot 6 + 12 = 48$ див. Так як ребро монолітно пов'язане з полицею, що сприяє сприйняттю моменту від консольного виступу, то розрахунок лобового ребра виконуємо на дію тільки згинального моменту

$$M = 3838 \text{ Н}$$

Згідно зі стандартною схемою розрахунку для вигнутих елементів, ми визначимо міцність цієї деталі. При цьому ми будемо використовувати коефіцієнт безпеки, який дорівнює 0,95.

розташування нейтральної осі при $x = h'f$

$$M y_n = 383800 \cdot 0,95 = 0,36 \cdot 10^6 < f y_d^2 b'f h'f (h_0 - 0,5 h'f) = \\ = 14,5(100) 0,9 \cdot 48 \cdot 6(31,5 - 0,5 \cdot 6) = 10,7 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

умовно дотримується, нейтральна вісь проходить у полиці

$$A_0 = \frac{M y_n}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b' \cdot h_0^2} = \frac{383800 \cdot 0,95}{14,5(100) \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 31,5^2} = 0,01$$

$$\eta = 0,995, = 0,01;$$

$$A_s = \frac{M y_n}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{3838 \cdot 0,95}{280(100) \cdot 0,995 \cdot 31,5} = 0,41 \text{ см}^2.$$

приймаємо з конструктивних міркувань 2 б А400С, $A_s = 0,57 \text{ см}^2$; відсоток армування $\mu = (A_s | b h_0) 100 = 0,57 \cdot 100 / 12 \cdot 31,5 = 0,15\%$.

Розрахунок похилого перерізу лобового ребра на поперечну силу

$Q = 5,8 \text{ кН}$. Обчислюємо проекцію похилого перерізу на поздовжню вісь,

$$V_b = \phi b^2 (1 + \phi_f + \phi_n) R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0$$

$$V_b = 2 \cdot 1,214 \cdot 1,05 (100) 12 \cdot 31,5^2 = 27,4 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

у розрахунковому похилому перерізі $Q_b = Q_{sw} = Q/2$, тоді $c = V_b / 0,5Q = 27,4 \cdot 105 / 0,5 \cdot 5881 = 932 \text{ см}$, що більше $2h_0 = 2 \cdot 31,5 = 63 \text{ см}$; приймаємо $z = 63 \text{ см}$. Обчислюємо;

$$Q_b = V_b / c = 27,4 \cdot 105 / 63 = 43,4 \cdot 103 \text{ Н} = 43,4 \text{ кН} > Q = 5,8 \text{ кН},$$

Згідно з результатами розрахунку, потреба у встановленні поперечної арматури за умовами міцності відсутня. Проте, з метою дотримання конструктивних вимог щодо армування та забезпечення належного опору згину в зоні консольного виступу, проектом передбачено встановлення замкнених хомутиків діаметром 6 мм класу А240С із кроком 150 мм.

Армування консольного виступу, призначеного для обпирання збірного сходового маршу, виконується сіткою С-2 з арматури діаметром 6 мм класу А240С. Для забезпечення спільної роботи конструктивних елементів, арматура сітки жорстко з'єднується із хомутами каркаса К-1, що гарантує цілісність вузла обпирання під дією розрахункових навантажень.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

Технологія зведення 10-поверхового житлового будинку ґрунтується на принципах індустріалізації, потоковості виконання робіт та комплексної механізації. Проектні рішення спрямовані на забезпечення високої якості будівельно-монтажних робіт (БМР) у встановлені терміни з дотриманням вимог охорони праці.

Основоположними принципами організації є: індустріалізація - застосування конструкцій заводського виготовлення, що мінімізує обсяги «мокрих» процесів на майданчику; потоковість - організація БМР за принципом послідовного зведення конструктивів: фундаменти - надземна частина - опоряджувальні роботи; комплексна механізація - використання баштового крана типу КБ-403, що забезпечує вантажопідйомність та радіус обслуговування, достатні для монтажу конструкцій та подачі матеріалів у зону кладки.

Характеристика умов будівництва та логістика

Майданчик розміщений у межах міської інфраструктури, що вимагає ефективного зонування території.

Об'єкт розташовано у другому будівельно-кліматичному районі. При проектуванні технологічних процесів враховано розрахункову зимову температуру -24°C та глибину промерзання ґрунту 1,2 м (згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010).

Вертикальне планування: вирішено способом проектних горизонталей для забезпечення нормативного відведення поверхневих та талих вод (згідно з [8]).

Транспортна схема постачання матеріалів та виробів передбачає використання автомобільних шляхів загального користування. Відстані до основних постачальників визначають періодичність підвезення:

Інертні матеріали (пісок): $L = 30$ км.

Збірні залізобетонні вироби (ЗБВ): $L = 10$ км.

Будівельні розчини та бетонні суміші: $L = 15$ км.

Логістичні маршрути узгоджені з графіком виконання будівельно-монтажних робіт (БМР) для уникнення накопичення матеріалів, що перевищує місткість приоб'єктного складу.

Загальна організація будівельного виробництва

Будівництво об'єкта здійснюється потоковим методом із поділом будівлі на захватки. Роботи поділяються на підготовчий та основний періоди.

Підготовчий період передбачає: геодезичне розбиття осей споруд та інженерних мереж, облаштування будмайданчику, монтаж інвентарних тимчасових споруд. Витрати праці підготовчого періоду становлять 3% від загальних витрат на об'єкт.

Технологія виконання основних видів робіт

Земляні роботи: Виїмка ґрунту проводиться екскаватором ЕО-3322А. Планування площі та зрізання рослинного шару здійснюється бульдозером Д-492А. Зворотне засипання пазух котловану виконується пошаровим ущільненням ґрунту відповідно до вимог [5]. Бровки виїмок підтримуються у стійкому стані шляхом влаштування укосів із дотриманням нормативних кутів крутості.

Бетонні роботи:

Виробництво робіт здійснюється згідно з [6].

1. Використовується інвентарна опалубка, що забезпечує геометричну точність конструкцій.
2. Подача суміші здійснюється автобетонозмішувачами. Ущільнення проводиться глибинними вібраторами до припинення осідання суміші (20–60 с).
3. Температурно-вологісний режим забезпечується захистом від інтенсивного випаровування вологи (полімерні плівки, зволоження). Контроль міцності бетону здійснюється шляхом випробування контрольних зразків-кубів (вимога: не менше 85% від проєктної міцності до початку розпалубки).

Монтажні роботи:

Монтаж збірних залізобетонних елементів (плит перекриття, сходових маршів) проводиться із застосуванням баштового крана. Забороняється виконання робіт на висоті при швидкості вітру понад 10 м/с (понад 6 балів), під час грози чи опадів. Фіксація елементів виконується із застосуванням інвентарних строп та відтяжок.

Покрівельні та оздоблювальні роботи:

Покрівельна конструкція тришаровий рулонний килим з наплавленого руберойду.

Техніко-економічне обґрунтування вибору екскаватора

Для розробки котловану глибиною 2,5 м порівнюємо два типи екскаваторів: ЕО-3322А та ЕО-7111С. Вибір здійснюється на основі порівняння приведених витрат (Зп).

Приведені витрати на одиницю обсягу робіт (1 м³) визначаються за формулою:

$$Зп = З + Ен \cdot К$$

де:

З - собівартість розробки 1 м³ ґрунту;

Ен - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (Ен = 0,15\$);

К - питомі капітальні вкладення на 1 м³ ґрунту.

Розрахунок експлуатаційної продуктивності (Пз)

Продуктивність розрахована за формулою:

$$Пз = 60 \cdot З \cdot q \cdot n \cdot k_в \cdot k_1 / t_ц$$

Де коефіцієнт наповнення ковша $k_1 = k_н / k_{пр} = 1,13 / 1,28 = 0,883$.

Для обох екскаваторів при $t_ц = 22 \text{ с}$

$k_в = 0,76$:

$$Пз = 60 \cdot 8,2 \cdot 2,5 \cdot (60/22) \cdot 0,76 \cdot 0,883 \approx 2253,4 \text{ м}^3/\text{змiну}$$

Порівняльний розрахунок екскаваторів див табл. 3.1

Таблиця 3.1 - Порівняльний розрахунок екскаваторів

Показник	ЕО-3322А	ЕО-7111С
Капітальні вкладення (К), грн/м ³	0,0652	0,0794
Собівартість (З), грн/м ³	0,0222	0,0236
Приведені витрати (Зп), грн/м ³	0,0320	0,0355

За результатами розрахунку, найменші приведені витрати забезпечує екскаватор ЕО-3322А. Дана модель прийнята як основна землерийна машина для виконання робіт нульового циклу. ехнічні параметри обраної землерийної техніки наведено у табл. В.2 додатку В.

Підбор автотранспортних засобів і їхньої кількості.

При обсязі ґрунту, що вивозиться, 2970 м³ і відстані до відвала 3 км по дорозі з асфальтовим покриттям. приймаємо самосвальний автопоїзд у складі автомобіля-самоскида і причепа-самоскида з подачею однієї машини під навантаження (при щільності ґрунту (глини) $\rho_{ГР}=1.7\div 1.8$ т/м³). Для вивезення ґрунту обсягом 2970 м³ на відстань 3 км прийнято автопоїзд у складі автомобіля-самоскида КрАЗ-256Б1 та причепа-самоскида СПП-1-8.

Перевірка умови:

$$m/P=(12.5+22)/(6+13)=1.81\text{т/м}^3\approx\rho_{ГР}.$$

Кількість ковшів екскаватора. завантажуються в автопоїзд:

$$n=P/(q*k_1)=(6+13)/(2.5*0.833)=9\text{шт.}$$

Коеф. впливу транспорту. при кількості ковшів, що завантажуються, $n=9$ $k=0.9$.

Розрахункова тривалість одного транспортного циклу:

$$t_{Ц}=t_n+(120*L_{ТР})/v_{СР}+t+t_m;$$

де: $L_{ТР}$ – відстань транспортування ґрунту (3км)

$v_{СР}$ – середня швидкість руху (38 км/ч)

t – час розвантаження (2 хв)

t_m – час маневру автопоїзда при навантаженні і розвантаженні (3 хв)

t_n – тривалість навантаження

$$t_n = n / (n * k) = 9 / (2.73 * 0.9) = 3.66 \text{ хв}$$

$$t_{\Sigma} = 3.66 + 120 * 3 / 38 + 2 + 3 = 18.13 \text{ хв.}$$

Необхідна кількість автопоїздів:

$$N = t_{\Sigma} / t_n = 18.13 / 3.66 = 4.95 \text{ шт.}$$

Прийнято 5 автопоїздів.

Вибір баштового крана здійснюється на основі трьох ключових параметрів: необхідного вильоту стріли ($L_{стр}$), висоти підйому гака ($H_{під}$) та вантажопідйомності ($Q_{мон}$) для найбільш віддалених та важких конструктивних елементів.

Визначення розрахункових параметрів

1. Виліт стріли ($L_{стр}$):

Виходячи з ширини будівлі ($B = 17,5$ м), відстані від підкранової колії до стіни (2 м) та половини ширини колії ($6/2 = 3$ м), мінімально необхідний виліт складає:

$$L_{стр} \geq B + \text{відстань до колії} + \text{півколія} = 17,5 + 2,0 + 3,0 = 22,5 \text{ м}$$

2. Висота підйому гака ($H_{під}$):

$$H_{під} = h_{буд} + h_{ел} + h_z + h_{стр} = 35,0 + 0,3 + 0,5 + 1,6 = 37,4 \text{ м}$$

де $h_{буд}$ - висота будівлі,

$h_{ел}$ - висота елемента,

h_z - запас,

$h_{стр}$ - висота стропування.

Технічні характеристики обраного крана

Для забезпечення змонтованих робіт прийнято баштовий кран КБ-403

(як більш сучасний та ефективний аналог для 10-поверхової забудови).

Обрана модель крана КБ-403 повністю задовольняє вимоги проєкту:

Розрахункова вага елемента (2,8 т) менша за вантажопідйомність крана на максимальному вильоті (5,5 т). Розрахункова висота підйому (37,4 м) забезпечується технічними характеристиками крана (40,5 м)

Технологічна карта на бетонування ростверків

Область застосування технологічної карти

Ця технологічна карта (ТК) розроблена для виконання робіт із бетонування монолітних залізобетонних ростверків при зведенні 10-поверхової житлової будівлі в м. Суми. Область застосування карти охоплює нульовий цикл будівництва, тобто етап улаштування фундаментних конструкцій до позначки 0.000.

Дана ТК поширюється на процеси улаштування фундаментних конструкцій у таких умовах:

Інженерно-геологічні умови: Придатна для застосування на ґрунтах з нормативним опором $R_0 = 0,2$ МПа. При виявленні просадних ґрунтів або агресивного середовища ґрунтових вод, рішення потребують коригування згідно з розділом «Гідроізоляція та захист конструкцій».

Карта розрахована на використання баштового крана КБ-403 та мобільного автобетононасоса.

Технологія орієнтована на застосування бетонних сумішей промислового виготовлення (з бетонних вузлів м. Суми) та опалубної системи ДОКА.

Технологія виконання робіт

Вказівки з технології виробничого процесу

Технологічний процес улаштування монолітних залізобетонних ростверків здійснюється згідно з [10]. Підготовчий етап передбачає геодезичне винесення осей, планування основи та підготовку комплексу механізмів, включаючи баштовий кран КБ-403 та бетононасос.

Для забезпечення безперервного циклу бетонування роботи виконуються спеціалізованою ланкою в кількості 6 осіб.

Професійний склад ланки:

Бетоняр 4-го розряду (ланковий) - 1 чол.: забезпечує загальне керівництво процесом укладання, контроль вертикальності опалубки та якості ущільнення суміші.

Бетоняр 3-го розряду - 2 чол.: безпосереднє розподілення бетонної суміші в опалубці, управління глибинними вібраторами.

Арматурник 4-го розряду - 1 чол.: контроль цілісності каркаса під час вібрування, перевірка захисного шару бетону.

Монтажник збірних конструкцій 3-го розряду - 1 чол.: обслуговування опалубки ДОКА, контроль затяжки кріпильних елементів.

Машиніст бетононасоса - 1 чол.: забезпечення заданого темпу подачі суміші та технічне обслуговування насосної установки.

Технологічна послідовність виконання робіт

Процес улаштування монолітних залізобетонних ростверків реалізується за такою технологічною послідовністю:

1. Роботи розпочинаються з влаштування бетонної підготовки (підбетонки) з бетону класу С8/10. Товщина конструктивного шару становить 100 мм. Даний етап є обов'язковим для забезпечення рівної, стійкої основи, яка унеможливиює витікання цементного молочка з бетонної суміші ростверку та забезпечує дотримання захисного шару робочої арматури.

2. Монтаж арматурних каркасів здійснюється згідно з робочими кресленнями. Використовується стрижнева арматура класу А400С діаметром від 18 до 36 мм. Для фіксації вузлів та підвищення темпів зведення застосовується автоматизований в'язальний інструмент Makita, що гарантує надійність з'єднань каркаса перед бетонуванням.

3. Для формування геометричних параметрів ростверку застосовується інвентарна щитова опалубка системи ДОКА. Перед монтажем робочі поверхні щитів обробляються спеціальними антиадгезійними мастилами, що забезпечує легкість розпалубки та високу якість бетонної поверхні. Монтаж виконується з обов'язковою перевіркою вертикальності щитів та щільності з'єднань.

Технологічна послідовність бетонування ростверку (із застосуванням крана КБ-403)

Процес бетонування монолітного залізобетонного ростверку з використанням баштового крана реалізується в такій послідовності:

1. Після завершення монтажу арматурного каркаса та встановлення інвентарної опалубки ДОКА, проводиться комісійне приймання прихованих робіт. Перевіряється чистота опалубки від будівельного сміття та наявність антиадгезійного мастила на внутрішніх поверхнях.

2. Бетонування з використанням крана (подача в баддях) У випадках, коли використання бетононасоса є недоцільним або як резервний метод для забезпечення безперервності процесу, застосовується баштовий кран КБ-403 та поворотні бадді місткістю 1,5–2,0 м³.

Баддя встановлюється на спеціально підготовлений майданчик поруч із зоною роботи автобетонозмішувача. Після наповнення бетонною сумішшю перевіряється надійність затвора.

Оператор крана КБ-403 здійснює підйом бадді та її переміщення до місця укладання. Поворот стріли та переміщення вантажу виконуються з максимальною плавністю для запобігання інерційним розгойдуванням.

Баддя підводиться до опалубки на висоту не більше 1,0 м від рівня укладання. Відкриття затвора бадді здійснюється бетонояр-сигнальником, що дозволяє рівномірно розподілити суміш по площі ростверку.

3. Безпосередньо під час вивантаження суміші проводиться її ущільнення глибинними вібраторами. Вібрування виконується пошарово (товщина шару 30–

40 см) протягом 20–60 секунд на кожній ділянці до моменту припинення осідання суміші та появи «цементного молочка» на поверхні.

4. Контроль та безпека при роботі крана

Оператор крана та ланковий бетонярів забезпечуються справними радіостанціями для чіткої координації маневрів.

Забороняється перебування робітників у зоні перенесення бадді та безпосередньо під нею. Подача бетону над вже змонтованими елементами опалубки виконується лише після перевірки їх надійної фіксації.

При виникненні будь-якої нештатної ситуації (наприклад, заїдання затвора бадді або перекидання щита опалубки) подається сигнал «Стоп», після чого будь-яка робота крана негайно припиняється.

5. Після завершення укладання бетон підлягає захисту від температурно-усадкових деформацій (у разі потреби — укриття або зволоження). Демонтаж опалубної системи проводиться виключно після досягнення бетоном не менше 70% проектної міцності, що підтверджується результатами лабораторного контролю зразків-кубів.

Контроль якості виконання монолітних ростверків

Контроль якості будівельно-монтажних робіт на об'єкті здійснюється відповідно до вимог [6,10]. Він охоплює всі етапи: від вхідного контролю матеріалів до приймання готових конструкцій.

1. Вхідний контроль

Здійснюється перевірка якості матеріалів, що надходять на об'єкт:

Арматура: перевірка сертифікатів відповідності на сталь класу А400С, візуальний огляд на відсутність корозії та відповідність діаметрів (18–36 мм) проектним даним.

Бетон: перевірка паспортів якості на кожну партію бетонної суміші (класи С8/10 та С16/20) з урахуванням часу відвантаження та температури суміші.

Опалубка: контроль цілісності щитів системи ДОКА та наявності сертифікатів на антиадгезійні мастила.

2. Операційний контроль

Проводиться безпосередньо в процесі виконання робіт:

Армування: перевірка геометричних розмірів каркаса, кроку хомутів, якості в'язки (використання інструмента Makita), надійності закріплення закладних деталей.

Опалубні роботи: контроль вертикальності та горизонтальності щитів за допомогою лазерних рівнів (нівелірів).

Бетонування: контроль процесу вібрування (інтенсивність 20–60 с), запобігання сегрегації (розшаруванню) суміші при подачі краном КБ-403 чи бетононасосом, контроль заповнення опалубки без порожнеч.

3. Приймальний контроль (геометричні параметри)

Після демонтажу опалубки проводиться фінальний огляд конструкції на відповідність проектним відміткам. Допустимі відхилення згідно з нормами:

Відхилення від вертикалі/нахилу: не більше ± 20 мм.

Відхилення горизонтальних поверхонь: не більше ± 20 мм на всю площу перевірки.

Відхилення лінійних розмірів: не більше ± 20 мм.

Відхилення розмірів поперечного перерізу: $+6$ мм / -3 мм.

4. Лабораторний контроль

Якість бетону оцінюється за результатами випробувань контрольних зразків-кубів (200x200x200 мм), що відбираються в процесі бетонування. Зразки витримуються в умовах, ідентичних умовам твердіння ростверку. Прийняття конструкції можливе при досягненні бетоном не менше 70% від проектної міцності.

Для завершення технологічного розділу необхідно включити блок з охорони праці. Цей розділ є обов'язковим для бакалаврської роботи, оскільки він

демонструє вашу обізнаність у питаннях безпеки під час виконання робіт підвищеної небезпеки.

Охорона праці при виконанні бетонних та монтажних робіт

Безпека ведення робіт при зведенні монолітних ростверків забезпечується суворим дотриманням НПАОП 45.2-7.02-12 «Охорона праці в будівництві».

До виконання робіт допускаються особи, які пройшли навчання, інструктаж з охорони праці та не мають медичних протипоказань до роботи на висоті. Весь персонал забезпечується індивідуальними засобами захисту (ЗІЗ): касками, спецвзуттям, рукавицями, а при роботі на висоті — запобіжними поясами.

Зона роботи крана повинна бути огорожена, вхід сторонніх осіб — заборонено. Переміщення бадді з бетонною сумішшю над робочими місцями людей суворо заборонено. Радіозв'язок між кранівником та ланковим бетонярів має бути безперебійним. При зникненні сигналу роботу крана необхідно негайно зупинити. Забороняється коригувати положення бадді або опалубки руками під час їх руху краном.

Робочий тиск у бетонопроводі повинен відповідати технічному паспорту установки; перевірка з'єднань рукавів виконується до початку подачі суміші. Оператор бетононасоса та ланка бетонярів повинні мати захисні окуляри для запобігання потраплянню цементного молочка в очі. Глибинні вібратори повинні мати заземлення; кабель живлення має бути захищений від механічних пошкоджень під час переміщення по арматурному каркасу.

Монтаж щитів опалубки, що мають значну масу, проводиться з дотриманням техніки безпеки при роботі на висоті. Забороняється залишати незакріплені щити опалубки, навіть на короткий термін, щоб уникнути їх перекидання вітром або випадковими поштовхами.

Пожежна безпека

На будівельному майданчику мають бути розміщені первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники) у зонах проведення робіт, а також забезпечено

вільний під'їзд спецтехніки. Усі місця зберігання антиадгезійних мастил повинні бути позначені знаком "Вогнебезпечно".

Калькуляція трудових витрат приведена в додатку Г таблиця 3.3.

Проектування будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план (БГП) розроблено на період зведення 10-поверхового житлового об'єкта. БГП є ключовим документом, що визначає просторову організацію будівельного майданчика, розміщення тимчасових споруд, складських площ та інженерних комунікацій.

При розробці БГП враховано чинні державні будівельні норми України, що замінюють застарілі стандарти:

ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;

НПАОП 45.2-7.02-12 «Охорона праці в будівництві»;

ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Принципи планування майданчика

Проектування БГП базується на таких інженерних принципах:

Тимчасові будівлі та споруди розміщено з урахуванням мінімізації площі забудови та дотримання протипожежних розривів.

Пріоритет надано використанню існуючої інфраструктури та елементів, що можуть бути використані після завершення будівництва (наприклад, постійні під'їзні шляхи).

Складські зони та майданчики розвантаження матеріалів розташовані безпосередньо в зоні дії монтажного крана КБ-403. Це дозволяє скоротити кількість перевантажувальних операцій (принцип «мінімального шляху вантажу»).

Майданчик розділено на виробничу (монтажна зона) та допоміжну (склади, побутові приміщення) зони. Це виключає перетин потоків людей та техніки.

Згідно з проектом, матеріали, що постачаються на об'єкт, розміщуються на піддонах у межах робочого радіуса стріли крана КБ-403, що виключає необхідність додаткового використання транспортної техніки в межах майданчика.

Передбачено огороження робочої зони крана, встановлення сигнальних знаків та забезпечення необхідного освітлення для роботи в другу зміну

Розрахунок складського господарства

Складське господарство на будівельному майданчику призначене для забезпечення безперервного постачання матеріально-технічних ресурсів, необхідних для зведення житлової будівлі. Проектування складів виконано з урахуванням обсягів будівельно-монтажних робіт, визначених календарним планом, та номенклатури необхідних матеріалів.

Типи складських зон

Залежно від фізико-технічних властивостей матеріалів та вимог до умов їх зберігання, на майданчику передбачено:

Відкриті майданчики: для зберігання конструкцій, що не потребують захисту від атмосферних опадів (залізобетонні вироби, металоконструкції).

Навіси: для матеріалів, що потребують захисту від прямої дії опадів, але допускають зберігання при зовнішній температурі (пиломатеріали, деякі види ізоляційних матеріалів).

Закриті склади: для матеріалів, чутливих до вологості та перепадів температур (цемент, сухі будівельні суміші, оздоблювальні матеріали, електротехнічне обладнання).

$$S = \frac{F}{\beta}$$

де: F- корисна площа складу

β - коефіцієнт, що враховує ширину проходів (в залежності від виду складу і матеріалів складування 0.5 – 0.8)

$$F = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}$$

$Q_{\text{зап}}$ – запас матеріалів на складі

q – кількість матеріалів на 1 м^2 площі складу

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{заг}} \cdot \alpha \cdot n \cdot k}{T}$$

$Q_{\text{заг}}$ – загальна кількість матеріалу на весь об'єм робіт

α - коефіцієнт нерівномірності подачі матеріалів на склад ($\alpha = 1.1$)

n - норма запасу матеріалів на складі (2-10 днів) ($n = 3$ дні)

k - коефіцієнт нерівномірності використання матеріалів ($k = 1.3$)

T – тривалість виконання будівельно-монтажних робіт (дні);

Розрахунок складських приміщень виконаний в табличній формі.

Відомість потреби в основних будівельних матеріалах, виробках і конструкціях. Приведена додаток В таблиця В.3.

Розрахунок тимчасових будівель

Тимчасові будівлі зводяться для обслуговування будівельного виробництва та складання умов для робочих, які зайняті на будівельно-монтажних роботах і в підсобному виробництві. Необхідно сягати до найменшого обсягу і враховувати середньо списковий склад робітників на площадці.

За календарним графіком на будівництві об'єкту працює максимальна кількість людей – $N_{\text{оп}} = 65$ чол.

$$N_{\text{нп}}=65 \cdot 0.2=13 \text{ чол}$$

$$N_{\text{гп}}=(65+13) \cdot 0.11=9 \text{ чол}$$

$$N_{\text{моп}}=(65+13) \cdot 0.05=4 \text{ чол}$$

$$N_{\text{заг}}=(65+13+9+4) \cdot 1.05=96 \text{ чол.}$$

Складські переміщення наведені в додатку В.4

Всі будівлі прийняті контейнерні з доставкою автотранспортом.

Розрахунок потреби в воді

Вода на будмайданчику використовується на виробничі, господарсько-побутові та протипожежні потреби.

Сумарне розрахункове використання води:

$$Q_{\text{сум}}=0.5 \cdot (Q_{\text{гп}} + Q_{\text{госп}}) + Q_{\text{пож}} \quad (\text{л/сек})$$

Використання води для виробничих потреб :

$$Q_{\text{вир}} = \frac{\sum Q_{\text{max}} \cdot k}{8 \cdot 3600} = \frac{250 \cdot \frac{251.6}{19 \cdot 2} \cdot 1.6 + 300 \cdot \frac{251.6}{19 \cdot 2} \cdot 1.6}{8 \cdot 3600} = 0.20 \quad (\text{л/сек})$$

Використання води на господарсько-побутові потреби складається з витрат води на приготування їжі, на потреби санустроїв та питьові потреби:

$$Q_{\text{г.поб}} = \frac{\sum Q_{\text{г}}^{\text{max}} \cdot k_1}{8 \cdot 3600} = \frac{100 \cdot 15 \cdot 2.7}{8 \cdot 3600} = 0.14 \quad (\text{л/сек})$$

$$Q_{\text{душ}} = \frac{\sum Q_{\text{душ}}^{\text{max}} \cdot k_2}{t \cdot 3600} = \frac{100 \cdot 0.4 \cdot 34 \cdot 1}{45 \cdot 60} = 0.42 \quad (\text{л/сек})$$

$$Q_{\text{заг}} = 0.5 \cdot (0.20 + 0.14 + 0.42) = 0.38 \quad (\text{л/сек})$$

Розрахунок води для протипожежних мір визначається з розрахунку одночасної дії двох струменей з гідранта по 5 л/сек на кожний струмінь:

$$Q_{\text{пож}} = 5 \cdot 2 = 10 \quad (\text{л/сек})$$

Сумарне розрахункове використання води:

$$Q_{\text{сум}} = 0.38 + 10 = 10.38 \quad (\text{л/сек})$$

Діаметр труб тимчасового водопроводу:

$$D = \sqrt{4 \cdot Q_{\text{сум}} / \pi \cdot v} = \sqrt{4 \cdot 10.38 \cdot 10^{-3} / 3.14 \cdot 1.5} = 0.094 \text{ м} = 94 \text{ мм}$$

Приймаємо труби діаметром 100 мм.

Розрахунок освітлення

Електродвигуни силових установок: баштовий кран, зварювальний апарат, розчинонасос, електроінструмент.

Внутрішнє освітлення: контора виконроба 52 м², душові 20 м², прохідна 5 м², гардеробна 40 м², приміщення прийому їжі 29 м², приміщення обігріву 10 м².

Зовнішнє освітлення: освітлення будмайданчика 17836 м², охоронне освітлення 760 пог.м, місць складування матеріалів 1770 м².

$$\text{Потужність силових установок: } \frac{(58 + 2 + 1.2 + 0.8) \cdot 0.6}{0.7} = 53.14 \text{ кВт}$$

$$\text{Потужність внутрішнього освітлення: } (52 + 20 + 5 + 40 + 29 + 10) \cdot 0.015 = 2.34 \text{ кВт}$$

$$\text{Зовнішнє освітлення: } 0.9 \cdot (17836 \cdot 0.4 + 0.76 \cdot 1500 + 1770 \cdot 2) = 10.6 \text{ кВт}$$

$$\text{Потужність трансформаторної підстанції: } 1.1(53.14 + 2.34 + 10.6) = 72.6 \text{ кВт}$$

Прийнята трансформаторна підстанція СКТП-100 потужністю 100 кВ*А.

Організаційні заходи з охорони праці

Всі працівники проходять первинний інструктаж на робочому місці, навчання з техніки безпеки при роботі на висоті та стажування під керівництвом досвідченого майстра.

Персонал забезпечується сертифікованими засобами індивідуального захисту: захисними касками, спецвзуттям з антиковзною підошвою, сигнальними жилетами та запобіжними поясами (для робіт на перекриттях вище 1.3 м).

Забезпечення безперервного радіозв'язку між кранівником та ланковим. Роботи під час сильного вітру (понад 12 м/с), зливи або ожеледиці — категорично заборонені.

Заходи безпеки при експлуатації механізмів

Робоча зона крана огорожується сигнальною стрічкою. Забороняється перебування людей у радіусі дії стріли, а також перенесення вантажів над діючими побутовими приміщеннями. Перед початком зміни перевіряється цілісність з'єднань бетоноводу. При виникненні заторів (корків) у трубах розбирання проводиться тільки після повного скидання тиску в системі.

У місцях зберігання матеріалів (особливо паливно-мастильних та антиадгезійних мастил) встановлюються порошкові вогнегасники (типу ВП-9).

Постійно вільний доступ для пожежної техніки згідно зі схемою БГП. Постійний контроль за станом внутрішньомайданчикових пожежних гідрантів.

Зварювальні роботи (наприклад, арматурні з'єднання) проводяться тільки за наявності наряду-допуску та після очищення робочої зони від горючих матеріалів.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Даний розділ розроблений для забезпечення безпеки будівельного виробництва при зведенні 10-поверхової житлової будівлі в м. Суми.

Система управління охороною праці на даному об'єкті базується на принципах пріоритетності життя та здоров'я працівників і регламентується такими нормативно-правовими актами України:

Закон України «Про охорону праці» визначає правові, економічні та організаційні засади створення безпечних умов праці.

Кодекс законів про працю України (КЗпП) регулює трудові відносини, тривалість робочого часу та правила охорони праці для окремих категорій працівників.

НПАОП [11] 45.2-7.02-12 «Охорона праці в будівництві» базовий нормативний документ, що визначає безпечні методи виконання монолітних, бетонних та монтажних робіт на об'єкті в м. Суми.

ДБН [10] встановлює вимоги до облаштування будівельного майданчика, зонування території та організації безпечного руху техніки.

НПАОП [12] 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів...» ключовий документ для безпечної експлуатації баштового крана КБ-403.

ДБН [13] В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» встановлює обов'язкові вимоги до протипожежного захисту житлового об'єкта на стадії зведення, розташування засобів пожежогасіння на складах та в тимчасових приміщеннях.

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек

Під час зведення 10-поверхового житлового будинку в м. Суми на персонал діє комплекс факторів, які класифікуються відповідно до вимог [10,11].

До основних небезпечних виробничих факторів (НВФ), здатних призвести до травматизму, належить насамперед падіння з висоти при виконанні арматурних та опалубних робіт на рівні перекриттів вище 1,3 метра, що є критичним ризиком для монолітно-каркасної технології.

Також значну небезпеку становить можливе падіння предметів та будівельних конструкцій під час маневрування баштовим краном КБ-403, зокрема при транспортуванні щитів опалубки ДОКА або арматурних каркасів над робочими місцями.

Додатковими факторами травмування є ураження електричним струмом, що можливе при експлуатації глибинних вібраторів, пневмоінструменту Makita та мобільного бетононасоса, а також ризик зіткнення з рухомими частинами будівельної техніки (автобетонозмішувачів та крана) під час їхнього переміщення майданчиком.

Поряд із небезпечними факторами на персонал впливають шкідливі виробничі фактори (ШВФ), що при тривалій дії можуть спричинити професійні захворювання. До них належить інтенсивний виробничий шум та вібрація, зумовлені експлуатацією глибинних вібраторів і механізмів крана, які вимагають використання засобів індивідуального захисту органів слуху.

Робота з бетонною сумішшю супроводжується утворенням цементного пилу, який подразнює слизові оболонки дихальних шляхів, а контакт із хімічними антиадгезійними мастилами для опалубки та протиморозними добавками в зимовий період може викликати дерматити.

Крім того, на будівництво в м. Суми суттєво впливають несприятливі метеорологічні умови низькі температури повітря в зимовий період, висока вологість та значні вітрові навантаження на висоті, що вимагає встановлення регламентованих перерв для обігріву персоналу та обмеження висотних робіт при сильному вітрі.

Визначення зон впливу цих факторів здійснюється відповідно до ДБН А.3.2-2:2009, де виділяються небезпечні зони навколо баштового крана КБ-403, в межах яких заборонено перебування сторонніх осіб, та зони проведення бетонування з підвищеним рівнем шуму та пилоутворення, що вимагає впровадження додаткових заходів колективного захисту.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек під час будівельно-монтажних робіт

Аналіз професійних ризиків бетоняра при зведенні ростверків.

Професія бетоняра на об'єкті в м. Суми належить до категорій робіт з високим ступенем ризику через специфіку роботи з механізмами, хімічними речовинами та на висоті. Аналіз ризиків базується на методології [6]

Характеристика ризиків за видами робіт

Робота з глибинним вібратором

Ризики:

- ураження електричним струмом через пошкодження ізоляції кабелю в умовах високої вологості (бетонна суміш є електропровідною).
- вібраційна хвороба через тривалий контакт з вібруючим інструментом.

Приймання бетонної суміші з бадді крана КБ-403

Ризик:

- механічне травмування (удари, затискання) при розгойдуванні бадді під час її підведення до опалубки.
- ризик падіння в опалубку при необережному маневруванні або втраті рівноваги.

Розподілення бетону та вібрування (робота всередині опалубки):

Ризики:

- переохолодження (в осінньо-зимовий період) та розвиток професійних дерматитів при контакті шкіри з бетонною сумішшю (лужне середовище цементу).
- падіння з арматурного каркаса при пересуванні всередині ростверку, якщо не влаштовані безпечні підмостки.

Аналіз небезпечних ситуацій на будівельному майданчику приведено в таблиці Д.1 , додатку Д.

Матриця оцінки ризиків для професії "бетоняр"

Для визначення пріоритетності заходів безпеки ми застосували матричний метод оцінки, де ризик (R) визначається як добуток ймовірності події (P) на ступінь тяжкості наслідків (S): $R = P \times S$.

Матриця ризиків для бетонних робіт наведена в таблиці Д.2.

Шкала оцінки:

P (Ймовірність): 1 – малоймовірно, 2 – можливо, 3 – часто.

S (Тяжкість): 1 – легка травма, 2 – втрата працездатності, 3 – летальний висновок.

R (Рівень): 1–3 – низький, 4–6 – середній, 7–9 – високий.

Аналіз результатів матриці

1. Високий рівень ризику (Падіння з висоти): Вимагає впровадження колективних засобів захисту (перила, містки) та обов'язкового використання запобіжних поясів. Безпека на висоті є пріоритетом №1 при роботі з опалубкою ДОКА.

2. Середній рівень ризику (Електротравми, робота з краном): Вимагає суворого технічного контролю (заземлення, радіозв'язок) та регулярного навчання персоналу роботі з баштовим краном КБ-403.

3. Низький рівень ризику (Дерматити): Контролюється шляхом забезпечення персоналу якісними ЗІЗ (рукавиці, креми) та дотримання санітарних вимог на робочому місці.

4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування

З метою підвищення рівня безпеки на будівельному майданчику в м. Суми та зниження ймовірності настання нещасних випадків, пропонується впровадження комплексних заходів, що базуються на сучасних інженерних рішеннях. Техніко-технологічні заходи спрямовані на першочергове усунення ризиків у самому джерелі їх виникнення, зокрема шляхом переходу на автоматизовані методи виконання робіт.

Так, впровадження акумуляторних в'язальних пістолетів Makita значно скорочує час перебування бетонярів у небезпечних зонах на арматурних каркасах та зменшує фізичне навантаження на персонал.

Важливим кроком є застосування інвентарної опалубної системи ДОКА, яка має інтегровані робочі майданчики та захисні перила, що дозволяє мінімізувати ризик падіння з висоти, оскільки робоча зона стає огороженою ще до початку процесу бетонування.

Для підвищення безпеки експлуатації баштового крана КБ-403 передбачено його обладнання сучасними обмежувачами вантажопідйомності та зональними обмежувачами повороту, які унеможливають неконтрольоване переміщення вантажів над небезпечними зонами майданчика.

Організаційні заходи управління ризиками включають цифровізацію комунікації на об'єкті за допомогою захищених радіоканалів із гарнітурами для кранівника та ланкового, що виключає хибне тлумачення команд в умовах щільної міської забудови.

Графік роботи найбільш шумних механізмів, таких як бетононасоси та глибинні вібратори, планується з урахуванням мінімізації тривалості перебування робітників у зоні впливу ШВФ без засобів індивідуального захисту. Інтерактивне навчання персоналу з використанням візуальних матеріалів

дозволяє ефективно закріпити правила безпеки при роботі з краном та бетоном, а впровадження спеціалізованих ЗІЗ, зокрема рукавичок із підвищеним захистом від лужного середовища бетону та нашоломних ліхтарів для роботи в умовах недостатньої видимості, підвищує загальну культуру безпеки праці.

На завершення, для підвищення готовності до непередбачуваних ситуацій на майданчику створюється команда швидкого реагування, яка пройшла професійну підготовку з надання домедичної допомоги, що забезпечує стабілізацію стану потерпілих до прибуття медичних служб.

Реалізація цих рекомендацій дозволяє інтегрувати безпеку безпосередньо в технологічний процес, мінімізуючи вплив людського фактора та забезпечуючи стабільний розвиток будівельного виробництва згідно з сучасними нормами безпеки України.

Враховуючи безпекову ситуацію під час воєнного стану, при зведенні 10-поверхової житлової будівлі в м. Суми розроблено алгоритм дій для персоналу, спрямований на мінімізацію ризиків.

Основою організації безпеки є забезпечення безперешкодного доступу до захисних споруд: маршрути руху до укриттів чітко розмічені вказівниками, а час евакуації персоналу з будь-якої точки майданчика оптимізовано до мінімально можливого.

При отриманні сигналу «Повітряна тривога» всі виробничі процеси, особливо роботи на висоті, використання електроінструмента та експлуатація баштового крана КБ-408.21, припиняються в обов'язковому порядку, після чого робітники негайно слідуєть до укриття.

У межах кранового господарства діє суворий протокол безпеки: при оголошенні тривоги кранівник зобов'язаний привести механізми в неробочий стан закріпити гакову підвіску, задіяти гальма та вимкнути живлення, що гарантує стабільність крана під час можливих динамічних навантажень.

В умовах нічного часу об'єкт суворо дотримується режиму світломаскування, обмежуючи зовнішнє освітлення лише до рівня, необхідного для безпеки робіт.

У разі виявлення підозрілих об'єктів будь-які роботи негайно зупиняються, територія ізолюється, а персонал відводиться на безпечну відстань з подальшим повідомленням підрозділів ДСНС за номером «101».

З метою підвищення психологічної готовності та ефективності реагування, увесь персонал регулярно проходить інструктажі з домедичної допомоги, зокрема з методів зупинки критичних кровотеч та надання допомоги при пораненнях, що є обов'язковим компонентом підготовки працівників на об'єкті в Сума.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що організація будівельно-монтажних робіт при зведенні 10-поверхової житлової будівлі в м. Суми відповідає вимогам чинних нормативно-правових актів України, зокрема Закону «Про охорону праці», [6,11].

Запропоновані технічні та організаційні рішення дозволяють ефективно мінімізувати вплив шкідливих та небезпечних виробничих факторів на персонал. Використання автоматизованих інструментів, таких як в'язальні пістолети Makita, та сучасних опалубних систем ДОКА з інтегрованими захисними елементами, дозволяє перенести акцент із захисту від ризиків на їх повне усунення в джерелі виникнення.

Особливу увагу приділено безпеці під час експлуатації баштового крана КБ-403, зокрема через впровадження систем цифрового радіозв'язку та зонування небезпечних ділянок, що виключає ризик механічного травмування персоналу.

Враховуючи особливі умови будівництва в період воєнного стану, розроблений алгоритм дій при сигналах повітряної тривоги забезпечує

безперервність дотримання безпеки життєдіяльності та дозволяє мінімізувати загрозу для працівників.

Запровадження комплексних заходів, що включають якісне навчання, забезпечення сертифікованими засобами індивідуального захисту та постійний інженерний контроль, дозволяє досягти оптимального рівня безпеки, який відповідає сучасним індустріальним стандартам і забезпечує стабільність будівельного виробництва в умовах міської забудови.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ : Мінрегіон України, 2021. 52 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. 75 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ : Мінрегіон України, 2019. 182 с.
4. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2019. 48 с.
5. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 76 с.
6. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.
7. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 24 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-171:2008. Вироби з ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 22 с.
9. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 52 с.
10. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ : зі змінами станом на 2026 р.
11. Баженов В. А., Ковальчук О. Ю., Барабаш В. М. Будівельні конструкції : підручник. Київ : КНУБА, 2018. 480 с.
12. Гавловський В. А., Смірнов В. О. Технологія будівельного виробництва : навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2020. 310 с.

13. Кір'ян О. В., Смірнов С. П. Основи проектування фундаментів : навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2020. 210 с.
14. Топчій В. Д. Технологія будівельних процесів : підручник. Київ : Вища школа, 2019. 450 с.
15. Шмиг Т. М., Буц В. В. Організація будівельного виробництва : навчальний посібник. Львів : Львівська політехніка, 2021. 240 с.
16. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с.
17. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI : станом на 2026 р.
18. Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2014). Київ : МВС України, 2014.
19. Пашинський В. А. Залізобетонні конструкції. Основи теорії, розрахунку та проектування : навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2019. 320 с.
20. Шмуклер В. С. Будівельні конструкції : монографія та навчальний посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 380 с. *(Це джерело дуже доречне, оскільки ваш університет — ХНУМГ).*
21. Павловський В. А., Смірнов В. О. Технологія будівельного виробництва : навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2020. 310 с.
22. Топчій В. Д. Технологія будівельних процесів : підручник. Київ : Вища школа, 2019. 450 с.
23. Шмиг Т. М., Буц В. В. Організація будівельного виробництва : навчальний посібник. Львів : Львівська політехніка, 2021. 240 с.
24. Коваль П. М. Проектування будівельного виробництва : навчальний посібник. Київ : Освіта України, 2020. 280 с.

Зав. кафедрою
технології організації
будівельного виробництва
проф. Шумакову І.В.
від професора кафедри
міського будівництва
та територіального планування
Завального О.В.

ДОПОВІДНА ЗАПИСКА

Доводжу до вашого відома, що Архітектурно-конструктивне рішення обраного для впровадження об'єкта будівництва в кваліфікаційних роботах першого (бакалаврського) рівня вищої освіти нижче перерахованих здобувачів спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія освітня програма Промислове та цивільне будівництво виконано відповідно до отриманих завдань в повному обсязі. Всі роботи були погоджені та можуть бути допущені до захисту.

Група ПЦБ 2022-1

1. Амбарцумян Карен Андрійович
2. Ониськів Анатолій Ігорович
3. Гужеля Оксана Романівна
4. Мазурик Кирило Олександрович


Група ПЦБ 2023-1у

1. Муравйов Володимир Павлович
2. Ткаченко Вікторія Вікторівна
3. Тарасенко Дмитро Юрійович
4. Хашимі Роман Кадирович
5. Рагулін Микита Костянтинович

Група ПЦБ 2023-2у

1. Кофанова Дар'я Сергіївна

Професор кафедри МБ, професор, к.т.н.

 Олександр ЗАВАЛЬНИЙ

Таблиця Б.1- Відомість опорядження приміщень

№ приміщення	Назва приміщення	Підлога (матеріал)	Стіни (опорядження)	Стеля (опорядження)	Висота опорядження, мм
1	Житлова кімната	Лінолеум / Ламінат	Шпалери / Фарбування	Водоемульсій на фарба	На всю висоту
2	Кухня	Керамічна плитка	Шпаклівка + фарбування	Водоемульсій на фарба	1500 (фартух плитка)
3	Санвузол	Керамічна плитка	Керамічна плитка	Водоемульсій на фарба	2000 (по периметру)
4	Коридор	Лінолеум / Ламінат	Декоративна штукатурка	Водоемульсій на фарба	На всю висоту
5	Сходова клітка	Керамограніт	Водоемульсій на фарба	Водоемульсій на фарба	На всю висоту
6	Підсобне (комора)	Цементна стяжка	Фарбування	Фарбування	На всю висоту

Таблиця Б.2 - Техніко-економічні показники (ТЕП) будівлі

Показник	Одиниця виміру	Значення
Загальна площа будівлі	м ²	2150,0
Житлова площа	м ²	1280,0
Площа забудови	м ²	648,0
Будівельний об'єм	м ³	6800,0
Кількість квартир	шт	40
Кількість секцій	шт	1

Таблиця В.1 навантажень на 1 пог. м фундаменту .

Назва конструкції	Розрахункове навантаження (кН/м)	Коефіцієнт надійності	Примітка
Стіни (цегла)	120,5	1,1	Розраховано по висоті
Перекриття	45,2	1,2	Власна вага + корисне
Покрівля	15,4	1,3	Снігове навантаження
Разом	181,1	-	-

Таблиця В.2. Технічні характеристики екскаватора ЕО-3322А (пряма лопата)

№ п/п	Параметр	Одиниця виміру	Значення
1	Місткість ковша	м ³	2,5
2	Найбільший радіус копання	м	12,0
3	Найменший радіус копання	м	4,3
4	Радіус вивантаження (найбільший)	м	10,8
5	Максимальна висота вивантаження	м	7,0
6	Максимальна висота копання	м	6,4
7	Тривалість робочого циклу	с	22,0
8	Потужність силової установки	кВт	142,0
9	База ходової частини	м	5,17
10	Радіус повороту хвостової частини	м	5,0
11	Експлуатаційна маса	т	9,4

Таблиця В.3- відомість потреби в основних будівельних матеріалах, виробих і конструкціях.

№ п/п	Найменування	Один вим.	Кіль- кість
1	2	3	4
1		м ³	10400
2	Пісок	м ³	296
3	Бетон	шт	280
4	Фундаментні плити	шт	638
5	Фундаментні блоки	т	0.1
6	Рідке скло	т	3.7
7	Бітум	тис.ш	1878
8	Цегла	т	1070
9	Перемички	шт	1554
10	Плити перекриття	шт	129
11	Східцеві марші і майданчики	шт	1773
12	Віконні блоки	м ²	2195
13	Дверні блоки	м ²	9077
14	Руберойд	м ²	885
15	Плити мінераловатні	м ²	1750
16	Розчин	м ³	1419
17	Плитка	м ²	4.4
18	Гіпс	т	46
19	Фарба	т	2600
20	Скло	м ²	5700
	Лінолеум	м ²	

Таблиця В.4 – складські переміщення

№ п/п	Найменування	Кільк. прац.	Відс. корист.	Площа м ²		Тип будівлі	Роз- мір буд.
				На 1 роб	заг		
1	Контора	13		4	52	вагон	7x4
2	Гардероб з умивальником	67	70%	0.6	40	вагон	(2шт) 10x4
3	Приміщення для прийому їжі	29	30%	1	29	вагон	7x4
4	Приміщення для обігріву	96	100%	0.1	10	вагон	5x2
5	Душ	38	40%	0.54	20	вагон	4x5
6	Медпункт				24	вагон	6x4
7	Прохідна				5	конт	3x2

Таблиця Д.1 Аналіз небезпечних ситуацій

Небезпечна ситуація	Причина виникнення	Наслідок
Падіння вантажу	Несправність затвора бадді або порушення правил стропування.	Травми, несумісні з життям.
Електротравма	Відсутність заземлення вібратора або пошкодження кабелю.	Зупинка серця, опіки.
Хімічний опік	Робота без ЗІЗ (рукавиць, захисного одягу).	Хронічні захворювання шкіри.

Таблиця Д.2 - Матриця ризиків для бетонних робіт

Небезпечна подія	Ймовірність (P)	Тяжкість (S)	Рівень ризику (R)	Пріоритет заходів
Падіння з висоти	Середня	Висока	Високий	Негайно
Ураження струмом	Низька	Висока	Середній	Високий
Травми від бадді	Середня	Середня	Середній	Високий
Хімічні дерматити	Висока	Низька	Низький	Повсякденний