

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
рішенням кафедри будівництва
(протокол № 11, від 07.05.2026р.)

Завідувач кафедри будівництва

Професор, д.т.н.

(науковий ступінь, вчене звання)

Ігор ЯКОВЕНКО

(підпис)

(ПІБ)

“ ” 2026р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Проектування торговельного центру з системою віброзахисту від динамічних впливів потягів залізниці у м. Бровари

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва)

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Микола МАР'ЄНКОВ

(підпис)

(ПІБ керівника)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Микола МАР'ЄНКОВ

(підпис)

(ПІБ керівника)

Виконав

Олег КАРПЕНКО

(підпис)

(ПІБ студента)

Київ 2026

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри будівництва,

Професор, д.т.н. _____ **Ігор ЯКОВЕНКО**
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“ ____ ” _____ 2026р.

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТА

Карпенко Олег Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: **Проектування торговельного центру з системою віброзахисту від динамічних впливів потягів залізниці у м. Бровари**

затверджена наказом ректора НУБіП України від «16» 12 2024 р. № 2267 «С» _____

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____ 05. 2026 _____
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи: інженерно-геологічні умови майданчика будівництва, ескіз архітектурно-конструктивної частини проєкту, технічні умови: _____ Запроєктувати стіни з сендвіч-панелей, фундамент стаканного типу з гумовими ізоляторами, металеві балки даху.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, десяти аркушів формату А1.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Завдання прийняв до виконання _____ **Олег КАРПЕНКО**
(підпис) (ПІБ)

РЕФЕРАТ

Актуальність роботи пов'язана з необхідністю:

- розроблення методик щодо врахування динамічних впливів залізниці, отриманих за результатами натурних досліджень, на напружено-деформований стан (НДС) конструкцій будівлі торговельного центру (ТЦ); розвиток методик динамічних розрахунків конструкцій будівель і споруд поверхні ґрунту при проїзді потягів залізниці) на основі дискретних віброізоляції так і при їх відсутності;

обґрунтування необхідності віброзахисту будівлі ТЦ, яка розташована в зоні динамічного впливу потягів залізниці.

Мета наукового дослідження: виконання вібродинамічних обстежень ґрунту на майданчику проєктуємого торговельного центру у м. Бровари Київської області при русі залізничного транспорту та розроблення системи віброзахисту фундаментів і конструкцій верхньої будови ТЦ на основі гумових ізоляторів.

Поставлена мета досягається виконанням наступних робіт:

- аналіз вихідних даних, зокрема інженерно-геологічних умов майданчика, вибір конструктивного рішення будівлі ТЦ, що проєктується, маси та швидкості руху потягів залізниці біля будівельного майданчику;
- розробка програми вібродинамічних досліджень;
- виконання вібродинамічних досліджень коливань поверхні ґрунту на майданчику будівництва при русі залізничного транспорту;
- обробка та аналіз зареєстрованих записів вертикальних та горизонтальних коливань ґрунту;

- аналіз результатів натурних досліджень рівнів вібрацій ґрунту на майданчику будівництва ТЦ, зокрема щодо потенційного вібраційного впливу на будівельні конструкції та персонал;
- розроблення рекомендацій щодо віброзахисту конструкцій ТЦ з метою безпечної експлуатації конструкцій будівлі та забезпечення комфортних умов (згідно до вимог Санітарних норм) для персоналу в умовах підвищених рівнів вібрацій при русі вантажних потягів залізниці.
- Об'єкт дослідження: ґрунт та проєктована будівля торговельного центру, яка розташована на відстані 24 м від колії в зоні підвищених рівнів вібрації при проїзді потягів залізниці.
- Предмет дослідження: рівні вертикальних та горизонтальних вібрацій ґрунту і конструкцій ТЦ та вплив системи віброзахисту від потягів залізниці на зниження динамічних навантажень на будівельні конструкції.
- Методи дослідження: натурні динамічні дослідження вібрації ґрунту на відстані 24 м від найближчої залізничної колії при проїзді потягів, аналіз наукової, технічної та нормативної документації, визначення параметрів вібрації ґрунту за допомогою віброметричної апаратури та спеціалізованого програмного забезпечення, порівняльний аналіз зареєстрованих рівнів вібрації з допустимими значеннями, розроблення просторової динамічної моделі ТЦ та розрахунки на кінематичні впливи коливань ґрунту при проїзді потягів залізниці.

За результатами виконаних вібродинамічних обстежень ґрунту на майданчику будівництва ТЦ у м. Бровари Київської області при русі залізничного транспорту та чисельних досліджень просторової динамічної скінченно елементної моделі будівлі з використанням програмного комплексу (ПК) ЛІРА-САПР-2024 отримано наступні результати:

1. Розроблено конструктивне рішення будівлі ТЦ із системою віброзахисту з врахуванням аналізу результатів інженерно-геологічних

досліджень на майданчику будівництва та фактичних рівнів вібрації ґрунту при впливах потягів залізниці.

2. Проведені віброметричні обстеження ґрунту майданчика будівництва на відстанях 24м та 25 м від ближньої залізничної колії при мікросейсмічних (фонових) впливах та при русі залізничного транспорту біля вокзалу «Бровари».

3. За результатами вібродинамічних обстежень визначені параметри вимушених коливань для:

- ґрунту на середині майданчика будівництва на відстанях 24,0 м від залізничних колій, тобто на найближчому розміщенні проєктуємих фундаментів ТЦ до колій;
- ґрунту на торці майданчика будівництва (ближній до вокзалу «Бровари») на відстані 25 м від залізничних колій.

4. Залізничний транспорт, який рухається в безпосередній близькості до майданчика, чинить складний вимушений вплив на ґрунтову основу та будівельні конструкції, який складається з низько - та високочастотних складових в діапазоні від 2,0 до 90,0 Гц. При русі вантажних потягів переважаючі частоти коливань ґрунту знаходяться в діапазоні 20-80 Гц. Власні частоти вертикальних коливань перекриттів та покриття проєктованої будівлі ТЦ знаходяться у діапазоні 20-50 Гц, тому можливі резонансні коливання та підвищення рівнів коливань перекриттів вище допустимих значень для загальної технологічної вібрації (категорія 3, тип "в", комфорт).

5. Зареєстровані максимальні віброприскорення ґрунту на відстані 24,0 -25,0 м від залізничних колій при русі вантажних потягів зі швидкістю 50 км/год складають 45 см/с^2 , що перевищує граничне значення 15 см/с^2 [35-51] у 3 рази. При можливих швидкостях потягів до 80 км/год (за даними залізниці) максимальні віброприскорення ґрунту будуть складати до 80-90

см/с² (перевищення граничних значень буде у 5-6 разів). Зареєстровані динамічні навантаження від потягів залізниці будуть причиною додаткових незагасаючих багаторічних осідань фундаментів будівлі ТК. Для зниження вібраційних навантажень від потягів залізниці на конструкції ТЦ запропоновано систему віброзахисту, що забезпечить безпечну експлуатацію будівлі ТЦ. Система віброзахисту розроблена на основі гумових ізоляторів, виготовляємих в Україні на основі натурального каучуку. Перевірні розрахунки несучих конструкцій показали, що запропонована система віброзахисту дозволяє зменшити резонансні коливання конструкцій перекриття та покриття ТЦ в 4-8 разів.

6. Максимальні значення рівня вібрації ґрунту в горизонтальному (вздовж осей X і Y) та вертикальних напрямках на відстанях 24,0 м від залізничних колій при русі вантажного потягу зі швидкістю 50 км/год зареєстровано 93 дБ в октаві «63 Гц», що перевищує допустимі значення 88 дБ на 5 дБ (в 1,8 рази), встановлені існуючими нормами України [45,46] для загальної технологічної вібрації (категорія 3, тип "в", комфорт), яка передається на робочі місця виробничих приміщень ТЦ. Отримані дані є обґрунтуванням необхідності проєктування будівлі ТЦ із системою віброзахисту від залізниці.

ЗМІСТ

1. ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	4
2. ВСТУП	5
3. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	7
4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	20
5. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВЛАШТУВАННЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ СЕНДВІЧ ПАНЕЛЕЙ.....	36
6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....	40
7. КОШТОРИСНА ЧАСТИНА.....	80
8. НАУКОВА ЧАСТИНА «ДИНАМІЧНІ ОБСТЕЖЕННЯ ҐРУНТУ ПРИ ПРОЇЗДІ ПОТЯГІВ ЗАЛІЗНИЦІ»	85
8.8 ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	100
9. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	102

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ВІ – віброізолятор;

СВЗ – система віброзахисту;

Рис. – рисунок;

Н – ньютон (система СІ);

кН – кілоньютон;

кПа – кілопаскаль;

МПа – мегапаскаль;

м – метр;

мм – міліметр;

м² – квадратний метр;

м³ – кубічний метр;

кг – кілограм;

т – тона;

°С – градус Цельсія;

% – відсоток;

ДБН – державні будівельні норми України;

ДСТУ – державний стандарт України;

СС2 – клас наслідків, середні наслідки;

СП – сендвіч-панель;

К – колона;

ВБ – віконний блок;

Д – дверний блок;

N – поздовжня сила (зусилля);

M – згинальний момент;

Q – поперечна сила;

м/с² – прискорення у метрах за секунду в квадраті;

ЛІРА-САПР-2024 – програмний комплекс.

ВСТУП

Під час навчання в Національному університеті біоресурсів і природокористування України відповідно до навчального плану та освітньої програми я відвідував лекційні заняття, виконував практичні, лабораторні, курсові та розрахунково-графічні роботи. Це дало змогу засвоїти значний обсяг теоретичного матеріалу та набути практичних навичок, необхідних для майбутньої професійної діяльності у сфері будівництва.

У процесі навчання особлива увага приділялася вивченню дисциплін, пов'язаних з архітектурним проектуванням, будівельними конструкціями, основами розрахунку будівель і споруд, організацією будівельного виробництва, інженерним обладнанням будівель та використанням сучасних програмних комплексів для проектування. Виконання курсових проєктів і практичних завдань дозволило поглибити знання, отримані під час лекцій, та застосувати їх у розробленні реальних проєктних рішень.

Дипломний проєкт на тему: **«Проектування торговельного центру з системою віброзахисту від динамічних впливів потягів залізниці у м. Бровари»** є підсумком мого навчання в університеті та відображає набуті теоретичні знання і практичні вміння. У роботі розглядаються питання проектування одноповерхової будівлі торговельного центру із системою вібраційного захисту від впливів потягів залізниці, з урахуванням функціональних, конструктивних, архітектурно-планувальних та інженерних вимог.

А

к при проектуванні та будівництві будівель і споруд в зоні динамічних впливів т залізниці отримати за результатами натурних досліджень вібрацій ґрунту та у чисельних розрахунків динамічної моделі будівлі врахувати напружено-а деформований стан (НДС) конструкцій будівлі та гумових віброізоляторів л торговельного центру від дії статичних та динамічних навантажень.

Б

Н

і

с

Об'єкт дослідження – рівні вібрації ґрунту та зусилля і напруження у несучих конструкціях будівлі торговельного центру при сумісної дії статичних та динамічних навантажень.

Предмет дослідження - архітектурно-будівельні, конструктивні та організаційно-технологічні рішення при проєктуванні торговельного центру із системою віброзахисту.

Мета дипломного проєкту - на основі здобутих під час навчання знань і практичних навичок розробити проєкт будівлі торговельного центру у м. Бровари із застосуванням раціональних архітектурно-планувальних, конструктивних та інженерних рішень і системи віброзахисту від залізниці.

Під час виконання дипломного проєкту були використані знання, отримані при вивченні фахових дисциплін, а також навички виконання розрахунків конструкцій на статичні та динамічні навантаження, аналізу будівельних конструкцій і розроблення проєктної документації. Прийняті рішення спрямовані на забезпечення надійності, функціональності, безпечної експлуатації, комфортних умов персоналу в умовах динамічних навантажень.

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Район будівництва

Будівельний майданчик проєктованої будівлі ТЦ розташовано у місті Бровари біля залізничного вокзалу (рис. 1.1). Територія будівництва розміщена в межах міста та є привабливою в умовах значної кількості покупців, а також можливості організації під'їзних шляхів, зон завантаження і розвантаження, складування промислових і побутових товарів, а також підключення до необхідних інженерних мереж.

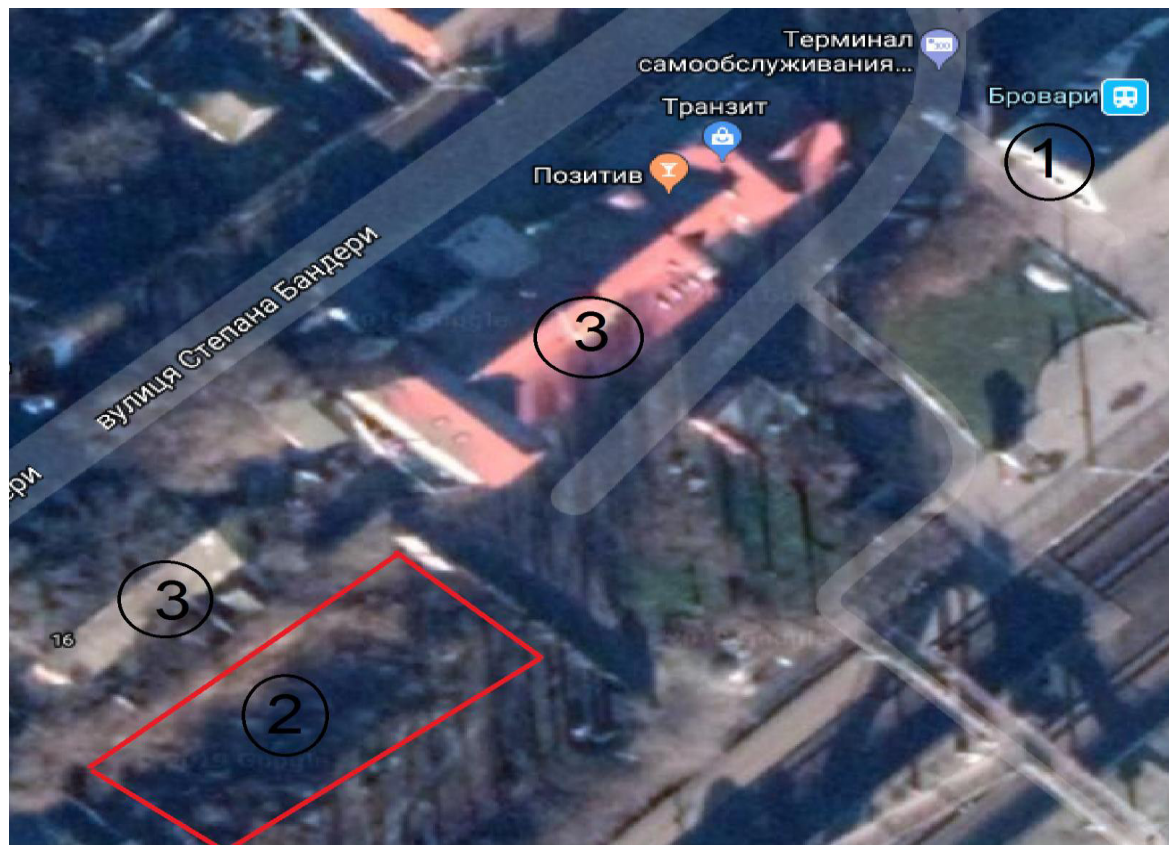


Рис. 1.1 – Схематичний план розміщення будівельного майданчику ТЦ відносно залізничного вокзалу «Бровари» та колій залізниці: 1 – будівля вокзалу «Бровари»; 2 – будівельний майданчик ТЦ; 3 – існуючі будівлі

Клімат району будівництва – помірно континентальний [6-9]. Для нього характерні чітко виражені пори року, помірно холодна зима, тепле літо, сезонні коливання температури повітря та наявність снігового покриву в зимовий період. Такі природно-кліматичні умови необхідно враховувати під час вибору об'ємно-планувальних рішень, конструктивної схеми будівлі, матеріалів зовнішніх огорожувальних конструкцій, покрівлі, теплоізоляції, а також при проектуванні систем опалення, вентиляції та водовідведення.

Розрахункові зимові температури зовнішнього повітря для району будівництва становлять: найхолодніший день -25°C , найспекотніші п'ять днів -27°C . Розрахункові літні температури зовнішнього повітря становлять: найтепліший день $+28^{\circ}\text{C}$, найтепліші п'ять днів $+23^{\circ}\text{C}$. Зазначені температурні показники враховуються при теплотехнічному розрахунку огорожувальних конструкцій, виборі товщини теплоізоляційного шару стінових та покрівельних сендвіч панелей, а також при проектуванні систем опалення та вентиляції виробничої будівлі.

За нормативним значенням вага снігового навантаження на 1 м^2 горизонтальної проекції покриття становить $1,4\text{ кПа}$. Це значення враховується під час розрахунку несучих елементів покрівлі виробничої будівлі, зокрема прогонів, металевих балок покрівлі, а також монолітних плит перекриття над підвалом, залізобетонних колон, гумових віброізоляторів, фундаментів під колони. Врахування динамічних навантажень від потягів залізниці, вітрового та снігового навантаження є важливою умовою забезпечення надійності та безпечної експлуатації ТЦ, розташованого на відстані 24 м від колії залізниці.

Характеристика вітру для району будівництва враховується відповідно до чинних будівельних норм [6]. Дія вітру впливає на зовнішні стінові огорожувальні конструкції, покрівлю, вузли кріплення панелей, переміщення конструкцій ТЦ на віброізоляторах, що повинно враховуватись при обґрунтуванні просторової жорсткості будівлі.

Таблиця 1.1 -Характеристика вітру в липні

<u>Повторюваність напрямку вітру,%</u> <u>середня швидкість вітру,м/с</u>								Повторю- ваність штилю,%
Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
<u>15,7</u> 4,3	<u>7,0</u> 3,2	<u>7,8</u> 3,1	<u>8,1</u> 3,7	<u>8,3</u> 4,1	<u>6,3</u> 3,8	<u>17,6</u> 4,4	<u>25,4</u> 4,6	15,2

Таблиця 1.2 Характеристика вітру в січні

<u>Повторюваність напрямку вітру,%</u> <u>середня швидкість вітру,м/с</u>								Повторю- ваність штилю,%
Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
<u>6,2</u> 4,6	<u>4,5</u> 3,6	<u>6,2</u> 3,6	<u>14,3</u> 4,5	<u>17,6</u> 4,8	<u>10,0</u> 4,3	<u>20,2</u> 5,7	<u>15,7</u> 5,5	9,4

Гідрогеологічні умови:

Гідрогеологічні умови ділянки будівництва враховуються при виборі фундаментів, виконанні земляних робіт, плануванні території та організації відведення поверхневих вод. Перед початком будівельних робіт передбачається влаштування котловану на різних позначках (низ стрічкових фундаментів під стінами підвалу та низ стовбчастих фундаментів під залізобетонні колони).

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту для району будівництва становить 0,8 м. Це значення враховується при проєктуванні фундаментів, підземних інженерних мереж, вимощення та інших елементів, які контактують із ґрунтовою основою. Урахування глибини промерзання необхідне для забезпечення стійкості конструкцій і запобігання можливим деформаціям від дії морозного здимання ґрунту.

Річна кількість атмосферних опадів для району м. Бровари становить 434 мм. З огляду на це на території об'єкта необхідно передбачити організоване відведення дощових і талих вод з покрівлі, проїздів, майданчиків та пішохідних доріжок. Відведення поверхневих вод виконується у міську систему дощової каналізації, що дозволяє запобігти перезволоженню ґрунтової основи, руйнуванню дорожнього покриття та накопиченню води біля фундаментів будівлі.

1.2 Загальна характеристика будівлі

Проектована будівля є одноповерховою будівлею, призначеною для забезпечення відвідувачів промисловими та побутовими товарами. Будівля розташована у м. Бровари Київської області, рядом із залізничним вокзалом. Основне призначення будівлі полягає в забезпеченні зберігання товарів та обслуговування покупців, забезпечення безпечної роботи обслуговуючого персоналу згідно до вимог існуючих в Україні Санітарних норм [37, 46].

Клас будівлі прийнято II. Ступінь довговічності будівлі — II, що відповідає орієнтовному терміну експлуатації 50–100 років. Ступінь вогнестійкості будівлі прийнято II. Такі характеристики відповідають призначенню об'єкта та враховуються при виборі несучих і огорожувальних конструкцій, матеріалів, протипожежних рішень та інженерного забезпечення. Будівля має прямокутну форму в плані з основними розмірами 18,0 × 30,0 м. Таке планувальне рішення є доцільним для торговельного об'єкта, оскільки забезпечує зручне розміщення обладнання, високих стелажів в частині із більшою висотою та приміщень над підвалом для роботи персоналу ТЦ. Висота будівлі прийнята з урахуванням необхідності розміщення обладнання, стелажів, покрівельних конструкцій та інженерних комунікацій.

Планувальне рішення забезпечує можливість зручного доступу до обладнання в підвалі, його технічного обслуговування, переміщення матеріалів і безпечного пересування персоналу. Запроектована будівля ТЦ - із залізобетонним

каркасом, ядром жорсткості та гумовими віброопорами, що дозволяє сприймати статичні вертикальні, горизонтальні вітрові, сейсмічні (інтенсивністю 6 балів згідно шкали сейсмічної інтенсивності та існуючих ДБН [7,11,12]) і динамічні (від потягів залізниці).

1.3 Об'ємно-планувальне та конструктивне рішення

Проектована будівля ТЦ у м. Бровари передбачена як одноповерхова споруда виробничого призначення з підвищеною висотою внутрішнього простору. Таке рішення прийняте з урахуванням необхідності розміщення технологічного обладнання, забезпечення зручного обслуговування відвідувачів, прокладання інженерних комунікацій та організації безпечного руху персоналу в межах будівлі.

Будівля має прямокутну форму в плані з основними розмірами 18 × 30 м. Сітка осей прийнята з кроком 6,0х9,0 м, що є доцільним для виробничих будівель каркасного типу. Така схема дозволяє створити відкритий внутрішній простір без зайвого поділу несучими стінами та забезпечує можливість раціонального розміщення обладнання, проходів для переміщення товарів та покупців і зон технічного обслуговування. Конструктивна схема будівлі ТЦ прийнята каркасною із ядром жорсткості з однієї сторони.

Основними несучими та огорожувальними елементами будівлі є: фундаменти монолітних колон стовбчастого типу із гумовими ізоляторами, залізобетонні колони, стрічкові фундаменти під стінами підвалу, плита перекриття, яка спирається на гумові віброізолятори, металеві конструкції покриття, покрівельні прогони, покрівельні сендвіч-панелі, промислова підлога по ґрунту, металопластикові вікна, сталеві двері, сходові марші підвалу та система зовнішнього водовідведення (передбачена односкатна покрівля з кутом 3%).

Фундаменти.

У проєкті передбачено застосування монолітних фундаментів стовбчастого типу під монолітні залізобетонні колони. На нижньої частині фундаменту встановлюються по три гумових ізолятора під кутами 120^0 , верхня частина

фундаментів завтовшки 300 мм спирається на віброізолятори і жорстко з'єднується із монолітними залізобетонними колонами. Така запроєктована система віброзахисту дозволяє знизити вертикальну і горизонтальну вібрацію колон та конструкцій покриття, динамічні навантаження на конструкції ТЦ від залізниці та землетрусів. Глибина закладання фундаментів приймається з урахуванням інженерно-геологічних умов ділянки, нормативної глибини сезонного промерзання ґрунту для м. Бровари, динамічних і сейсмічних навантажень на конструкції будівлі. Запроєктоване конструктивне рішення ТЦ (каркас з ядром жорсткості) дозволяє забезпечити стійкість будівлі при нерівномірних осіданнях ґрунтової основи, а також вібро- і сейсμοзахист конструкцій та зменшити ризик виникнення додаткових зусиль в несучих монолітних залізобетонних колонах, плитах перекриття і металевих конструкціях покриття у процесі експлуатації при постійних впливах вібрації під час проїзду вантажних та пасажирських потягів на відстані 24-25 м від ТЦ.

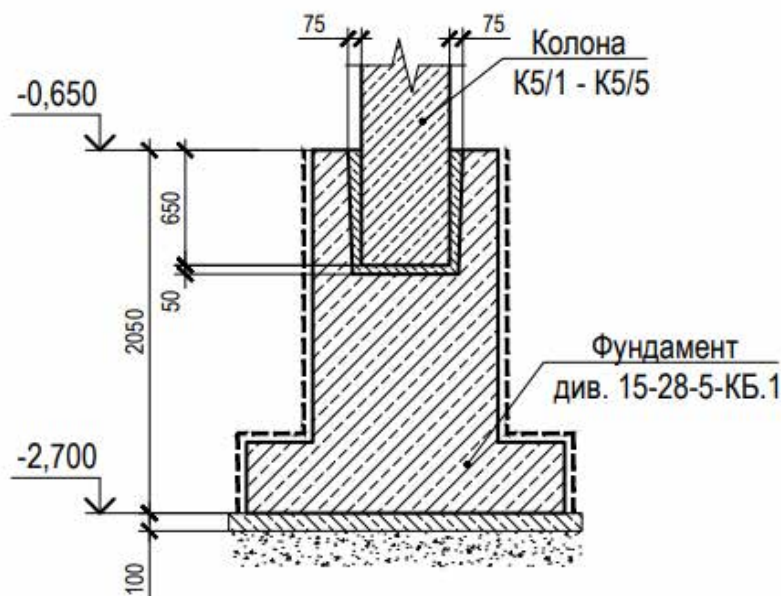


Рис. 1.1 Монолітний залізобетонний фундамент стаканного типу

Колони.

Колони є основними вертикальними несучими елементами каркаса будівлі. Вони сприймають навантаження від покриття, покрівельних прогонів, огорожувальних конструкцій, інженерних систем і технологічного обладнання та передають їх на фундаменти стовбчатого типу. Крім цього, колони беруть участь у забезпеченні просторової жорсткості та стійкості будівлі. У проєкті передбачено залізобетонні колони перерізом 30 × 30 см.

Стіни.

Зовнішні стіни будівлі виконуються зі стінових сендвіч-панелей, які кріпляться до залізобетонного каркасу. Застосування таких панелей є доцільним для ТЦ, оскільки вони забезпечують тепловий захист, герметичність, швидкий монтаж, невелику власну масу та сучасний зовнішній вигляд. Сендвіч-панелі також зменшують навантаження на несучий каркас і сприяють підвищенню енергоефективності будівлі.

Стінова сендвіч-панель складається з внутрішнього облицювального шару, теплоізоляційного шару та зовнішнього облицювального шару. Внутрішній і зовнішній шари виконуються з профільованого сталевого листа з оцинкованим і полімерним покриттям. Теплоізоляційний шар передбачено з мінераловатного утеплювача на основі базальтової вати товщиною 100 мм і щільністю 100 кг/м³. У місцях примикання сендвіч-панелей до колон, цоколя, віконних і дверних прорізів передбачаються фасонні елементи, ущільнювальні стрічки, герметики та заповнення стиків базальтовою ватою. Такі рішення забезпечують герметичність стиків, зменшення тепловтрат, захист від зволоження та довговічність огорожувальних конструкцій. У кресленнях вузлів показано застосування стінових сендвіч-панелей, базальтової вати, герметиків, ПСУЛ-стрічок, фасонних елементів і кріпильних деталей.

Цоколь.

У нижній частині будівлі передбачено цокольні залізобетонні панелі. Вони захищають нижню частину стін від механічних пошкоджень, зволоження та забруднення. До цокольної частини примикають стінові сендвіч-панелі, а у вузлах примикання передбачено герметизацію, ущільнювальні стрічки та фасонні елементи.

Біля будівлі передбачається залізобетонне вимощення з ухилом від стін. Його призначенням є відведення поверхневих вод від цоколя та фундаментів, а також захист ґрунтової основи від надмірного зволоження.

Покриття та дах.

Покриття будівлі виконується по металевих несучих конструкціях. Основними елементами покриття є сталеві балки, покрівельні прогони та покрівельні сендвіч-панелі. Прогон покриття становить 9,0 м. Несучі балки сприймають навантаження від власної ваги покрівлі, снігового навантаження, вітрового впливу, залізниці та передають їх на залізобетонні колони.

Дах будівлі прийнятий двосхилим з нахилом 3%. Покрівельне покриття виконується із сендвіч-панелей товщиною 120 мм. Такі панелі забезпечують теплоізоляцію, захист внутрішнього простору від атмосферних опадів, достатню жорсткість покриття та швидкий монтаж. У стиках і примиканнях покрівлі застосовуються ущільнювальні стрічки, поліуретановий герметик, фасонні елементи та заповнення базальтовою ватою.

Покрівля виконується з ухилом, достатнім для організованого відведення дощових і талих вод. Водовідведення з покрівлі передбачено через систему зовнішнього водостоку, до складу якої входять водоприймальні жолоби та водостічні труби. Для безпечної експлуатації в зимовий період передбачено систему снігозатримання.

Підлога.

У виробничій будівлі передбачено промислову підлогу по ґрунту у вигляді шліфованої монолітної залізобетонної плити зі зміцненим верхнім шаром. Такий тип підлоги є доцільним для виробничих приміщень, оскільки має високу міцність, зносостійкість, довговічність і зручність у догляді. Зміцнений верхній шар, або топінг, підвищує стійкість поверхні до стирання, механічних впливів і навантажень від обладнання.

Конструкція підлоги включає монолітну залізобетонну плиту, гідроізоляційний шар із поліетиленової плівки товщиною 0,2 мм, щебенево-піщану підготовку та ущільнений ґрунт основи. Така багатошарова конструкція забезпечує рівномірну передачу навантажень на основу, захист плити від капілярної вологи та надійну роботу підлоги під час експлуатації виробничої будівлі.

Металеві сходи.

Оскільки будівля є одноповерховою, основні внутрішні сходові клітки не передбачаються. Водночас у складі будівлі можуть передбачатися технічні металеві сходи для доступу до окремих рівнів, інженерного обладнання, покрівлі або зон обслуговування.

Металеві сходи виконуються у вигляді відкритої маршової конструкції зі сталевих елементів. Сходинок можуть виготовлятися з рифленого або ґратчастого металу, що зменшує ризик ковзання. Для безпечного пересування персоналу передбачаються поручні та огороження. Металеві елементи сходів повинні мати антикорозійний захист.

Вікна.

У проєкті передбачено встановлення металопластикових вікон білого кольору з однокамерним склопакетом та глухі (рис. 1.2-1.3). Вікна забезпечують природне освітлення приміщень, візуальний зв'язок із зовнішнім середовищем і частково впливають на теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій.

За специфікацією передбачено такі типи вікон:

- ОК-501 — металопластикове вікно з відкриванням стулок, розмір 5000×1500 мм;
- ОК-502 — металопластикове глухе вікно, розмір 5000×1500 мм;
- ОК-503 — металопластикове глухе вікно, розмір 1400×1800 мм.

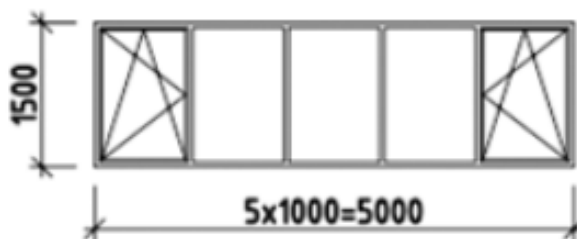
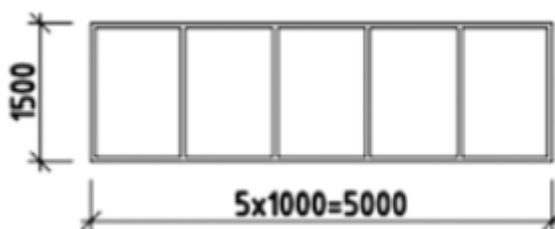
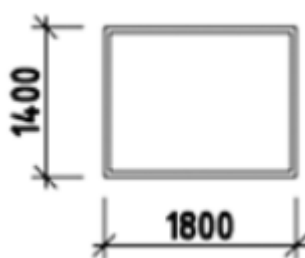


Рис. 1.2- Вікно з відкриванням стулок ОК-501



а- Вікно глухе ОК-502



б- Вікно ОК-503

Рис. 1.3- Вікна глухі

Двері (рис. 1.4-1.5).

У будівлі передбачено зовнішні та внутрішні сталеві двері. Зовнішні двері прийняті утепленими, частина дверей виконується із заскленням безпечним склом. Двері мають порошкове покриття білого кольору. За специфікацією передбачено

двері марок Д-501, Д-502, Д-503, Д-504, Д-505 та Д-506. Основні розміри дверних прорізів становлять 1000×2100 мм та 900×2100 мм залежно від марки та місця встановлення.

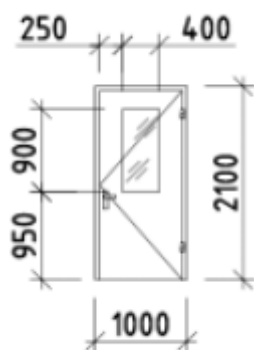


Рис. 1.4 Двері Д-501

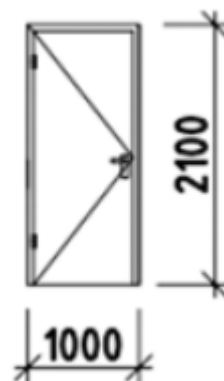


Рис. 1.5 Двері Д-506

Ворота.

Для виробничої будівлі передбачено промислові секційні ворота марки В-501. Вони призначені для подачі матеріалів, переміщення продукції, доступу обладнання та обслуговування технологічного процесу. Розмір прорізу воріт становить 4000×4000 мм. За специфікацією прийняті секційні ворота з ручним механічним відкриванням типу Ноermann SPU F42, білого кольору.

Водовідведення.

Відведення води з покрівлі передбачено організованим способом через систему зовнішнього водостоку. У складі системи передбачені водоприймальні жолоби та водостічні труби. Поверхневі води з території відводяться по ухилах проїздів і майданчиків у систему дощової каналізації. Прийняте рішення дозволяє запобігти накопиченню води біля будівлі, зволоженню ґрунтової основи та пошкодженню вимощення. Організоване водовідведення також покращує умови експлуатації території та підвищує довговічність конструкцій.

Прийняті об'ємно-планувальні та конструктивні рішення відповідають функціональному призначенню виробничої будівлі обробки насіння. Каркасна конструктивна схема, фундаменти стаканного типу, залізобетонні колони, сендвіч-панелі стін і покрівлі, промислова підлога та система організованого водовідведення забезпечують надійність, довговічність, енергоефективність і зручність експлуатації будівлі.

Покриття та дах.

Покриття будівлі виконується по металевих несучих конструкціях. Основними елементами є сталеві балки, покрівельні прогони та покрівельні сендвіч-панелі. Балки сприймають навантаження від покрівлі, снігу та вітру і передають їх на залізобетонні колони.

Дах прийнятий односхилим.

Покрівельне покриття виконується із сендвіч-панелей товщиною 120 мм. Таке рішення забезпечує тепловий захист, швидкий монтаж і захист приміщень від атмосферних опадів. Відведення дощових і талих вод здійснюється через зовнішню систему водостоку.

Підлога.

У виробничій частині передбачена промислова підлога по ґрунту. Вона виконується у вигляді шліфованої монолітної залізобетонної плити зі зміцненим верхнім шаром. Така підлога підходить для приміщень, де встановлюється обладнання і можливе переміщення матеріалів.

Конструкція підлоги включає монолітну залізобетонну плиту, поліетиленову плівку товщиною 0,2 мм, щебенево-піщану підготовку та ущільнений ґрунт основи. Верхній зміцнений шар підвищує зносостійкість підлоги та полегшує її прибирання.

Вікна, двері та ворота. Для природного освітлення передбачені металопластикові вікна білого кольору з однокамерним склопакетом. У проєкті

застосовуються вікна ОК-501 розміром 5000×1500 мм, ОК-502 розміром 5000×1500 мм та ОК-503 розміром 1400×1800 мм.

Двері прийняті сталевими, зовнішні та внутрішні. Частина зовнішніх дверей виконується утепленою і заклоєною безпечним склом. Для евакуаційних виходів передбачено відкривання зсередини без ключа. Основні розміри дверних прорізів становлять 1000×2100 мм та 900×2100 мм.

Для подачі матеріалів і обслуговування виробничого процесу передбачені промислові секційні ворота В-501 розміром 4000×4000 мм. Ворота мають ручне механічне відкривання і використовуються для зручного доступу до виробничої зони.

Освітлення, вентиляція та інженерне обладнання. Освітлення будівлі передбачається природне та штучне. Природне освітлення забезпечується через вікна, а штучне — електричними світильниками. Вентиляція приймається з урахуванням виробничого процесу, можливого виділення пилу, вологи та тепла. Для виробничих зон доцільним є застосування механічної вентиляції. Інженерне забезпечення будівлі включає водопостачання, каналізацію, електропостачання, вентиляцію та організоване водовідведення. На території комплексу також передбачені трансформаторна підстанція, газорозподільчий пункт, очисні споруди, резервуар протипожежного запасу води та насосна станція пожежогасіння.

Прийняті рішення забезпечують зручну експлуатацію виробничої будівлі, надійну роботу конструкцій і можливість нормального функціонування технологічного обладнання. Каркасна схема, сендвіч-панелі, промислова підлога та організоване водовідведення відповідають призначенню будівлі ТЦ.

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

На рис. 2.1-2.5 приведено комп'ютерні моделі. 3-Д модель та схема зі встановленими ВІ, діаграми несучої здатності колон та плити перекриття.

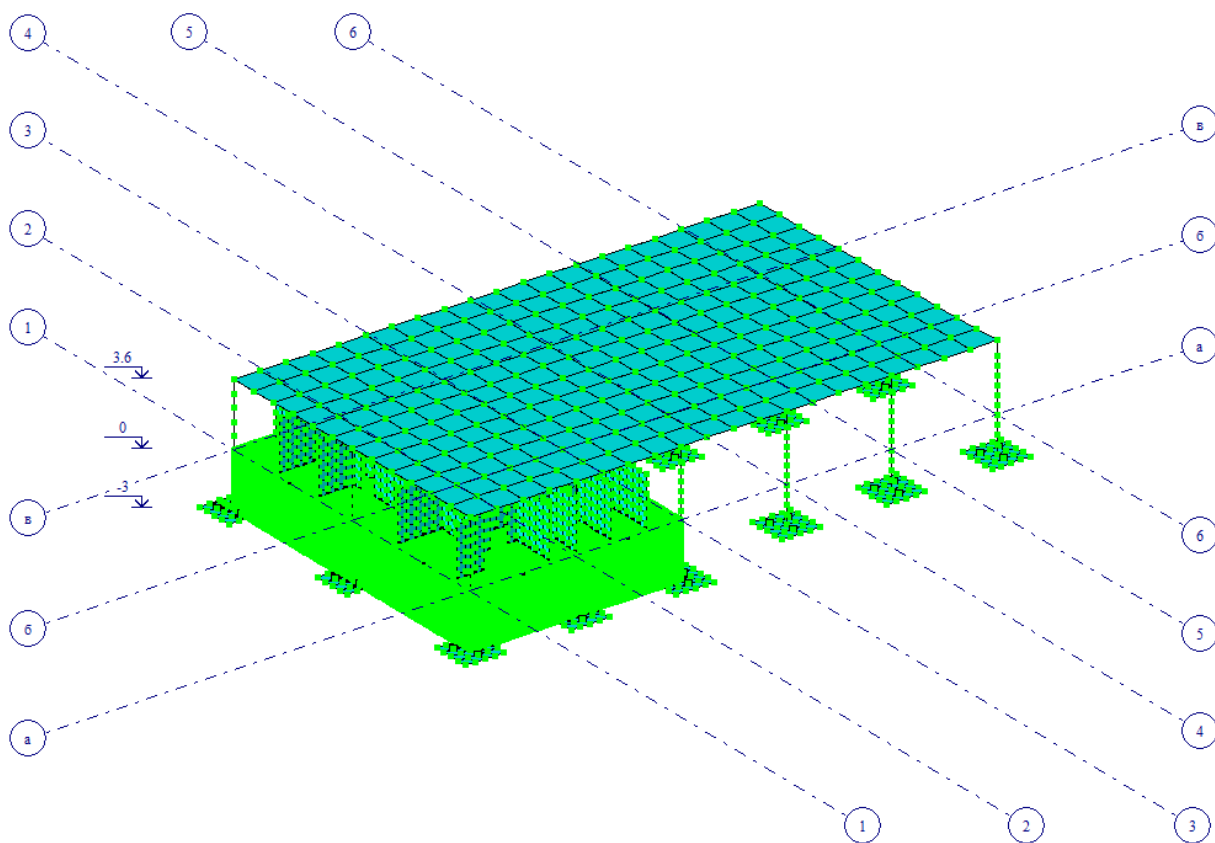


Рис. 2.1- Скінченно-елементна модель ТЦ



Рис. 2.2 – 3-Д модель ТЦ

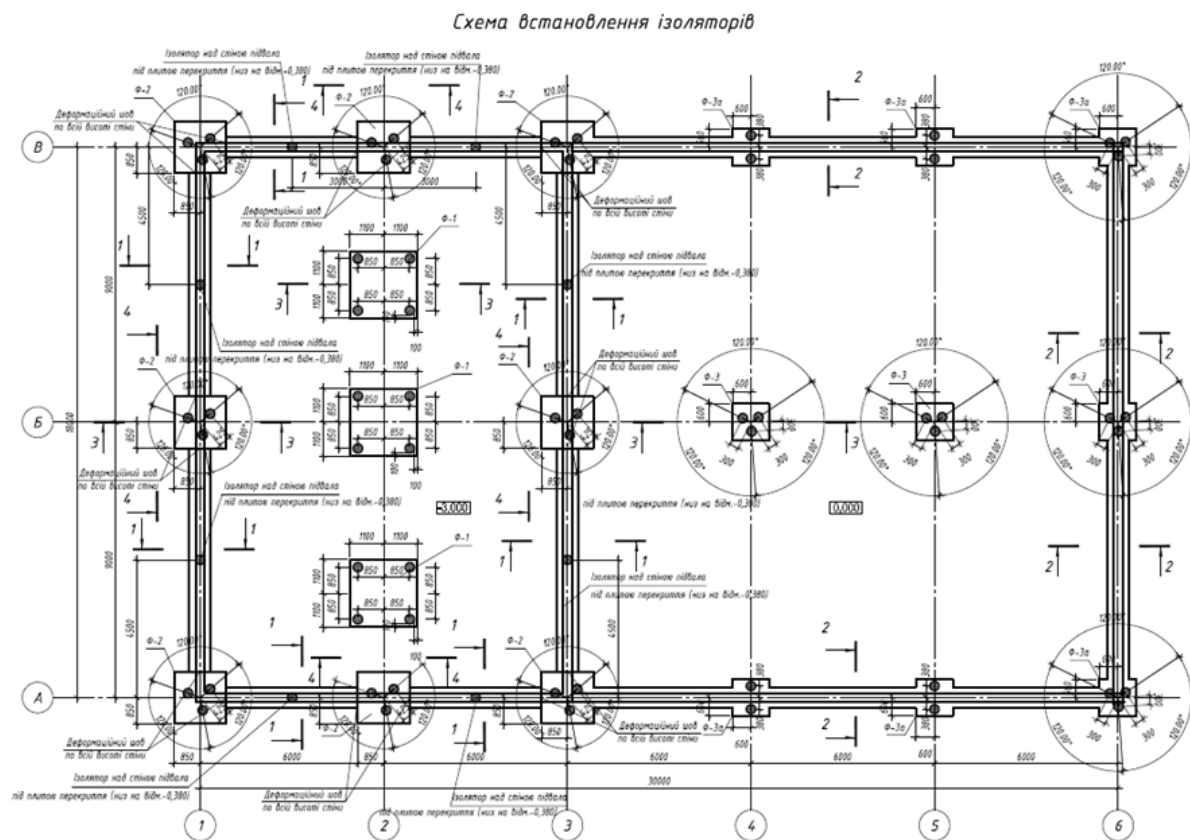


Рис. 2.3- Розміщення ВІ на фундаментах та стінах будівлі ТЦ

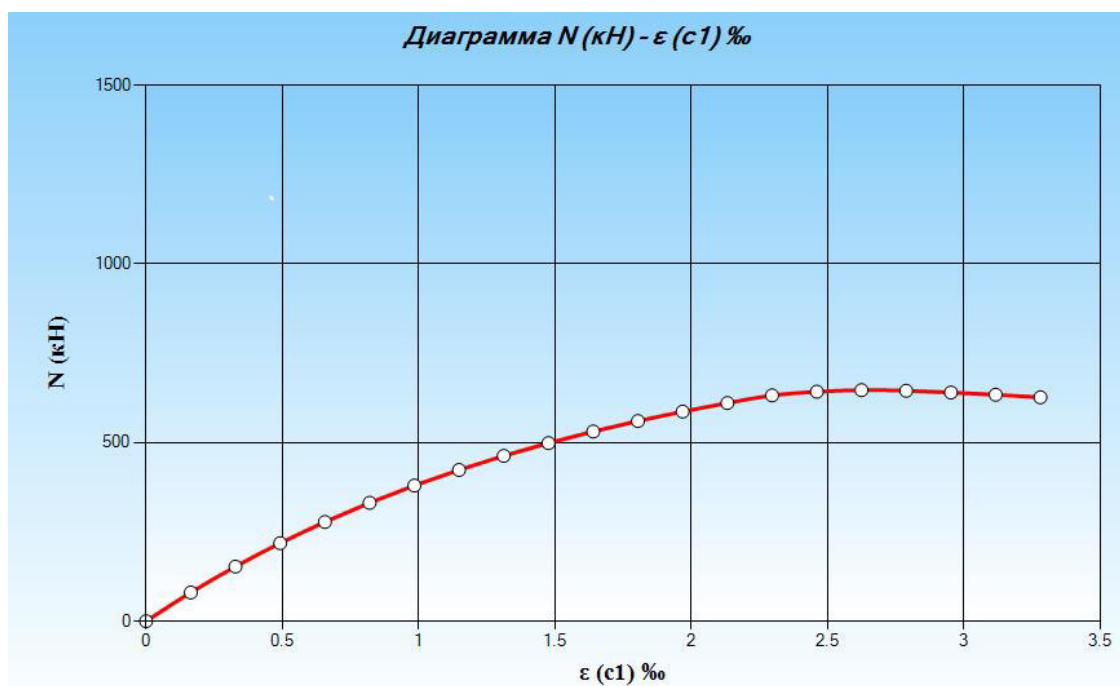


Рис. 2.4– Несуча здатність колони перерізом 30х30 см (клас бетону С20/25, арматура кутова симетрична 4Ф20 мм, клас А500С)

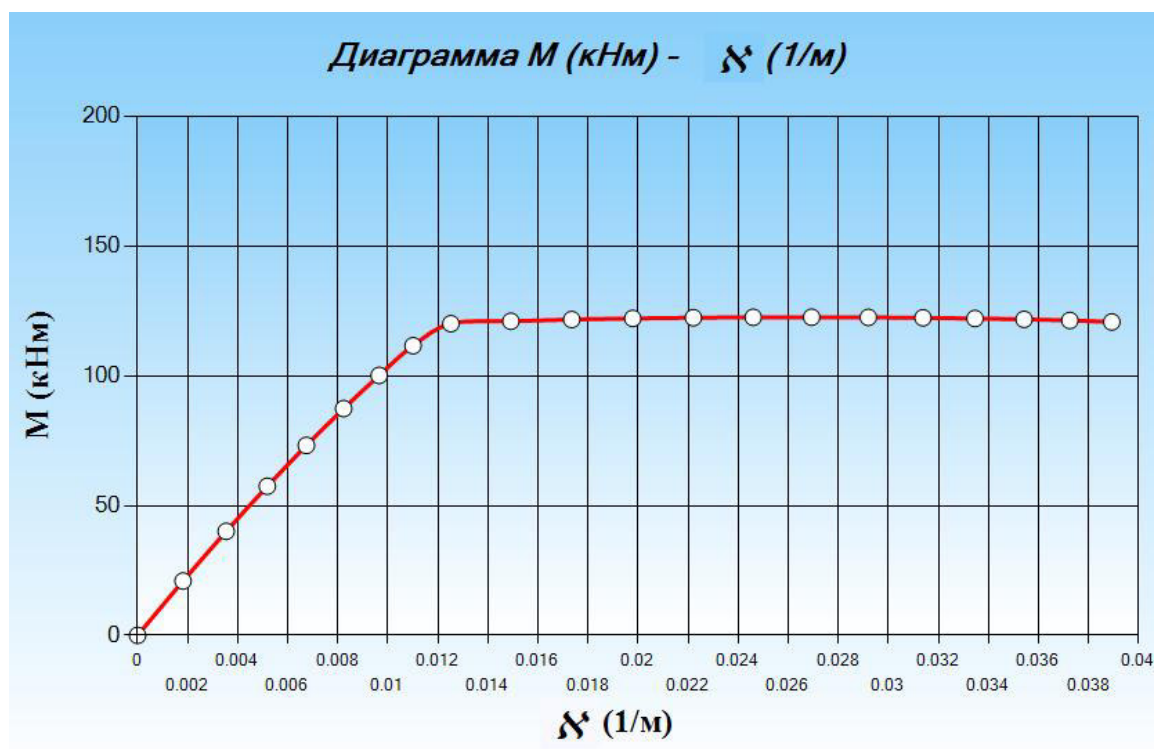


Рис. 2.5– Несуча здатність перерізу (20х100 см) плити

2.1 Визначення навантажень

Для подальшого розрахунку несучих елементів виконано визначення навантажень від покриття, перекриття, снігу, корисного навантаження та власної маси конструкцій.

Потрібно запроєктувати колону висотою загальною $h = 6,6$ м. Сітка колон $6,0 \times 9,0$ м.

Район будівництва м. Бровари Київської області ($s_g = 1,4$ кН/м²).

Перетин колони попередньо приймаємо квадратним 30×30 см.

Матеріал:

- Бетон важкий класу C20/25, $R_b = 14,5$ МПа, $\gamma_{b2} = 0,9$, $R_b \gamma_{b2} = 14,5 \cdot 0,9 = 13,1$ МПа, $E_b = 30000$ МПа

- арматура A500С, $R_s = 270$ МПа, $E_s = 200000$ МПа.

Вантажна площа $6,0 \times 9,0 = 54,0$ м².

Від покриття.

Від маси панелей та покрівлі:

$$(g_{\text{пан}} + g_{\text{кров}})A_{\text{гр}}; \quad (2.1)$$

$$(3,3 + 6,5)54,0 = 529,2 \text{ кН};$$

$$g_{\text{риг}} = \gamma_{\text{бет}} A_{\text{риг}} \gamma_f; \quad (2.2)$$

$$g_{\text{риг}} 25 \cdot 0,2 \cdot 0,6 \cdot 7,4 \cdot 1,1 = 24,4 \text{ кН/м} - \text{вага ригеля};$$

Від снігу:

$$s = s_g \mu A_{\text{гр}}; \quad (2.3)$$

$$s = 1,4 \cdot 1 \cdot 54,0 = 75,6 \text{ кН}$$

У тому числі тривала частина снігового навантаження: $s_l = 0,7 \cdot 75,6 = 52,9$ кН.

Повне навантаження від покриття:

$$N_{\text{покp}} = 185,2 + 24,4 + 26,7 = 236,3 \text{ кН.}$$

Тривала частина навантаження від покриття:

$$N_{\text{покp,l}} = 288,6 + 24,4 + 18,5 = 228,2 \text{ кН.}$$

Від перекриття.

Від маси панелей та підлог:

$$(g_{\text{пан}} + g_{\text{пол}})A_{\text{гр}}; \quad (2.4)$$

$$16,6 \cdot 18,9 = 313,7 \text{ кН;}$$

$$g_{\text{риг}} = 24,7 \text{ кН/м} - \text{вага ферми.}$$

Тимчасова (корисна) $V = vA_{\text{гр}} = 10 \cdot 18,9 = 189 \text{ кН}$, у тому числі тривала частина тимчасового навантаження:

$$V_l = vA_{\text{гр}}; \quad (2.5)$$

$$V_l = 4,9 \cdot 18,9 = 92,6 \text{ кН.}$$

Повне навантаження від перекриття:

$$N_{\text{перек}} = 313,7 + 24,7 + 189 = 527,4 \text{ кН.}$$

Навантаження від мас колони:

$$G_{\text{пов}} = \gamma_{\text{бет}} b h h_{\text{пов}} \gamma_f; \quad (2.6)$$

$$G_{\text{пов}} = 25 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 10,25 \cdot 1,1 = 70,5 \text{ кН}$$

Зусилля в колоні (у рівні обрізу фундаменту).

Від повного розрахункового навантаження:

$$N = (N_{\text{пок}} + N_{\text{перек}} n_{\text{пов}} + G_{\text{пов}} n_{\text{пов}} + G_{\text{подв}}) \gamma_T; \quad (2.7)$$

$$N = (236,3 + 527,4 + 70,5) 1 = 834,2 \text{ кН.}$$

Від тривалого розрахункового навантаження:

$$N_1 = (228,2 + 527,4 + 70,5)1 = 826,1 \text{ кН.}$$

2.2 Розрахунок залізобетонної колони

Розрахунок міцності перерізу колони виконуємо за формулами на дію поздовжньої сили з випадковим ексцентриситетом, клас важкого бетону С 20/25, $l_0=6600$ мм.

Приймаючи коефіцієнт $\phi=0,8$, обчислимо необхідну площу перерізу поздовжньої арматури:

$$A_{s,tot} = \frac{N}{\phi x R_{sc}} - A \frac{R_b}{R_{sc}}; \quad (2.8)$$

$$A_{s,tot} = \frac{834,2 \times 10^3}{0,8 \times 270} - 300 \times 300 \frac{14,5}{270} = 4534 \text{ мм}^2.$$

Призначаємо арматуру 8 ϕ 25 А500С, $A_s = 3927 \text{ мм}^2$.

Визначаємо значення:

$$\phi_{\text{факт}} = \phi_b + 2 \cdot (\phi_{sb} - \phi_b) \cdot \frac{R_{sc} \cdot A_{stot}}{R_b \cdot b_{col} \cdot h_{col}}; \quad (2.9)$$

$$\phi_{\text{факт}} = 0,9026 + 2 \cdot (0,9102 - 0,9026) \cdot \frac{280 \cdot 3927 \cdot 10^{-6}}{14,5 \cdot 0,4 \cdot 0,4} = 0,91.$$

Визначаємо зусилля, яке може бути сприйняте перетином:

$$N_u = \phi \cdot (R_b \cdot b \cdot h + A_{s,tot} \cdot R_{sc}); \quad (2.10)$$

$$N_u = 0,91 \cdot (14,5 \cdot 300 \cdot 300 + 280 \cdot 3927) = 2399 \text{ кН};$$

Порівнюємо $N_u = 2399 \text{ кН} \geq N = 834,2 \text{ кН};$

Умова виконується, отже, міцність колони забезпечена.

Підбір поперечної арматури:

Приймаємо арматуру класу А240С діаметром 8мм. Крок стрижнів $S \leq 20 \cdot d = 20 \cdot 16 = 320\text{мм} \leq 500\text{мм}$. Приймаємо $S = 300\text{мм}$.

2.3 Проектування фундаменту під колону

Фундамент розраховуємо під розраховану вище колону перетином 300х300мм з розрахунковим зусиллям у закладенні $N=834,2\text{ кН}$.

Для визначення розмірів підосви фундаменту обчислимо нормативне зусилля від колони, приймаючи середнє значення коефіцієнта надійності навантаження $\gamma_{fm} = 1,15$.

$$N_n = \frac{N_{max}}{\gamma_{f1,15}} \quad (2.11)$$

Ґрунт основи допускає умовний розрахунковий тиск $R_0 = 0,4\text{МПа}$, а глибина закладення фундаменту $H_\phi = 2,05\text{ м}$.

Фундамент проектуємо з важкого бетону класу С20/25 та робочої арматури класу А500С. $R_{bt} = 0,945\text{МПа}$; $R_s = 280\text{МПа}$.

Приймаючи середню вагу одиниці об'єму бетону фундаменту та ґрунту на обрізах $\gamma_{mt} = 20\text{кН/м}^3$, обчислимо необхідну площу підосви фундаменту:

$$A_{f,tot} = \frac{N_{max}^n}{R_0 - \rho_m \cdot H}; \quad (2.12)$$

$$A_{f,tot} = \frac{834,2 \cdot 10^3}{0,4 - 20 \cdot 2,05 \cdot 10^{-6}} \cdot 2$$

Розмір сторони квадратної підосви фундаменту має бути не меншим: $a_\phi = \sqrt{A_{f,tot}} = 1,9\text{ м}$.

Приймаємо прямокутний фундамент $a = 2,1\text{ м}$ $a = 1,8\text{ м}$ При цьому тиск під підосвою фундаменту від розрахункового навантаження буде рівним.

$$p_s = \frac{N}{A_{s,tot}}; \quad (2.13)$$

$$p_s = \frac{834,2 \cdot 10^3}{37800^2} = 0,35 \text{ МПа.}$$

Робочу висоту фундаменту визначаємо з умови закладення колони в фундаменті:

$$H = 1,5 \cdot h_{col} + 250 = 1,5 \cdot 400 + 250 = 850 \text{ мм.}$$

Робочу висоту фундаменту визначаємо з умови продавлювання:

$$h_0 = -\frac{h_c - b_c}{4} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{N}{R_{bt} + p_s}} h_0; \quad (2.14)$$

$$h_0 = -\frac{500+500}{4} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{834,2 \cdot 10^3}{0,945+0,35}} = 525 \text{ мм;}$$

$$H_{\phi 2} = h_0 + 50; \quad (2.15)$$

$$H_{\phi 2} = 525 + 50 = 575 \text{ мм.}$$

Приймаємо фундамент заввишки $H_{\phi} = 850 \text{ мм}$, двоступінчастий, з висотою нижнього ступеня $h_1 = 450 \text{ мм}$.

З урахуванням бетонної підготовки під підшовою фундаменту матимемо розрахункову висоту: $h_0 = H - a = 850 - 50 = 800 \text{ мм}$.

Виконаємо перевірку умови міцності нижнього ступеня фундаменту за поперечною силою без поперечного армування у похилому перерізі. Для одиниці довжини цього перерізу:

$$Q = 0,5 \cdot (a - h_c - 2 \cdot h_0) \cdot b \cdot p_s; \quad (2.16)$$

$$Q = 0,5 \cdot (2100 - 400 - 2 \cdot 800) \cdot 1 \cdot 0,236 = 165,2 \text{ кН.}$$

Оскільки $Qbt_{01b,min}$, то міцність нижнього ступеня похилого перерізу забезпечена.

Площу перерізу арматури підосви фундаменту визначимо з умови розрахунку фундаменту на вигин у перерізах 1-1, 2-2. Згинальні моменти визначимо за формулами:

$$M_1 = 0,125 \cdot p_s \cdot (a_\phi - h_{col}); \quad (2.17)$$

$$M_1 = 0,125 \cdot 0,236 \cdot (2100 - 400)^2 \cdot 2100 = 398,6 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

$$M_2 = 0,125 \cdot p_s \cdot (a_\phi - a_1); \quad (2.18)$$

$$M_2 = 0,125 \cdot 0,236 \cdot (2100 - 1200)^2 \cdot 2100 = 205,5 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Перетин арматури одного та іншого напрямку на всю ширину фундаменту визначимо з умов:

$$A_{s1} = \frac{M_1}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s}; \quad (2.19)$$

$$A_{s1} = \frac{398,6 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 800 \cdot 280} = 2040 \text{ мм}^2;$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s}; \quad (2.20)$$

$$A_{s2} = \frac{205,5 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 280 \cdot 400} = 2038 \text{ мм}^2.$$

Нестандартну зварювальну сітку конструємо з однаковою в обох напрямках робочою арматурою ф25 А500С ($A_s = 2011 \text{ мм}^2$).

2.4 Розрахунок монолітного перекриття

При компонуванні конструктивної схеми перекриття ребра жорсткості перекриття обов'язково розташовуються у поперечному напрямку будівлі, тобто за найбільшим кроком колон.

Відстань між другорядними ребрами призначаються з урахуванням проєктування плити балкового типу. Допускається прийняти розмір крайнього прольоту плити менше середнього лише на 20 %. Розміри поперечних перерізів балок мають відповідати уніфікованим.

Монолітне перекриття слід проєктувати із важкого бетону заданого класу. Плита повинна армуватися рулонними зварними сітками з поздовжньою робочою арматурою, що укладаються за напрямком головних балок. Армвання другорядних балок проєктується як зварних каркасів з поздовжньої робочої арматурою заданого класу. Поперечна робоча арматура при діаметрі стрижнів до 6 мм приймається класу A500C, а при великих діаметрах класу A240C.

При визначенні навантаження від маси статі коефіцієнт надійності по навантаженню повинен прийматися рівним 1,2, а решта коефіцієнтів надійності за навантаженням та призначенням будівлі беруться відповідно. Щільність залізобетону для визначення навантажень від власної ваги конструкцій повинна прийматися відповідно до вимог.

Призначаємо попередньо такі значення геометричних розмірів елементів перекриття:

Висота та ширина поперечного перерізу другорядних ребр:

$$h = \left(\frac{1}{12} \dots \frac{1}{20}\right)xl = \frac{1}{15} \times 6000 = 400\text{мм};$$

$$b = (0,3 \dots 0,5) \times h = 150\text{мм}.$$

Висота та ширина поперечного перерізу головних ребр: $h = \left(\frac{1}{8} \dots \frac{1}{15}\right)xl = 700\text{мм}, b = 300\text{мм};$

товщину плити приймемо 150мм на відстані між осями другорядних ребр 1850мм.

2.4.1 Розрахунок плити перекриття

Обчислимо розрахункові прольоти та навантаження на плиту.

У короткому напрямку:

$$l_{01} = l - \frac{b}{2} - c + \frac{a}{2}; \quad (2.21)$$

$$l_{01} = 1850 - \frac{150}{2} - 250 + \frac{120}{2} = 1585 \text{ мм};$$

$$l_{02} = l - b; \quad (2.22)$$

$$l_{02} = 1850 - 150 = 1700 \text{ мм};$$

в довгому напрямку :

$$l_0 = l - b; \quad (2.23)$$

$$l_0 = 6000 - 300 = 5700 \text{ мм}.$$

Оскільки ставлення прольотів $\frac{5700}{1700} \cong 3,35 > 2$, то плита балкового типу.

Для розрахунку плити в плані перекриття умовно виділяємо смугу шириною 1 м. Плита буде працювати як нерозрізна балка, опорами якої є другорядні ребра і зовнішні цегляні стіни. При цьому навантаження на 1м плити дорівнюватиме навантаженню на 1м² перекриття.

Розрахунок навантажень на плиту дано у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Збір навантаження

Вид навантаження	Нормативне навантаження кН/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кН/м ²
Постійна від маси плити ($h = 0,15 \text{ м}$, $\rho = 25 \text{ кН/м}^3$)	$0,15 \times 25 = 3,75$	1,1	4,12
від маси полу	1,1	1,2	1,32

Разом:	2,6		$g=5,44$
Тимчасова	10	1,2	$v = 12$
Усього	12,6		17,4

З урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням будівлі розрахункове навантаження на 1 м плити:

$$q = (g + v)x\gamma_n; \quad (2.24)$$

$$q = 17,4 \times 1 = 17,4 \text{ кН/м.}$$

Визначимо згинальний момент з урахуванням перерозподілу зусиль у середніх прольотах та на середніх опорах:

$$M = \frac{qx l_{02}^2}{16}; \quad (2.25)$$

$$M = \frac{17,4 \times 1,7^2}{16} = 3,1 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

у першому прольоті та на першій проміжній опорі:

$$M = \frac{qx l_{01}^2}{11}; \quad (2.26)$$

$$M = \frac{17,4 \times 1,585^2}{11} = 2,6 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Тому що для плити відношення $\frac{h}{l_{02}} = \frac{150}{1850} = \frac{1}{12} > \frac{1}{30}$, то середніх прольотів, облямованих з усього контуру ребрами, згинальний момент зменшуємо на 20%, тобто. вони дорівнюватимуть $0,8 \times 2,6 = 2,1 \text{ кНм}$.

Визначимо міцнісні та деформативні характеристики бетону заданого класу з урахуванням вологості навколишнього середовища.

Бетон важкий природного твердіння, класу С20/25, при вологості 65% ÷ $\gamma_{b2} = 0,9$; $R_b = 0,9 \times 14,5 = 13,05 \text{ МПа}$; $R_{bt} = 0,9 \times 1,05 = 0,945 \text{ МПа}$; $E_b = 30000 \text{ МПа}$.

Виконаємо підбір перерізів поздовжньої арматури сіток.

У середніх прольотах, облямованих по контуру балками, та на проміжних опорах:

$$h_0 = h_a; \quad (2.27)$$

$$h_0 = 150 - 12,5 = 137,5 \text{ мм};$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b x b x h_0^2}; \quad (2.28)$$

$$\alpha_m = \frac{2,1 \times 10^6}{13,05 \times 1000 \times 137,5^2} = 0,071;$$

$$\xi = 0,0425 \leq \xi_R = 0,632, \zeta = 0,964.$$

тоді:

$$R_s A_s = \frac{M}{\zeta x h_0}; \quad (2.29)$$

$$R_s A_s = \frac{M}{\zeta x h_0} = \frac{2,1 \times 10^6}{0,964 \times 137,5} = 45861 \text{ Н};$$

$$\text{приймаємо сітку } C1 \frac{6BpI-100}{6BpI-(x250)+100}.$$

Попередньо призначаються висота та ширина перерізу другорядної ребра з умов:

$$h_{вр} = (1/18 \dots 1/16) \cdot L_1 = (1/18 \dots 1/16) \cdot 5,4 = 0,37 \dots 0,41;$$

приймаємо $h_{вр} = 0,4 \text{ м}$.

Ширина другорядного ребра

$$b_{вр} = (0,35 \dots 0,45) \cdot h_{вр} = 0,14 \dots 0,18 \text{ м}; \text{ приймаємо } b_{вр} = 0,15 \text{ м}.$$

Розрахунковий проліт плити дорівнює:

$$L_{03} = L_3 - b_{вр}; \quad (2.30)$$

$$L_{03} = L_3 - b_{вр} = 1,3 - 0,15 = 1,15 \text{ м}.$$

Вирівняні згинальні моменти:

У середніх прольотах та над середніми опорами:

$$M_2 = \frac{q \cdot L_{03}^2}{16} = \frac{12,4127 \cdot 1,15^2}{16} = 1,03 \frac{\kappa H \cdot m}{m}; \quad (2.31)$$

у першому прольоті та на першій проміжній опорі відповідно:

$$M_1 = \frac{q \cdot L_{03}^2}{11} = \frac{12,4127 \cdot 1,15^2}{11} = 1,49 \frac{\kappa H \cdot m}{m}. \quad (2.32)$$

Монолітні плити армуються сітками. Відстань від центру ваги арматури сіток до найближчої грані перерізу приймаємо $a_s = 1,5$ см. Тоді робоча висота перерізу:

$$h_0 = h_{пл} - a_s = 15 - 1,5 = 13,5 \text{ см.}$$

Спочатку розрахунок міцності за нормальним перерізом ведеться по моменту M_2 в наступній послідовності:

$$A_0 = \frac{M_2}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2}; \quad (2.33)$$

$$A_0 = \frac{1,03 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 850 \cdot 100 \cdot 13,5^2} = 0,066;$$

$$\eta^* = 0,965; \xi = 0,07;$$

$$A_s = \frac{M_2}{R_s \cdot h_0 \cdot \eta^*}; \quad (2.34)$$

$$A_s = \frac{1,03 \cdot 10^5}{415 \cdot 100 \cdot 13,5 \cdot 0,965} = 0,572 \text{ см}^2.$$

Приймаємо кількість сіток $n = 3$.

Довжину нахльостав приймаємо заздалегідь $a_0 = 0,1$ м.

Приймаємо довжину випуску поперечних стрижнів $a = 0,05$ м.

Ширина сітки між крайніми поздовжніми стрижнями:

$$B_0 = \frac{L_1}{n} + 2 \cdot a_0; \quad (2.35)$$

$$B_0 = \frac{L_1}{n} + 2 \cdot a_0 = \frac{5,4}{3} + 2 \cdot 0,1 = 2,0\text{м};$$

Приймаємо $B_0 = 2,0$ м.

Приймаємо захисний прошарок бетону $a_3 = 0,05$ м;

Ширина будівлі, що складається з 2 прогонів, дорівнює:

$$B_{зд} = 2 \cdot L_2; \quad (2.36)$$

$$B_{зд} = 2 \cdot 9000 = 18000\text{мм}.$$

Довжина сітки дорівнює:

$$L = B_{б\text{уд}} - 2 \cdot a_3; \quad (2.37)$$

$$L = 18000 - 2 \cdot 50 = 17900\text{мм}.$$

Спосіб армування залежить від діаметра робочої поздовжньої арматури.

Приймаємо крок поздовжніх стрижнів рівний 100мм. Тоді кількість стрижнів в 1м ширини сітки дорівнює 10. Необхідна площа перерізу 1 стрижня дорівнює:

$$A_{s1} = \frac{0,572}{10} = 0,0572\text{см}^2.$$

За сортаментом арматури приймаємо $\varnothing 8$ А500; $A_s = 50,3$ мм².

Армування проводиться рулонними сітками з поздовжнім розташуванням робочої арматури. Підбираємо марку сітки:

$$C1 \frac{3,4500-100}{3,4500-200} 2550 \times 25200 \frac{50}{50}.$$

Згинальний момент визначення марки сітки С2 (в запас міцності) складе:

$$M_{C2} = M_1 - M_2; \quad (2.38)$$

$$M_{C2} = 1,49 - 1,03 = 0,46\text{кН}\cdot\text{м};$$

тоді:

$$A_0 = \frac{M_{C2}}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2}; \quad (2.39)$$

$$A_0 = \frac{0,46 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 850 \cdot 100 \cdot 13,5^2} = 0,03;$$

$$\eta^* = 0,985; \quad \xi = 0,03;$$

$$A_s = \frac{M_{C2}}{R_s \cdot h_0 \cdot \eta^*}; \quad (2.40)$$

$$A_s = \frac{0,46 \cdot 10^5}{415 \cdot 100 \cdot 13,5 \cdot 0,985} = 0,25 \text{ см}^2.$$

Приймаємо крок поздовжніх стрижнів рівним 100 мм. Тоді кількість стрижнів в 1 м ширини сітки дорівнює 10. Необхідна площа перерізу 1 стрижня дорівнює:

$$A_{s1} = \frac{0,25}{10} = 0,025 \text{ см}^2.$$

За сортаментом арматури приймаємо дрiт Ø8 А500.

Довжина сітки:

$$L = b_{\text{сб}} - a_3 + L_{03} + b_{\text{сб}} + \frac{1}{4} \cdot L_{03}; \quad (4.41)$$

$$L = 150 - 25 + 1150 + 150 + \frac{1150}{4} = 1712,5 \text{ мм}.$$

Приймаємо L=1850 мм.

Підбираємо марку сітки:

$$C2 \frac{34500 - 100}{34500 - 200} 2050 \times 1850 \frac{25}{25}$$

3 ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВЛАШТУВАННЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ

3.1 Загальні положення

Робочі процеси з підйомом і монтажем стінових та покрівельних сендвіч-панелей до проєктного положення необхідно здійснювати на спеціально підготовлених стендах, що розташовуються в зоні дії основного вантажопідйомного обладнання, такого як кран. Для стропування зазначених панелей у процесі їх підйому та переміщення потрібно застосовувати виключно гнучкі тканинні фали. Додатково дозволяється використовувати спеціальні захвати, траверси, вакуумні присоски або інші пристрої, що забезпечують безпечне транспортування та захищають металеві краї панелей і лакофарбове покриття від пошкоджень і деформацій.

Перед початком робіт із монтажу стінових і покрівельних сендвіч-панелей необхідно повністю зняти захисну плівку з їх зовнішніх і внутрішніх обкладок. У разі потреби нанесення герметиків на замкові стики обкладок (згідно з вимогами робочої документації) цей етап слід виконати до підняття й встановлення панелей у заплановане положення. Процес монтажу має здійснюватися за умови, що температура навколишнього середовища в зоні робіт не нижче $+5^{\circ}\text{C}$. Усі конструктивні елементи, що необхідні для облаштування огороджувальних конструкцій стін і покриттів (у тому числі планки, кріпильні елементи, герметики та ущільнювачі), повинні бути встановлені у відповідності до проєктної документації, яка визначає їх кількість, характеристики та порядок монтажу.

Забороняється заміна комплектуючих елементів на інші, що не передбачені проєктною документацією, а також використання конструкцій чи матеріалів без попереднього узгодження з постачальником. Ширина майданчика для спирання панелей на середніх та крайніх опорах має відповідати мінімальним параметрам, зазначеним у рекомендаціях до монтажу стінових або покрівельних панелей.

Підрізання стінових та покрівельних СП або вирізування фрагмента в панелях можна проводити:

- повністю по одній з поздовжніх сторін (по довжині панелі);
- повністю по одній з торцевих або бічних сторін (по ширині панелі);
- частково по обидва поздовжні (по довжині панелі) та/або по обидва торцеві або бічні сторони (по ширині панелі).

Застосовувати панелі з підрізаними сторонами (або вирізаними фрагментами) допускається:

- при обов'язковому додатковому кріпленні обрізаних сторін (фрагментів) панелі до несучих конструкцій, якщо значення сумарної площі підрізаної частини4 підрізання) панелі;

- без обов'язкового додаткового кріплення обрізаних сторін (фрагментів) панелі до конструкцій, що несуть, якщо значення сумарної площі підрізаної частини (або вирізаних фрагментів) становить не більше 10 % від початкової площі (до підрізання) панелі. Застосовувати панелі з підрізаними сторонами (або вирізаними фрагментами) не допускається: якщо значення сумарної площі підрізаної частини (або вирізаних фрагментів) становить більше 40 % від початкової площі (до підрізання) панелі;

- якщо підрізання сторін (або вирізування фрагментів) панелі проводилося з СП, номінальні розміри якої менші за мінімальні номінальні значення (довжини та ширини), - незалежно від значення сумарної площі підрізаної частини;

- якщо вирізування сторін (або вирізування фрагментів) панелі вироблялося з СП, яка раніше піддавалася підрізанням та була встановлена у проєктне положення - незалежно від значення сумарної площі підрізаної частини (або вирізаних фрагментів).

Підрізання або вирізування фрагментів панелей здійснюється на рівній, твердій та чистій поверхні зі штучним покриттям, яке захищене від атмосферних опадів. Роботи мають проводитися в робочій зоні, у межах доступності підйомних

механізмів, таких як кран. Для цих операцій використовують справне сертифіковане обладнання та інструменти (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 Засоби механізації, інструменти, інвентар та пристрої

№п /п	Найменування	Тип, марка, ДЕРЖСТАНД АРТ, завод-виробник	Технічна характеристика	Призначення
1.	Ліси будівельні	Приставні стійкові	Висота та довжина лісів - за паспортом. Нормативне навантаження - 200 кгс/м ²	Засіб підмашування для монтажних робіт
2.	Автокран	Типу МКА-25	Висота гака - 20 м, виліт - 16 м, вантажопідйомність - 2 тс	Вантажно-розвантажувальні та монтажні роботи
	Знімні вантажозахоплювальні пристрої	Вакуумне захоплення. Механічний захоплення (струбцина)	Вантажопідйомність - 2 тс	
3.	Виска, шнур	ВІД 400-1, ГОСТ 7948-80. Шнур капроновий	Маса схилю не більше 0,4 кг, довжина 98 м. Довжина шнура - 5 м, діаметр 3 мм	Розмежування захваток, перевірка вертикальності
4.	Ватерпас	Тип 70-1500 "STABILA"	Довжина 1500 мм. Точність виміру 0,5 мм/м	Перевірка горизонтальних площин

5.	Лазерний рівень	BL 20 СКБ "Будприлад"	Точність виміру 0,1 мм/м	Перевірка горизонтальних площин
6.	Дриль	Інтерскол ДУ 1000-ЕР	Максимальний діаметр свердла (пробійника) 20 мм	Свердління отворів у колонах
7.	Рулетка сталева	P20УЗК	Довжина 20 м. Маса 0,35 кг	Вимірювання лінійних розмірів
8.	Викрутка з важільним наконечником	Викрутка Профі ТОВ "ІНФОТЕКС"	Реверсивна важільна	Закручування/відгвинчування гвинтів, болтів
9.	Гайковерт ручний	Типу ІЕ-311	Момент затяжки 12,5 кгс · м	Закручування/відгвинчування гайок, болтів
10.	Електродріль із насадками для загвинчування	Інтерскол ДУ-800-ЕР	Потужність 800 Вт, максимальний діаметр свердління 20 мм	Свердління отворів та загвинчування гвинтів
11.	Клепальні кліщі	Типу "ЕНКОР"	Діаметр заклепок до 6 мм	Встановлення заклепок
12.	Клепальний пістолет акумуляторний	Типу ERT 130 "RIVETEC"	Сила заклепки 85 кгс, робочий хід 20 мм. Вага з акумулятором 2,2 кг	Встановлення витяжних заклепок
13.	Огородження інвентарних ділянок монтажних робіт		Висота не менше 1,6 м	Безпека робіт
14.	Сітка захисна на ліси	Фірми Апекс, Верт чи інших фірм	З полімерних волокон	Захист від падіння предметів із висоти лісів

4 ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

4.1. Характеристика будівельного майданчика

Будівництво торговельного центру з системою віброзахисту від динамічних впливів потягів залізниці передбачається у місті Бровари Київської області. Проектована будівля є одноповерховою громадською спорудою з частковим підвальним поверхом, прямокутної конфігурації в плані, з габаритними розмірами в осях 18х30 м.

Організація будівництва виконується відповідно до вимог:

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

ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека»;

ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 «Настанова з організації будівництва»;

Об'єкт знаходиться у межах міської забудови і має близьке транспортне сполучення з дорожньою мережею міста, яка може в подальшому забезпечити безпроблемне підвезення будівельних матеріалів та конструкцій. На території майданчику передбачається влаштування тимчасових під'їзних шляхів для автомобільного транспорту та техніки з подальшим маневруванням для виконання робіт з монтажу конструкцій та загалом будівництва.

Рельєф ділянки переважно рівний із незначними перепадами висот, це забезпечує безперешкодне виконання земляних робіт. Інженерно-геологічні умови майданчика є прийнятними для будівництва, сногою фундаментів є природні ґрунти із достатньою несучою здатністю для безпроблемного прийняття навантаження від конструкцій будівлі.

Однак через близьке розташування до залізничних колій під час організації будівництва будуть враховані динамічні впливи на будівництво та експлуатацію будівлі. Основне вирішення цієї проблеми це запроектовані системи віброзахисту, що забезпечить безпечну експлуатацію будівлі.

Конструктивна система будівлі каркасна із запроектованим монолітними залізобетонними конструкціями стін та плит перекриття, несучими металевими балками та сандвіч панелями.

У будівлі ТЦ передбачено торговий зал площею 324 м², технічні, складські, та побутові приміщення – на першому поверсі, та складські приміщення, інженерні, насосні та електрощитові приміщення у підвальній частині будівлі.

Для виконання будівельно-монтажних робіт прийнято використання баштового гусеничного крана типу РДК-25, завдяки якому буде забезпечений монтаж елементів будівлі, подачу будматеріалів на їх місця влаштування та виконання розвантаження матеріалів по прибуттю на будмайданчик. Організація будмайданчика здійснюється з урахуванням безпечної роботи підйомно-транспортного обладнання, правильного зонування території на будівельні та адміністративні зони та влаштування додаткових конструкцій чи комунікацій. Детальніше на майданчику передбачається влаштування:

- тимчасової огорожі;
- адміністративно-побутове приміщення для учасників будівництва;
- тимчасові мережі водо- та електропостачання;
- складські зони для зберігання будівельних матеріалів;
- пожежний щит;
- зовнішнє освітлення майданчика.

Виконання будівельно-монтажних робіт здійснюється потоковим методом, що забезпечує скорочення тривалості будівництва.

Нормативна тривалість будівництва.

Нормативна тривалість будівництва визначається відповідно до: ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 «Настанова з визначення тривалості будівництва будівель і споруд».

Згідно нормативних документів тривалість будівництва залежить від: функціонального призначення будівлі; будівельного об'єму; конструктивної

схеми; технології виконання робіт; рівня механізації; умов будівельного майданчика; забезпечення матеріально-технічними ресурсами.

Запроектована будівля є торговельним центром громадського призначення із загальною площею першого поверху 540 м² та площею підвального поверху 216 м². Будівля має монолітний залізобетонний каркас, металеві несучі конструкції покриття, сендвіч-панелі стінові та покриття.

З урахуванням складності споруди, встановлення ВІ після набору міцності бетону фундаментів і стін, тривалість будівництва орієнтовно становить 5–6 місяців.

До складу основних етапів будівництва входять:

Підготовчі роботи: огороження майданчика; підведення тимчасових мереж; влаштування під'їзних шляхів; улаштування тимчасових споруд;

Земляні роботи: розробка котловану; улаштування основ та підготовок; виконання гідроізоляційних заходів.

Зведення підземної частини: бетонування нижньої частини стовбчастих фундаментів під колони; встановлення ізоляторів; бетонування верхньої частини стовбчастих фундаментів під колони; бетонування стін підвалу; монтаж гумових ізоляторів на стінах підвалу; монтаж інженерних вводів.

Зведення надземної частини: бетонування колон; монтаж металевих конструкцій; бетонування перекриттів; монтаж сендвіч-панелей; улаштування покрівлі.

Оздоблювальні та інженерні роботи: монтаж внутрішніх інженерних мереж; улаштування підлог; внутрішнє опорядження; встановлення обладнання.

Завершальні роботи: благоустрій території; демонтаж тимчасових споруд; підготовка об'єкта до введення в експлуатацію.

Під час визначення тривалості будівництва було враховане часткове суміщення окремих процесів, наприклад як виконання монтажних та інженерних робіт, паралельне виконання оздоблювальних робіт у різних зонах, потокову організацію бетонних робіт.

Відповідно до ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 допускається резерв часу на несприятливі погодні умови, затримки постачання матеріалів та інші організаційно-технологічні фактори у межах 3–5 % від загальної тривалості будівництва.

Прийнята тривалість будівництва забезпечує раціональне використання трудових, матеріально-технічних та енергетичних ресурсів, а також відповідає вимогам нормативних документів щодо організації будівельного виробництва.

4.2. Календарний план будівництва

Календарний план є одним із основних організаційно-технологічних документів, який включає раціональну послідовність, тривалість та порядок виконання робіт з монтажу. Календарний план розроблено відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 «Настанова з організації будівництва» та ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

Календарний план розроблений для будівництва торговельного центру з системою віброзахисту у місті Бровари з урахуванням конструктивних та об'ємно-планувальних рішень будівлі, умов будівельного майданчика, технології виконання основних будівельних процесів. При розробленні плану було враховано наявність підвального поверху, виконання монолітних залізобетонних конструкцій, монтаж металевих несучих елементів, улаштування покрівлі та зовнішніх стін із сендвіч-панелей, а також встановлення системи віброзахисту із гумовими віброізоляторами.

Основною метою календарного планування є забезпечення безперервного виконання будівельно-монтажних робіт із раціональним використанням трудових, матеріально-технічних та енергетичних ресурсів. Календарним планом було визначено послідовність виконання монтажу та окремих робіт, забезпечити належну роботу будівельних бригад, уникнути простоїв машин та механізмів.

Роботи з монтажу прийнято виконувати потоковим методом із частковим суміщенням окремих процесів, за для зменшення тривалості будівництва та забезпечення ефективного використання будівельної техніки.

Під час розроблення календарного плану було враховано технологічну послідовність виконання робіт, нормативні строки набору міцності в бетонних конструкціях, сезонність будівництва, вимоги охорони праці та умови безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів.

Будівництво об'єкта розпочинається з виконання підготовчих робіт, які включають огороження території, очищення та планування ділянки, розбивку осей будівлі, улаштування тимчасових доріг, монтаж адміністративно-побутових приміщень.

Після завершення підготовчого етапу виконуються земляні роботи, які включають розробку котловану, влаштування траншей, планування та ущільнення основи.

Наступним є етап з улаштування фундаментів та монтаж системи віброзахисту. Після встановлення опалубки виконується армування та заливка бетону, а після того як бетон набере достатню міцність, здійснюється монтаж віброізоляторів, які встановлюються у вузлах спирання несучих конструкцій будівлі (колон на фундаменти та плит перекриття на стіни підвалу).

Наступним етапом виконується зведення підземної та надземної частини будівлі. Цей етап включає бетонування стрічкових фундаментів під стінами підвалу, стін підвалу, монтаж монолітних залізобетонних конструкцій, улаштування перекриттів, встановлення металевих балок покриття та монтаж сендвіч-панелей покриття та зовнішніх стін.

Після завершення монтажу несучих конструкцій виконуються роботи з монтажу покрівлі. Процес включає монтаж металевих балок, улаштування настилу, монтаж покрівельних сендвіч-панелей, герметизацію стиків та встановлення елементів водовідведення.

Після завершення основних монтажних робіт виконується монтаж інженерних мереж та виконання внутрішніх оздоблювальних робіт.

Завершальним етапом будівництва є благоустрій території. Після завершення всіх робіт об'єкт готується до введення в експлуатацію.

Під час розроблення календарного плану було враховано можливість часткового суміщення окремих процесів, за для забезпечення безперервності будівництва, ефективного використання трудових ресурсів та скорочення строків виконання будівельно-монтажних робіт.

4.3. Виконання будівельно-монтажних робіт

Виконання основних будівельно-монтажних робіт розроблено відповідно до чинних будівельних вимог:

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

ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві»;

ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд»;

ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 «Настанова щодо виконання бетонних робіт»;

ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції»;

ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції»;

ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з монтажу металевих конструкцій».

Організація будівництва включає в себе потокове виконання робіт для ефективного виконання роботи та використання матеріальних та людських ресурсів.

1. Характеристика будівельного майданчика

Будівництво торговельного центру з системою віброзахисту від динамічних впливів потягів залізниці передбачається у місті Бровари Київської області. Проектована будівля є одноповерховою громадською спорудою з частковим підвальним поверхом, прямокутної конфігурації в плані, з габаритними розмірами в осях 18х30 м.

Організація будівництва виконується відповідно до вимог:

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

ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека»;

ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 «Настанова з організації будівництва»;

Об'єкт знаходиться у межах міської забудови і має близьке транспортне сполучення з дорожньою мережею міста, яка може в подальшому забезпечити безпроблемне підвезення будівельних матеріалів та конструкцій. На території майданчику передбачається влаштування тимчасових під'їзних шляхів для автомобільного транспорту та техніки з подальшим маневруванням для виконання робіт з монтажу конструкцій та загалом будівництва.

Рельєф ділянки переважно рівний із незначними перепадами висот, це забезпечує безперешкодне виконання земляних робіт. Інженерно-геологічні умови майданчика є прийнятними для будівництва, сноюю фундаментів є природні ґрунти із достатньою несучою здатністю для безпроблемного прийняття навантаження від конструкцій будівлі.

Однак через близьке розташування до залізничних колій під час організації будівництва будуть враховані динамічні впливи на будівництво та експлуатацію будівлі. Основне вирішення цієї проблеми це запроектовані системи віброзахисту, що забезпечить безпечну експлуатацію будівлі.

Конструктивна система будівлі каркасна із запроектованим монолітними залізобетонними конструкціями стін та плит перекриття, несучими металевими балками та сандвіч панелями.

У будівлі торгового центру передбачено торговий зал площею 324 м², технічні, складські, та побутові приміщення – на першому поверсі, та складські приміщення, інженерні, насосні та електрощитові приміщення у підвальній частині будівлі.

Для виконання будівельно-монтажних робіт прийнято використання баштового гусеничного крана типу РДК-25, завдяки якому буде забезпечений монтаж елементів будівлі, подачу будматеріалів на їх місця влаштування та

виконання розвантаження матеріалів по прибуттю на будмайданчик. Організація будмайданчика здійснюється з урахуванням безпечної роботи підйомно-транспортного обладнання, правильного зонування території на будівельні та адміністративні зони та влаштування додаткових конструкцій чи комунікацій. Детальніше на майданчику передбачається влаштування:

- тимчасової огорожі;
- адміністративно-побутове приміщення для учасників будівництва;
- тимчасові мережі водо- та електропостачання;
- складські зони для зберігання будівельних матеріалів;
- пожежний щит;
- зовнішнє освітлення майданчика.

Виконання будівельно-монтажних робіт здійснюється потоковим методом, що забезпечує скорочення тривалості будівництва.

Нормативна тривалість будівництва.

Нормативна тривалість будівництва визначається відповідно до: ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 «Настанова з визначення тривалості будівництва будівель і споруд».

Згідно нормативних документів тривалість будівництва залежить від: функціонального призначення будівлі; будівельного об'єму; конструктивної схеми; технології виконання робіт; рівня механізації; умов будівельного майданчика; забезпечення матеріально-технічними ресурсами.

Запроектована будівля є торговельним центром громадського призначення із загальною площею першого поверху 540 м² та площею підвального поверху 216 м². Будівля має монолітний залізобетонний каркас, металеві несучі конструкції покриття та сендвіч-панелі огорожувальних конструкцій.

З урахуванням складності споруди, нормативна тривалість будівництва орієнтовно становить 5–6 місяців.

До складу основних етапів будівництва входять:

Підготовчі роботи: огороження майданчика; підведення тимчасових мереж; влаштування під'їзних шляхів; влаштування тимчасових споруд;

Земляні роботи: розробка котловану; влаштування основ та підготовок; виконання гідроізоляційних заходів.

Зведення підземної частини: бетонування нижньої частини стовбчастих фундаментів під колони; встановлення ізоляторів; бетонування верхньої частини стовбчастих фундаментів під колони; бетонування стін підвалу; монтаж гумових ізоляторів на стінах підвалу; монтаж інженерних вводів.

Зведення надземної частини: бетонування колон; монтаж металевих конструкцій; бетонування перекриттів; монтаж сендвіч-панелей; влаштування покрівлі.

Оздоблювальні та інженерні роботи: монтаж внутрішніх інженерних мереж; влаштування підлог; внутрішнє опорядження; встановлення обладнання.

Завершальні роботи: благоустрій території; демонтаж тимчасових споруд; підготовка об'єкта до введення в експлуатацію.

Під час визначення тривалості будівництва було враховане часткове суміщення окремих процесів, наприклад як виконання монтажних та інженерних робіт, паралельне виконання оздоблювальних робіт у різних зонах, потокову організацію бетонних робіт.

Відповідно до ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 допускається резерв часу на несприятливі погодні умови, затримки постачання матеріалів та інші організаційно-технологічні фактори у межах 3–5 % від загальної тривалості будівництва.

Прийнята тривалість будівництва забезпечує раціональне використання трудових, матеріально-технічних та енергетичних ресурсів, а також відповідає вимогам нормативних документів щодо організації будівельного виробництва.

4.4.Календарний план будівництва

Календарний план є одним із основних організаційно-технологічних документів, який включає раціональну послідовність, тривалість та порядок виконання робіт з монтажу. Календарний план розроблено відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 «Настанова з організації будівництва» та ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

Календарний план розроблений для будівництва торговельного центру з системою віброзахисту у місті Бровари з урахуванням конструктивних та об'ємно-планувальних рішень будівлі, умов будівельного майданчика, технології виконання основних будівельних процесів. При розробленні плану було враховано наявність підвального поверху, виконання монолітних залізобетонних конструкцій, монтаж металевих несучих елементів, улаштування покрівлі та зовнішніх стін із сендвіч-панелей, а також встановлення системи віброзахисту із гумовими віброізоляторами.

Основною метою календарного планування є забезпечення безперервного виконання будівельно-монтажних робіт із раціональним використанням трудових, матеріально-технічних та енергетичних ресурсів. Календарним планом було визначено послідовність виконання монтажу та окремих робіт, забезпечити належну роботу будівельних бригад, уникнути простоїв машин та механізмів.

Роботи з монтажу прийнято виконувати потоковим методом із частковим суміщенням окремих процесів, за для зменшення тривалості будівництва та забезпечення ефективного використання будівельної техніки.

Під час розроблення календарного плану було враховано технологічну послідовність виконання робіт, нормативні строки набору міцності в бетонних конструкціях, сезонність будівництва, вимоги охорони праці та умови безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів.

Будівництво об'єкта розпочинається з виконання підготовчих робіт, які включають огороження території, очищення та планування ділянки, розбивку

осей будівлі, улаштування тимчасових доріг, монтаж адміністративно-побутових приміщень.

Після завершення підготовчого етапу виконуються земляні роботи, які включають розробку котловану, влаштування траншей, планування та ущільнення основи.

Наступним є етап з улаштування фундаментів та монтаж системи віброзахисту. Після встановлення опалубки виконується армування та заливка бетону, а після того як бетон набере достатню міцність, здійснюється монтаж віброізоляторів, які встановлюються у вузлах спирання несучих конструкцій будівлі (колон на фундаменти та плит перекриття на стіни підвалу).

Наступним етапом виконується зведення підземної та надземної частини будівлі. Цей етап включає бетонування стрічкових фундаментів під стінами підвалу, стін підвалу, монтаж монолітних залізобетонних конструкцій, улаштування перекриттів, встановлення металевих балок покриття та монтаж сендвіч-панелей покриття та зовнішніх стін.

Після завершення монтажу несучих конструкцій виконуються роботи з монтажу покрівлі. Процес включає монтаж металевих балок, улаштування настилу, монтаж покрівельних сендвіч-панелей, герметизацію стиків та встановлення елементів водовідведення.

Після завершення основних монтажних робіт виконується монтаж інженерних мереж та виконання внутрішніх оздоблювальних робіт.

Завершальним етапом будівництва є благоустрій території. Після завершення всіх робіт об'єкт готується до введення в експлуатацію.

Під час розроблення календарного плану було враховано можливість часткового суміщення окремих процесів, за для забезпечення безперервності будівництва, ефективного використання трудових ресурсів та скорочення строків виконання будівельно-монтажних робіт.

4.5 Виконання будівельно-монтажних робіт

Виконання основних будівельно-монтажних робіт розроблено відповідно до чинних будівельних вимог:

ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;
ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві»;
ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд»;
ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 «Настанова щодо виконання бетонних робіт»;
ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції»;
ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції»;
ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з монтажу металевих конструкцій».

Організація будівництва включає в себе потокове виконання робіт для ефективного виконання роботи та використання матеріальних та людських ресурсів.

Для виконання монтажних робіт передбачається використання гусеничного крана РДК-25, який забезпечує монтаж конструкцій на час всього будівництва.

Підготовчі роботи.

До початку основних будівельно-монтажних робіт виконуються підготовчі заходи:

- огороження будівельного майданчика;
- улаштування тимчасових доріг;
- монтаж тимчасових адміністративно-побутових приміщень;
- прокладання тимчасових мереж електропостачання та водопостачання;
- влаштування майданчиків складування матеріалів;
- геодезична розбивка осей будівлі.

Тимчасові споруди, місця складування та транспортні шляхи розміщуються відповідно до будівельного генерального плану.

Земляні роботи включають в себе зрізання рослинного шару ґрунту, розробку котловану під підвальну частину будівлі, розробку траншей та прямиків, улаштування основ під фундаменти.

Розробка ґрунту буде виконуватись із застосуванням екскаватора, тобто механічним способом з подальшим доопрацюванням вручну для належного примикання деталей конструкції до осей.

Вивезення надлишкового ґрунту з будівельного майданчика буде здійснюватися автосамоскидами. Дно котловану після завершення розробки ґрунту очищується та ущільнюється.

Під час виконання земляних робіт має бути дотримання вимог охорони праці відповідно до ДБН А.3.2-2:2009.

Монтаж фундаментів та підземної частини.

Проектом передбачено влаштування монолітних залізобетонних фундаментів під стіни (стрічкові) та колони (стовпчасті), монолітних стін підвалу та плит перекриття над підвалом.

Технологічна послідовність виконання робіт:

- Улаштування бетонної підготовки.
- Монтаж опалубки.
- Встановлення арматурних каркасів.
- Бетонування фундаментів під колони.
- Влаштування вертикальної та горизонтальної гідроізоляції.
- Бетонування стін підвалу.
- Монтаж гумових ізоляторів
- Зворотне засипання пазух фундаментів із пошаровим ущільненням.

Роботи з бетонування виконуються із застосуванням автомобільних бетонозмішувачів та глибинних вібраторів для ущільнення бетону. Укладання

бетонної суміші здійснюється безперервно із дотриманням вимог до технологічних швів.

Для захисту підземної частини будівлі від води та вологи передбачено використання обмазувальної гідроізоляції та екструдованого пінополістиролу.

Улаштування системи віброзахисту.

Особливістю даного проєкту є проєктування системи віброзахисту для зменшення динамічних впливів від руху залізничного транспорту. Проєктом передбачено монтаж спеціальних віброізоляторів під несучими конструкціями будівлі.

Роботи з улаштування віброзахисту виконуються відповідно до:

- ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»;
- ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України.

Захист від небезпечних геологічних процесів»;

- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;
- Технологічних вимог виробника віброізоляторів.

Проєктом передбачено встановлення віброізоляторів Ø300×80(h-висота гумового шару) у кількості 63 віброопор. Віброізолятори розташовуються у місцях спирання несучих конструкцій будівлі та забезпечують передачу навантаження від будівлі на основу за для зменшення впливу коливань на будівлю.

Монтаж віброізоляторів виконується після того як бетон конструкції фундаменту досягне проєктної міцності. Монтаж проводиться із використанням вантажопідіймальної техніки та тимчасових монтажних пристроїв.

Особлива увага приділяється точності розташування елементів, дотриманню проєктних відміток, контролю допустимих деформацій, рівномірності передачі навантажень. Роботи мають бути виконані спеціалізованою бригадою з виконанням всіх вимог до монтажу.

Після монтажу віброопор системи віброзахисту від впливів потягів залізниці має проводитись нівелювання та перевірка положення конструкцій. Всі роботи виконуються під технічним наглядом із оформленням актів виконання робіт.

Зведення несучих та огорожувальних конструкцій.

Несучі конструкції будівлі виконуються із монолітного залізобетону відповідно до вимог ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 «Настанова щодо виконання бетонних робіт»; та металевих балок покриття відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з монтажу металевих конструкцій».

Монолітні роботи мають виконуватись у відповідній послідовності, починаючи з влаштування опалубки, встановлення металевих каркасів та робіт з заливання бетону в каркас вертикальних та горизонтальних конструкцій.

Роботи з армування мають бути виконані відповідно до робочих креслень із влаштуванням нормативного захисного шару бетону для захисту арматури.

Після досягнення бетоном необхідної міцності проводиться демонтаж опалубки та перехід до наступного циклу робіт.

Монтаж металевих балок виконується укрупненими елементами з попередньою перевіркою геометричних параметрів конструкцій. Після встановлення конструкції тимчасово закріплюються, виконується вивірка та остаточне закріплення.

Монтаж огорожувальних конструкцій - сендвіч панелей виконується механізованим способом за допомогою крану за допомогою використання стропів.

Улаштування перекриття.

Проектом передбачено монолітне залізобетонне перекриття товщиною 200 мм. Монтаж включає в себе: монтаж опалубки перекриття, встановлення телескопічних стояків, армування плит, бетонування, догляд за бетоном, демонтаж опалубки після набору бетоном міцності.

Улаштування покрівлі.

Покрівля будівлі запроектована із ухилом 3° та виконана із покрівельних сендвіч-панелей. Будівельні роботи по монтажу проводяться вкінці після зведення несучих конструкцій будівлі. Монтаж проводити за такими пунктами: монтаж металевих балок, улаштування настилу, монтаж покрівельних панелей, герметизація стиків, встановлення водовідвідних елементів.

Роботи на висоті виконуються із застосуванням страхувальних систем та тимчасових огорожень.

Після завершення основних будівельних робіт зі зведення несучих та захисних конструкцій виконуються роботи з монтажу систем електро-водопостачання, каналізації, вентиляції та опалення.

Монтаж інженерних мереж здійснюється паралельно з оздоблювальними роботами, що дозволяє скоротити загальну тривалість будівництва.

Після завершення основних будівельно-монтажних робіт виконуються благоустрій території, який включає в себе такі етапи, як планування території, улаштування покриттів, встановлення малих архітектурних форм, озеленення, демонтаж тимчасових споруд. У процесі влаштування благоустрою території, із будмайданчика вивозиться все будівельне сміття після чого будівлю можна вводити в експлуатацію.

4.6. Відомість підрахунку трудових витрат та машино-годин

Підрахунок трудових витрат та машино-годин виконується для розрахунку потребу у трудових ресурсах, будівельних машинах та механізмах, також для забезпечення раціонального планування календарного графіка виконання робіт. Розрахунки виконуються відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 та чинних кошторисних нормативів.

Під час розрахунку трудових витрат враховуються конструктивні елементи будівлі, обсяги монолітних робіт, монтаж металевих конструкцій, улаштування системи віброзахисту, монтаж сендвіч-панелей та виконання оздоблювальних робіт.

Таблиця 4.1

Підрахунок трудових витрат

№	Вид робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Норма трудових витрат, люд.-год	Разом, люд.-год
1	Підготовчі роботи	м ²	540	0,35	189
2	Земляні роботи	м ³	420	1,25	525
3	Улаштування бетонної підготовки	м ³	28	2,10	58,8
4	Армування фундаментів	т	12	18,0	216
5	Бетонування фундаментів	м ³	95	4,50	427,5
6	Монтаж віброізоляторів	шт	63	1,80	113,4
7	Улаштування гідроізоляції	м ²	360	0,90	324
8	Бетонування стін підвалу	м ³	110	4,80	528
9	Монолітні роботи надземної частини	м ³	180	5,20	936

0	1	Монтаж металевих балок	т	24	12,0	288
1	1	Монтаж сендвіч-панелей	м ²	890	0,95	845,5
2	1	Улаштування покрівлі	м ²	620	1,80	1116
3	1	Монтаж інженерних мереж	м ²	537,53	2,40	1290
4	1	Оздоблювальні роботи	м ²	537,53	3,60	1935
5	1	Благоустрій території	м ²	700	0,70	490
		Разом				9281,2

Таблиця 4.2

Підрахунок машино-годин

№	Машина та механізми	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Норма, маш.-год	Разом, маш.-год
1	Екскаватор	машино-зміни	12	8,0	96
2	Автосамоскид	рейс	45	1,2	54
3	Гусеничний кран РДК-25	маш.-зм	28	8,0	224
4	Автобетононасос	маш.-зм	10	7,5	75

5	Бетонозмішувач	маш.- зм	6	6,0	36
6	Глибинний вібратор	маш.- зм	14	5,0	70
7	Зварювальний апарат	маш.- зм	8	4,0	32
8	Компресор	маш.- зм	5	6,0	30
9	Вантажний автомобіль	маш.- зм	14	7,0	98
	Разом				715

Отож, загальні трудові витрати на будівництво становлять 9281,2 люд.-год, а загальна потреба у роботі будівельних машин та механізмів складає 715 машино-годин. Дані показники використовуються для складання календарного плану будівництва, для визначення кількості людей у будівельних бригадах, для визначення роботи машин і механізмів. Отримані розрахунки використовуються для забезпечення належним чином організацію будівельного процесу, безперервність виконання робіт та ефективне використання ресурсів.

4.7. Заходи з техніки безпеки та охорони праці

Організація охорони праці на будівельному майданчику здійснюється відповідно до вимог:

- ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві»;
- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;
- Закону України «Про охорону праці»;
- Правил пожежної безпеки в Україні;

Перед початком виконання робіт буд майданчик повинен огордитися тимчасовою огорожею, мусять бути встановлені попереджувальні знаки та встановлюються в'їзд та виїзд на територію будівництва який має бути під цілодобовим контролем для запобігання втручання в процес будівництва сторонніх осіб, також мають бути встановлені прожектори для освітлення майданчика у темний період доби відповідно нормам.

Перед виконанням будівельних робіт працівникам проводиться інструктаж з техніки безпеки, охорони праці та перевірку знань техніки безпеки в іншому випадку до будівельного процесу працівників допускати не можна. Також перед тим як працівники мають приступити до роботи їм видаються засоби індивідуального захисту, які включають в себе захисні каски, рукавиці, спеціальне взуття, сигнальні жилети та під час виконання роботи на висоті видаються страхувальні пояси.

Також перед початком роботи має бути перевірка машин та обладнання на справність для безпечної експлуатації. Під час роботи вантажного крану працівникам забороняється перебувати в зоні дії крана, для цього ці зони позначаються спеціальними попереджувальними знаками.

Роботи з монтажу системи віброзахисту потребують підвищеної точності та виконуються спеціалізованою бригадою під технічним наглядом. При монтажі віброізоляторів особлива увага приділяється стійкості конструкцій, точності геодезичного контролю та безпечному виконанню монтажних операцій.

При виконанні робіт на висоті мають бути встановлені спеціальні огороження та страхувальні системи та страхувальні пояси, для зручності та запобігання травм використовуються підмости.

На будівельному майданчику передбачається пожежний щит в разі пожежі, також повинен бути вільний під'їзд для пожежної техніки. Забороняється складування легкозаймистих матеріалів поблизу джерел відкритого вогню та тимчасових електромереж.

Для забезпечення санітарно-побутових умов для працівників на майданчику встановлюються тимчасові побутові приміщення такі як санітарні вузли їдальні та місця для відпочинку працівників. Ці тимчасові приміщення розташовуються так щоб вони не перетинались з будівельними зонами будівельного майданчику.

4.8. Будівельний генеральний план та його проектування

Будгенплан є основним документом у процесі організації будівництва. Під час його розроблення на будівельному майданчику було розроблене розміщення основних зон для тимчасових споруд адміністративного та технічного значення, розміщення будівельних машин, складів для зберігання буд матеріалів та навісів, розташування інженерних мереж, прокладання тимчасових доріг, та розмежування ділянки на зону виконання будівельних робіт в межах дії крану, дані інженерно-геологічних вишукувань (рис. 4.1). Розроблення будівельного генерального плану здійснено відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012 та ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

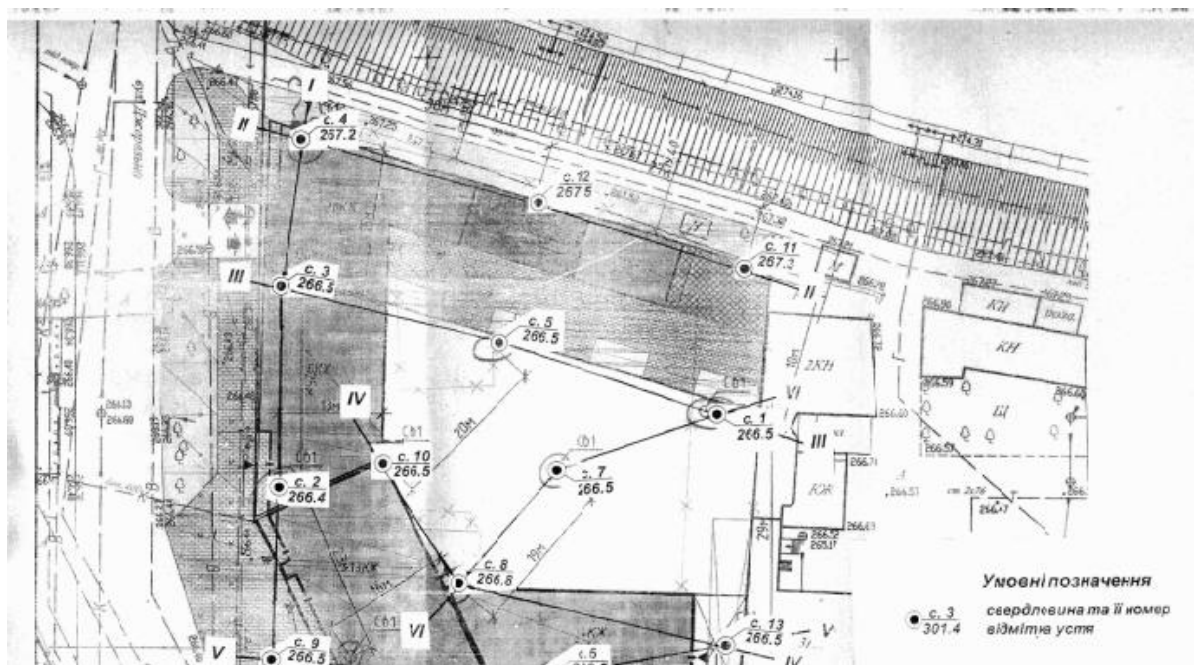


Рис. 4.1 – Схема розміщення свердловин на будівельному майданчику під час інженерно-геологічних вишукувань

Під час проектування будівельного генерального плану для ефективності будівельного процесу було враховано ряд важливих аспектів таких як габарити

будівлі наявність у ній підвалу та її конструктивну схему, використання вантажопідйомного устаткування, монтаж систем віброзахисту, потреби у кількості складів та умови руху вантажного транспорту та пересування працівників

Будівельний генеральний план розроблено так що у процесі будівництва забезпечується раціональне використання території будівельного майданчика, а також створені належні умови праці для працівників.

Проектування будівельного генерального плану виконано відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 з урахуванням конструктивних особливостей торговельного центру, технології виконання робіт та умов будівельного майданчика. Основним завданням при проектуванні будгенплану є забезпечення раціональної організації будівництва, безпечної роботи будівельної техніки та ефективного використання території.

Проектована будівля розташована у центральній частині будівельного майданчика, за для забезпечення доступного транспортного обслуговування з усіх необхідних напрямків. Навколо будівлі передбачено тимчасові дороги для руху вантажного транспорту та спеціальної техніки.

Для виконання монтажних робіт використовується гусеничний кран РДК-25, який враховуючи виліт стріли встановлюється та закріплюється в кількох відведених місцях навколо об'єкту. Радіус вильоту стріли крана забезпечує подачу конструкцій та матеріалів у всі зони майданчику.

Тимчасові склади розташовуються у межах зони дії крана, але поза небезпечними зонами виконання монтажних робіт. Адміністративно-побутові приміщення навпаки розташовуються поза зоною дії крана та поблизу в'їзду на будівельний майданчик. Таке розташування запроектовано для безпечного доступу працівників до побутових приміщень.

Тимчасові мережі електропостачання та водопостачання прокладаються вздовж меж будівельного майданчика у спеціальних захисних футлярах для захисту від механічних пошкоджень. По периметру території передбачено

встановлення прожекторів для освітлення майданчика у темний період доби та пожежного щита відповідно до вимог пожежної безпеки.

Під час проектування будівельного генерального плану було враховано вимоги охорони праці, зокрема обмеження зон роботи крана організацію безпечного руху транспорту забезпечення евакуаційних проходів дотримання протипожежних розривів освітлення робочих зон.

4.9. Розрахунок площ складів та майданчиків складування

Для забезпечення безперервного виконання будівельно-монтажних робіт на будівельному майданчику передбачаються відкриті, напівзакриті та закриті склади для зберігання будівельних матеріалів, конструкцій та виробів. Розрахунок площ складів виконується відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 та ДСТУ-Н Б А.2.2-10:2012.

Площу складу визначають за формулою:

$$F = \frac{Q}{q}$$

де:

F - необхідна площа складу, м²;

Q - кількість матеріалу, що одночасно зберігається;

q - норма складування матеріалу на 1 м² площі складу.

Для визначенні площ складів враховуються такі аспекти:

- добова потреба у матеріалах;
- тривалість запасу матеріалів;
- спосіб складування;
- габарити конструкцій;
- умови зберігання.

На будівельному майданчику передбачено складування арматури, металевих конструкцій, сендвіч-панелей, цементу, піску, щебню, утеплювача та оздоблювальних матеріалів.

Площа відкритого складу для сендвіч-панелей визначається за формулою:

$$F_{sp} = \frac{890}{12} = 74.2 \text{ м}^2$$

де 890 м² - площа панелей, що зберігаються на майданчику, а 12 м² - допустима норма складування на 1 м² площі.

Площа складу арматури визначається за формулою:

$$F_a = \frac{12}{0.4} = 30 \text{ м}^2$$

де 12 т - маса арматури, а 0,4 т/м² - норма складування.

Для зберігання цементу та сухих сумішей передбачається закритий склад, площа якого визначається:

$$F_c = \frac{220}{25} = 8.8 \text{ м}^2$$

де 220 мішків - запас цементу та сумішей, а 25 мішків/м² - норма зберігання.

Загальна площа майданчиків складування визначається як сума площ усіх складів:

$$F_{\Sigma} = F_{sp} + F_a + F_c + F_i$$

$$F_{\Sigma} = 74.2 + 30 + 8.8 + 12 + 6 + 15 = 146 \text{ м}^2$$

де F_i - площі інших складських зон утеплювач та гідроізоляційні матеріали - 12 м² електротехнічні матеріали - 6 м² оздоблювальні матеріали - 15 м²

У результаті можна зробити висновок, що для забезпечення потреб будівництва необхідно передбачити відкриті майданчики для великогабаритних конструкцій, навіси для металевих виробів та утеплювача, а також закриті склади для цементу, електротехнічних виробів та оздоблювальних матеріалів.

Усі склади розміщуються у межах зони дії крана. Таке розташування забезпечує зручне транспортування матеріалів та безпечну організацію будівельного майданчика.

4.10. Розрахунок тимчасових адміністративно-побутових приміщень

Для забезпечення належних умов працівників на будівельному майданчику передбачено влаштування тимчасових адміністративно-побутових приміщень. Їх розрахунок виконується відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація

будівельного виробництва», ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» та санітарних норм.

Кількість і площа тимчасових приміщень визначаються залежно від максимальної чисельності працівників у зміні, тривалості будівництва та характеру виконуваних робіт. Для даного об'єкта максимальна чисельність робітників у зміну приймається 18 осіб.

Площа побутових приміщень визначається за формулою:

$$F=N \cdot f$$

де:

F - необхідна площа приміщення, м²;

N - кількість працівників;

f - нормативна площа на одного працівника, м².

Площа гардеробного приміщення:

$$F_g=18 \cdot 1.2=21.6 \text{ м}^2$$

Площа приміщення для відпочинку та приймання їжі:

$$F_v=18 \cdot 0.8=14.4 \text{ м}^2$$

Площа адміністративного приміщення:

$$F_a=2 \cdot 6=12 \text{ м}^2$$

де 2 - кількість інженерно-технічних працівників, а 6 м² - нормативна площа на одну особу.

Площа санітарно-побутових приміщень визначається із розрахунку однієї санітарної kabіни на 15 осіб та однієї душової сітки на 12 осіб. Для даного об'єкта приймається:

санітарний вузол - 3 м²;

душова - 4 м².

Загальна площа тимчасових адміністративно-побутових приміщень визначається за формулою:

$$F_{\Sigma}=21.6+14.4+12+3+4=55 \text{ м}^2$$

Отже, загальна площа тимчасових адміністративно-побутових приміщень становить приблизно 55 м². На даному будівельному майданчику передбачається встановлення модульних побутових вагончиків, які включають гардеробні, приміщення для відпочинку, санітарний вузол та адміністративне приміщення виконроба.

4.11. Техніко-економічні показники

Таблиця 4.3

Техніко-економічні показники

№	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
1	Площа забудови	м²	540
2	Загальна площа будівлі	м²	717,27
3	Площа підвального поверху	м²	179,74
4	Площа 1 поверху	м²	537,53
5	Будівельний об'єм	м³	4320
6	Тривалість будівництва	міс	6
7	Максимальна чисельність працівників	осіб	18
8	Загальні трудові витрати	люд.-год	9281,2
9	Загальні машино-години	маш.-год	715
10	Площа тимчасових складів	м²	146
11	Площа адміністративно-побутових приміщень	м²	55
12	Розрахункова потреба у воді	л/с	6,5
13	Розрахункова електрична потужність	кВт	58,5
14	Кількість віброізоляторів	шт	63

15	Основний механізм	монтажний	—	РДК-25
----	----------------------	-----------	---	--------

Наведені техніко-економічні показники показують основні параметри організації будівництва та дозволяють оцінити прийняті організаційно-технологічні рішення. Отримані показники підтверджують можливість виконання будівельно-монтажних робіт у нормативні строки із забезпеченням необхідного рівня механізації та безпечних умов праці.

4.12 Технологія виконання будівельно-монтажних робіт

Перед початком основного етапу будівельних робіт на майданчику здійснюються підготовчі заходи, які забезпечують створення умов для їх безпечного та ефективного виконання. До таких заходів належать: очищення території від рослинності та сміття, виконання геодезичної розбивки осей будівлі, облаштування тимчасової дорожньої мережі, створення системи водовідведення, організація тимчасового електро- та водопостачання, а також встановлення побутових приміщень для робітників.

Земляні роботи реалізуються із застосуванням комплексу механізмів, зокрема екскаватора, бульдозера та автомобілів-самоскидів. Зняття рослинного покриву та попереднє вирівнювання ділянки виконується за допомогою бульдозера, тоді як розробка ґрунту для фундаментних котлованів провадиться екскаватором із дальшим завантаженням ґрунту в самоскиди або його переміщенням у відвал. На ділянках, які вимагають високого рівня точності, обробка дна котлованів і траншей здійснюється вручну.

Під час виконання земляних робіт суворо дотримуються правил техніки безпеки. Спуск у котловани та траншеї можливий виключно за допомогою стаціонарних або приставних сходів. Роботи в зонах розташування підземних комунікацій дозволяються виключно після отримання офіційного дозволу від

відповідної експлуатаційної організації. Виконання земляних робіт поблизу електричних кабелів, газопроводів та інших інженерних мереж здійснюється вручну.

Монтажні роботи виконуються відповідно до проектних креслень, технологічних карт і плану організації будівництва. Попередньо перед монтажем конструкції перевіряються на відповідність маркуванню та очищуються від забруднень, таких як бруд, лід чи іржа. Установлення колон передбачає їх монтування у спеціально підготовлені стакани фундаментів із подальшою перевіркою просторового положення (по вертикалі та в плані) і замонолічуванням з'єднань.

Подальші операції включають монтаж цокольних залізобетонних панелей, металевих ферм, покрівельних прогонів, а також стінових і покрівельних сендвіч-панелей. Засипання пазух котлованів виконується після завершення робіт із фундаментами та ретельної перевірки якості їх гідроізоляції.

Бетонні роботи, необхідні для облаштування промислової підлоги, здійснюються із залученням технологій малої механізації. Основу підлоги формують за принципом багат шаровості: ущільнений ґрунт виступає базовим шаром, на який накладаються гідроізоляція, підготовчі шари і монолітна залізобетонна плита з укріпленням верхнім шаром. Під час бетонування слід забезпечити рівномірне ущільнення бетонної суміші та здійснити ретельний догляд за бетоном у процесі його тверднення.

Покрівельні роботи включають монтаж покрівельних сендвіч-панелей із застосуванням крана марки Komatsu LW100-1E. Панелі транспортуються на будмайданчик у заводській упаковці та розвантажуються за допомогою спеціалізованих вантажозахоплювальних пристроїв. Їхнє тимчасове зберігання організовується на попередньо підготовлених майданчиках. Під час монтажу панелі встановлюються у проектне положення плавно, без ривків чи ударів, а після монтажу закріплюються відповідно до визначеного порядку у робочій документації.

Монтаж стінових і покрівельних сендвіч-панелей дозволяється виконувати лише за наявності монтажних схем, технологічних карт і справного підйомного обладнання. Усі вузли примикання, стики, фасонні елементи, герметики та кріплення встановлюються у послідовності, передбаченій проєктом.

4.13 Календарний графік будівництва

Календарний графік будівництва визначає послідовність і тривалість виконання основних будівельно-монтажних робіт. При його складанні враховуються обсяги робіт, трудомісткість процесів, наявність машин і механізмів, можливість суміщення окремих видів робіт у часі, а також вимоги охорони праці та безпеки виконання робіт.

Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт зводиться до карти-визначника, наведеної у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Карта-визначник обсягів будівельно-монтажних робіт

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Кіль- кість	Витрати робітників, люд.-год, маш- год	
				тих що обслуговують машини	
				на одиницю	всього
		Підземна частина земляні роботи			
1	1-30-1	Планування площ бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] за 1 прохід, 1000м ²	0,729	— 0,6	0,5

2	1-24-2	Зрізання рослинного шару, 1000м ³	0,109	—'— 19,55	—'— 2
3	1-12- 15	Розроблення грунту у відвал екскаваторами з ковшом місткістю 0,5 [0,5-0,63] м ³ , група грунтів 3, 1000м ³	1,968	24,82 53,89	6 2
4	1-18-6	Розроблення грунту з навантаженням на автомобілі- самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на пневмоколісному ходу з ковшом місткістю 0,5 м ³ , група ґрунтів 3, 1000м ³	0,45	63,92 36,72	25,76 16,52
5	1-163- 9	Розробка грунту вручну в котлованах площею перерізу до 5 м ² з кріпленнями при глибині котлованів до 3 м, група ґрунтів 3, 100м ³	1,02	170,7 -	174,11 -
6	6-1-1	Улаштування бетонної підготовки під фундамент, м ³	9	40,53 3,66	365 32,9

7	4-1-34	Влаштування монолітних фундаментів, м ³	67	49,5 3,8	3317 255
8	4-1-49	Влаштування монолітних колон, стін, м ³	119	45,3 4,3	5390 512
9	4-1-49	Влаштування монолітного перекриття, м ³	114	55,6 4,2	6338 479
10	13-55- 1	Устрій гідроізоляції: горизонтальної, 100м ²	1,232	110,54 35,35	136,19 43,55
11	13-55- 2	Устрій гідроізоляції: вертикальної, 100м ²	2,87	110,54 35,35	317,24 101,46
12	1-134- 1	Зворотня засипка пазах котлована, 100м ³	0,853	21,93 6,60	18,77 5,63
13	1-134- 2	Ущільнення грунту в зворотній засипці, 100м ³	0,853	20,4 6,32	47,74 14,79
		Надземний цикл			
14	4-1-49	Влаштування монолітних колон, стін, м ³	18	45,3 4,3	815,4 77,4
15	9-33-1	Монтаж сталевих ферм і балок, т	1,407	22,72 7,06	32 10
16	8-43-4	Монтаж сандвіч панелей, 100 шт	2,6	315,28 55,92	820 161,05

17	2	10-28- Заповнення стрічкових віконних прорізів у стінах промислових будівель блоками віконними з одинарними і спареними рамами, висота прорізу 3,62м, 100м ²	1,49	119,29 22,01	178 33
18	9-46-1	Монтаж каркасів воріт будівель, ангарів та ін. без механізмів відкривання, т	1,413	66,24 28,89	94 41
19	121- 253	Ворота розпашні погрунтовані та пофарбовані, шт	2	62,48 24,35	124,96 48,7
20	6-1-1	Улаштування бетонної підготовки, 100м ³	7,56	26,47 8,57	200,11 64,79
21	11-1-2	Ущільнення грунту щебенем, 100м ²	1,51	42,75 0,94	64,55 1
22	6-1-3	Улаштування бетонної основи, 100м ³	7,56	34,2 21,75	258,55 164,43
23	11-19- 1	Улаштування бетонного литого покриття товщиною 25 мм, 100м ²	6,0	48,11 1,06	289 6,4

24	11-8-1	Улаштування гідроізоляції піщаної, м ³	9,072	34,67 0,98	314,53 8,9
25	13-24- 1	Оздоблення поверхонь бетону, 100м ²	0,68	3,06 0,08	2,08 -
26	12-20- 2	Улаштування пароізоляції обклеювальної на кожний наступний шар, 100м ²	0,68	15,9 0,47	10,81 0,32
27	11-8-1	Улаштування тепло- і звукоізоляції засипної, м ³	9,72	1,64 0,47	14,76 4,57
28	15- 207-1	Скління металевих рам промислових будівель, установлених в коробки, склом віконним товщиною 3 мм, 100м ²	1,49	41,25 0,55	61 1
29	15-62- 1	Просте штукатурення внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, 100м ²	8,46	15,41 0,25	130,37 2,12
30	12-21- 1	Грунтування основ, 100м ²	8,46	14,23 0,08	120,38 1
31	15- 151-1	Фарбування водними розчинами всередині приміщень, 100м ²	21,89	9,40 0,07	205,77 1,53

32	15- 155-1	Масляне фарбування металоконструкцій, 100м ²	14,46	9,57 0,31	205,77 5
33	31-19- 1	Улаштування щебеневого вимощення з обробленням верхнього шару бітумом товщиною 20 см, 100м ²	3,56	38,01 2,66	135 9
34	31-18- 1	Улаштування асфальтового вимощення на щебеневій основі товщиною 20 см, 100м ²	3,56	49,33 2,66	176 9

4.14 Визначення потреби в тимчасових будівлях і спорудах

Площа тимчасових будівель і споруд визначається за максимальною чисельністю працівників на будівельному майданчику та нормативною площею на одну особу. Загальна кількість працюючих визначається з урахуванням робітників, інженерно-технічних працівників, молодшого обслуговуючого персоналу, службовців, а також коефіцієнта, що враховує наявність учнів і практикантів.

Загальна чисельність працюючих визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = (N_{\text{роб}} + N_{\text{ІТР}} + N_{\text{МОП}} + N_{\text{служ}}) \cdot K,$$

де $N_{\text{роб}}$ – максимальна чисельність робітників у найбільш численну зміну;
 $N_{\text{ІТР}}$ – чисельність інженерно-технічних працівників; $N_{\text{МОП}}$ – чисельність молодшого обслуговуючого персоналу; $N_{\text{служ}}$ – чисельність службовців; K – коефіцієнт, що враховує учнів і практикантів.

Для даного об'єкта приймається:

$$N_{\text{заг}} = (16 + 16 \cdot 0,06 + 16 \cdot 0,06 + 16 \cdot 0,04) \cdot 1,05 = 19,49 \approx 20 \text{ осіб.}$$

Необхідна площа тимчасових будівель визначається за формулою:

$$A = N \cdot n,$$

де N – кількість працюючих, для яких розраховується приміщення; n – норма площі на одну особу, м^2 .

Розрахунок потреби в тимчасових приміщеннях наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 Площа тимчасових приміщень

Найменування тимчасової будівлі	Розрахункова кількість	Площа приміщення, м^2	Прийнята тимчасова будівля	На який % розраховується
Прохідна	-	0,6	1	Одна прохідна
Кантора начальника	$(16 \cdot 0,06 + 16 \cdot 0,06) \cdot 1,50 = 2$	4	Пересувний фургон 5 2,9 А = 14,5 м^2 1 шт.	100% ІТР, МОП, СЛ
Гардероб	29	4	Пересувний фургон 5 2,9 А = 14,5 м^2 1 шт.	100% загального спискового складу робітників
Умивальні	$\frac{16}{35} = 0,46$	0,05		100% робітників у найбільш

					численній зміні	
Приміщення для їжі	8	$16 \cdot 0,5 =$	1	8	Пересувний фургон 5 2,9 А = 14,5 м2 1 шт.	45% працюючих у найбільш численній зміні
Душева		$\frac{16 \cdot 0,9}{15}$ $= 0,96$	3	3	Пересувний фургон 4 2,9 А = 11,2 м2 1 шт.	90% робітників у найбільш численній зміні
Туалет вигрібний		$\frac{20}{20} = 1$	2	2	Контейнер 1,5 1,65 А = 2,5 м2	100% працюючих у найбільш численній зміні

4.15 Будівельний генеральний план об'єкта

Будівельний генеральний план є ключовим документом, що розробляється для ефективної організації будівельного майданчика протягом усього періоду виконання будівельних робіт. У рамках цього плану визначаються місце розташування тимчасових доріг, складів, побутових приміщень, монтажних механізмів, зон підвищеної небезпеки, об'єктів складування матеріалів, а також тимчасових комунікацій, включаючи системи водо- та електропостачання і освітлення.

Основою для розробки будівельного генерального плану є технічна документація, зокрема проєктна документація, проєкт організації будівництва, робочі креслення, умови забезпечення будматеріалами та конструкціями. До цих вихідних документів додаються також дані щодо будівельної техніки, транспортних засобів та кількісні потреби у працівниках ключових професій будівельної індустрії.

На будівельному генеральному плані відображають межі території майданчика, огорожу, місця розташування тимчасових і постійних доріг, позиції кранів та іншого обладнання разом із зонами його дії. Крім того, позначаються склади для матеріалів і конструкцій, тимчасові побутові споруди, джерела ресурсного забезпечення (електро- та водопостачання), зони підвищеної небезпеки, пішохідні проходи для працівників і під'їзди для автотранспорту та пожежної техніки.

Запропоновані в будгенплані рішення мають інтегруватися з обраною технологією виконання робіт, календарним графіком будівництва та стандартами охорони праці. Розташування тимчасових споруд і техніки має забезпечувати безпечне функціонування кранів, зручність під час складування матеріалів і елементів конструкцій, а також вільний рух транспортних засобів по території будівельного майданчика.

Важливу роль в організації підвозу матеріалів і конструкцій на майданчик виконує автомобільний транспорт. Для забезпечення логістики тимчасові дороги мають бути спроектовані таким чином, щоб забезпечити доступ до ділянок розвантаження, складів, побутових приміщень, монтажного обладнання і пожежних проїздів. За наявності такої можливості потоки транспорту бажано організовувати за кільцевою схемою, уникаючи тупикових маршрутів.

Ширина головних тимчасових доріг повинна становити 6 метрів, що дозволяє здійснювати двосторонній рух транспортних засобів. Для другорядних доріг достатньою є ширина щонайменше 3,5 метри, передбачена для одностороннього руху. У місцях розвороту транспортних засобів необхідно облаштовувати

спеціальні площадки з радіусом маневрування, відповідним до габаритів найбільшої транспортної одиниці.

4.16 Забезпечення будівництва водою, електроенергією та тимчасовими мережами

Загальна потреба будівництва у воді визначається як сума витрат на виробничі, господарсько-побутові та протипожежні потреби. Вода на виробничі потреби використовується для догляду за бетоном, малярних робіт, приготування розчинів, очищення інструменту та інших технологічних процесів.

Загальна витрата води визначається за формулою:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{пож}},$$

де $Q_{\text{вир}}$ – витрата води на виробничі потреби; $Q_{\text{госп}}$ – витрата води на господарсько-побутові потреби; $Q_{\text{пож}}$ – витрата води на пожежогасіння.

Для будівництва даного об'єкта приймається:

$$Q_{\text{тр}} = 0,26 + 0,16 + 15 = 15,42 \text{ л/с.}$$

За отриманою витратою приймається тимчасовий водопровід із умовним проходом 65 мм та зовнішнім діаметром 75,5 мм.

Електропостачання будівельного майданчика передбачається для роботи будівельних машин, електроінструменту, освітлення робочих місць, побутових приміщень і тимчасових споруд. Загальна потреба в електроенергії визначається за сумарною потужністю електродвигунів, зварювальних трансформаторів, освітлювальних установок та інших споживачів з урахуванням коефіцієнтів попиту і втрат у мережі.

Для забезпечення будівельного майданчика електроенергією приймається трансформатор марки ТМ-100/10 максимальною потужністю 100 кВт.

Тимчасове теплопостачання передбачається для опалення побутових приміщень і забезпечення окремих технологічних процесів у зимовий період. Стиснене повітря та газу для будівельних робіт подаються від пересувних

інвентарних установок або доставляються на майданчик у балонах відповідно до вимог безпеки.

4.17 Охорона праці при виконанні будівельних робіт

Охорона праці на будівельному майданчику має забезпечувати безпечні умови для виконання земляних, бетонних, монтажних, покрівельних і оздоблювальних робіт. Перед початком робіт усі працівники проходять інструктажі з охорони праці, пожежної безпеки та правил роботи з обладнанням. Вони повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, такими як каски, спеціальний одяг, рукавиці, захисне взуття, а при роботах на висоті – страхувальними прив'язями.

Будівельний майданчик має бути огороженим, обладнаним попереджувальними знаками, схемами руху транспорту і проходу людей, місцями для складування матеріалів та позначенням небезпечних зон. У нічний час необхідно забезпечити належне освітлення проходів, проїздів, зон виконання робіт і роботи кранів.

Під час земляних робіт слід звертати особливу увагу на стійкість укосів котлованів і траншей, безпечний спуск працівників та дотримання заходів безпеки в зоні підземних комунікацій. Робота екскаватора та завантаження ґрунту в транспортні засоби мають виконуватися таким чином, щоб у зоні дії ковша або між машинами не перебували люди.

У ході монтажних робіт перебування людей під вантажами, що переміщуються, суворо забороняється. Стропування елементів повинно виконуватися виключно справними й перевіреними пристроями: стропами, траверсами чи іншими елементами для підняття вантажів. Перед підйманням вантаж слід підняти на 20-30 см для перевірки надійності кріплення, після чого продовжити його переміщення до місця монтажу.

Роботи на висоті дозволяється проводити лише із застосуванням риштувань, помостів, драбин або інших дозволених і перевірених засобів підмашування, які оснащені огороженнями. Якщо робочі місця розташовані на висоті понад 1,3 метра, їх необхідно обладнати захисними огороженнями або застосовувати страхувальні засоби.

Безпека при роботі з електрообладнанням забезпечується через належний технічний стан електромереж, використання заземлення, справність інструментів і заборону роботи з пошкодженими кабелями. Працівники повинні бути проінструктовані щодо правил електробезпеки та порядку надання першої допомоги у разі ураження струмом.

Пожежна безпека досягається шляхом облаштування місць первинними засобами пожежогасіння, утримання вільних проїздів для пожежної техніки, правильного зберігання горючих матеріалів та заборони використання відкритого вогню в небезпечних зонах. Перед проведенням зварювальних або інших вогневих робіт потрібно очистити територію від горючих матеріалів і забезпечити наявність вогнегасників.

Дотримання вимог охорони праці, належна організація робочих місць, своєчасна перевірка робочого обладнання, коректне складування матеріалів і контроль за виконанням технологічних процесів є невід'ємними умовами безпечного будівництва виробничої будівлі для обробки насіння.

5 КОШТОРИСНА ЧАСТИНА

5.1 Загальні положення та вихідні дані

Даний розділ дипломного проєкту присвячений визначенню вартості будівництва ТЦ у м. Бровари. Вартість матеріалів та обладнання прийнята за ринковими показниками станом на 2025 рік.

Каркасна будівля ТЦ запроектована з огорожувальними стіновими та покрівельними конструкціями із тришарових сендвіч-панелей. Це дозволяє скоротити терміни монтажу та знизити загальні капіталовкладення.

ТЦ із системою віброзахисту розташований у зоні впливів залізниці, тому додатково необхідно враховувати витрати на вартість, доставку із м. Дніпра (місце виготовлення гумових ізоляторів на основі натурального каучуку) та монтаж вібоізоляторів.

5.2 Кошторисний розрахунок витрат на проєкт

Розрахунок витрат на будівництво ТЦ виконано з метою визначення вартості із системою віброзахисту. У розрахунку враховано основні види будівельно-монтажних робіт, вартість огорожувальних конструкцій, дверних та віконних блоків, елементів водовідведення, а також витрати на доставку, монтажні роботи.

Таблиця 5.1 - Кошторисний розрахунок витрат на реалізацію проєкту

№ п/п	Стаття витрат	Од. вим.	Кільк ість	Ціна за од., грн	Загальна сума, грн
1	Загальнобудівельні роботи				
1.1	Влаштування залізобетонних стрічкових та стовбчастих фундаментів	м³	110	4 750	522 500

1.2	Металевий каркас приміщення (ввід водопроводу)	т	1,1	82 000	90 200
1.3	Монтаж стінових сендвіч-панелей (100 мм)	м²	450	1 450	652 500
1.4	Монтаж покрівельних сендвіч-панелей (120 мм)	м²	320	1 700	544 000
1.5	Ворота промислові Ноermann SPU F42	шт	1	98 000	98 000
1.6	Металопластикові вікна (згідно специфікації)	шт	11	9 500	104 500
2	Технологічне обладнання та системи				
2.1	Віброізолятори гумові	шт	73	20000	1460000
2.2	Система зовнішнього водостоку (жолоби/труби)	м.п.	89,6	650	58 240
2.3	Снігозатримувальні конструкції покрівлі	м.п.	51,8	480	24 864
3	Логістика та монтажний сервіс				
3.1	Транспортування віброізоляторів обладнання та конструкцій	рейс	3	55 000	165 000
3.2	Оренда вантажопідйомної техніки (крани)	зміна	12	14 000	168 000
3.3	Пусконаладжувальні роботи	посл.	1	115 000	115 000
РАЗОМ					8 442 504
ПДВ (20%)					1 688 500
ВСЬОГО ДО ОПЛАТИ					10131005

Для забезпечення безперебійного виконання будівельних робіт і монтажу обладнання розроблено оптимальну логістичну схему постачання матеріалів та технічних засобів. Віброізолятори виготовляються та транспортуються до начала влаштування фундаментів ТЦ.

Поставку сендвіч-панелей і металоконструкцій покриття заплановано з найближчих виробничих підприємств, використовуючи автомобільний транспорт.

У розрахунковій документації враховані витрати на страхування дороговартісного обладнання під час транспортування та складські витрати, пов'язані з тимчасовим зберіганням елементів конструкцій безпосередньо на будівельному майданчику за адресою: м. Бровари Київської обл.

Для забезпечення максимально об'єктивної оцінки інвестиційних витрат загальний обсяг робіт був розподілений на локалізовані кошторисні розрахунки, що дозволило деталізувати витрати за окремими групами. У тому числі були охоплені земляні роботи, специфічні витрати на міжобласну логістику віброізоляторів і технологічного обладнання, а також інші супутні статті витрат. Особливу увагу було приділено специфікаціям оформлення віконних та дверних прорізів, врахуванню конструктивних елементів зовнішнього водостоку та системи снігозатримання.

Основою розрахункової документації стали наступні вихідні дані:

Проектна потужність: передбачає встановлення ключових одиниць виробничого оснащення – стелажів, холодильників, для яких необхідне облаштування додаткових фундаментів та забезпечення спеціальних умов монтажу відповідно до проектних позначок розташування обладнання.

Матеріальні ресурси: заплановано використання енергоефективних сендвіч-панелей, які відповідають сучасним європейським стандартам якості.

5.3 Кошторисні розрахунки та зведений підсумок

Нижче наведено деталізовані кошториси за основними напрямками реалізації проекту.

Таблиця 5.2- Кошторисний розрахунок на загально будівельні роботи

№ п/п	Найменування робіт та витрат	Од. вим.	Кількість	Ціна за од., грн	Сума, грн
1	Розробка ґрунту під фундаментні плити (механізована)	м³	145	180	26 100

2	Облаштування піщано-щебеневої підготовки	м³	35	850	29 750
3	Влаштування залізобетонних фундаментів під обладнання	м³	110	4 800	528 000
4	Монтаж анкерних пластин для кріплення дверних блоків	шт	60	450	27 000
5	Монтаж сталевих колон та балок (основний каркас)	т	12,5	72 000	900 000
6	Монтаж металевого каркаса приміщення вводу (1.1 т)	т	1,1	85 000	93 500
7	Зварювальні роботи та антикорозійний захист	компл.	1	45 000	45 000
РАЗОМ					1 649 350

Аналіз витрат за першим кошторисом показує, що основна частина фінансування спрямована на влаштування фундаментних плит. Це зумовлено значними статичними та динамічними навантаженнями. Використання анкерних кріплень та закладання металевих пластин вже на етапі бетонних робіт дозволяє в подальшому провести швидкий монтаж основних елементів каркаса та опорних стійок.

Таблиця 5.3 Кошторисний розрахунок на огорожувальні конструкції

№ п/п	Найменування робіт та витрат	Од. вим.	Кількість	Ціна за од., грн	Сума, грн
1	Стінові сендвіч-панелі	м²	450	1 450	652 500
2	Покрівельні сендвіч-панелі	м²	320	1 700	544 000
3	Монтаж фасонних елементів (кути, нащільники, відливи)	м.п.	124	280	34 720
4	Ворота Ноermann SPU F42 (4.0 x 4.0 м) з ручним приводом	шт	1	98 000	98 000
5	Двері металеві утеплені (згідно відомості прорізів)	шт	4	12 500	50 000

6	Вікна металопластикові однокамерні (білі)	шт	11	9 500	104 500
7	Ущільнення стиків піною та герметиком (згідно вузлів)	компл.	1	18 000	18 000
8	Монтаж системи зовнішнього водостоку (жолоби, труби)	м.п.	89,6	650	58 240
9	Встановлення системи снігозатримання	м.п.	51,8	480	24 864
РАЗОМ					1 584 824

РАЗОМ	6 807 200
-------	-----------

Таблиця 5.4 Кошторисний розрахунок на транспортні витрати

№ п/п	Стаття логістичних витрат	Од. вим.	Кількість	Ціна за од., грн	Сума, грн
1	Фрахт обладнання (міжнародне перевезення)	рейс	2	85 000	170 000
2	Доставка панелей та каркаса (в межах України)	рейс	4	18 000	72 000
3	Послуги митного оформлення та брокера	послуга	1	25 000	25 000
4	Робота автокрана (вантажопідйомність 25т)	зміна	12	14 000	168 000
5	Оренда складських площ під зберігання панелей	міс	1	15 000	15 000
РАЗОМ					450 000

6 НАУКОВА ЧАСТИНА «ДИНАМІЧНІ ОБСТЕЖЕННЯ ҐРУНТУ ПРИ ПРОЇЗДІ ПОТЯГІВ ЗАЛІЗНИЦІ»

6.1 Загальні положення

Метою проведення вібродинамічного обстеження є визначення фактичних рівнів зареєстрованих віброприскорень ґрунту на майданчику будівництва ТК, переважаючих періодів та частот динамічного впливу при русі залізничних потягів.

Задачами вібродинамічних обстежень є:

- вимірювання коливань ґрунту за трьома ортогональними напрямками;
- обробка отриманих даних вимірювань і побудова спектрів віброприскорень ґрунту;
- визначення переважаючих частот коливань та амплітуд віброприскорень ґрунту.

6.2 Методика обстежень

Для реєстрації динамічної реакції ґрунту при вібраційних впливах розроблено відповідну методику вібродинамічних обстежень, що передбачає вимірювання віброприскорень в двох горизонтальних (вздовж осей X і Y) та вертикальному (Z) напрямках відповідно до ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 «ССБТ. Вибрационная безопасность» [9].

Методика вібродинамічних обстежень передбачає послідовність виконання наступних етапів робіт:

- вибір та підготовка віброметричної апаратури для проведення вібродинамічних обстежень;
- підготовка програмного забезпечення для здійснення записів та обробки сигналів;

- розроблення схем розміщення вібродатчиків для визначення параметрів коливань ґрунту;
- проведення записів коливань відповідно до розроблених схем при впливі мікросейсмічних коливань та при русі автотранспорту та залізничних потягів;
- проведення обробки вібросигналів та їх аналіз на основі спектрального методу, побудова графіків віброприскорень в реальному часі та відповідних амплітудних спектрів по кожному із напрямків X, Y та Z;
- визначення рівнів вібродинамічного впливу на ґрунт, прогнозованих рівнів вібрацій будівельних конструкцій ТК та на робочих місцях персоналу і відвідувачів після завершення будівництва та подальшої експлуатації ТК;
- порівняння зареєстрованих рівнів вібродинамічного впливу із допустимими значеннями;
- розроблення рекомендацій щодо віброзахисту конструкцій ТК з метою безпечної експлуатації конструкцій будівлі та забезпечення комфортних умов для персоналу та відвідувачів в умовах підвищених рівнів вібрацій при русі потягів залізниці.

6.3 Обладнання для проведення вібродинамічних обстежень

Реєстрація вібросигналів виконується з використанням комплексу автономної багатоканальної системи моніторингу будівельних конструкцій «Сейсмомоніторинг» [48], до складу якої входять:

- модулі вимірювання низькочастотних вібросигналів МВНВ з однокомпонентними датчиками прискорень марки 731А;
- ноутбук з програмним забезпеченням «Сейсмомоніторинг» для реєстрації та обробки вібросигналів.

Модуль вимірювання низькочастотної вібрації МВНВ (частотний діапазон від 0,3 Гц до 1000,0 Гц) розроблений в НТУ «КПІ» (м. Київ). Датчики вібрації – акселерометри марки 731А розроблені фірмою «Wilcoxon research» (США).

Загальний вигляд апаратури, використаної при вібродинамічних обстеженнях, наведено на рисунку 6.1.

Використана віброметрична апаратура відкалібрована в «Укрметртестстандарт» (м. Київ). Копії свідоцтв наведені в Додатку А до цього висновку.

Вібродинамічні обстеження ґрунту на майданчику ТК проводились в денний час. Джерелами вібраційного впливу є:

- мікросейсмічні впливи (вітер, рух автотранспорту по вул. С. Бандери, віброактивне обладнання, яке працює на прилеглих майданчиках тощо);
- динамічний вплив від руху залізничного транспорту, який здійснюється на ділянці залізниці.

Вимірювальним параметром при вібродинамічних обстеженнях є віброприскорення.

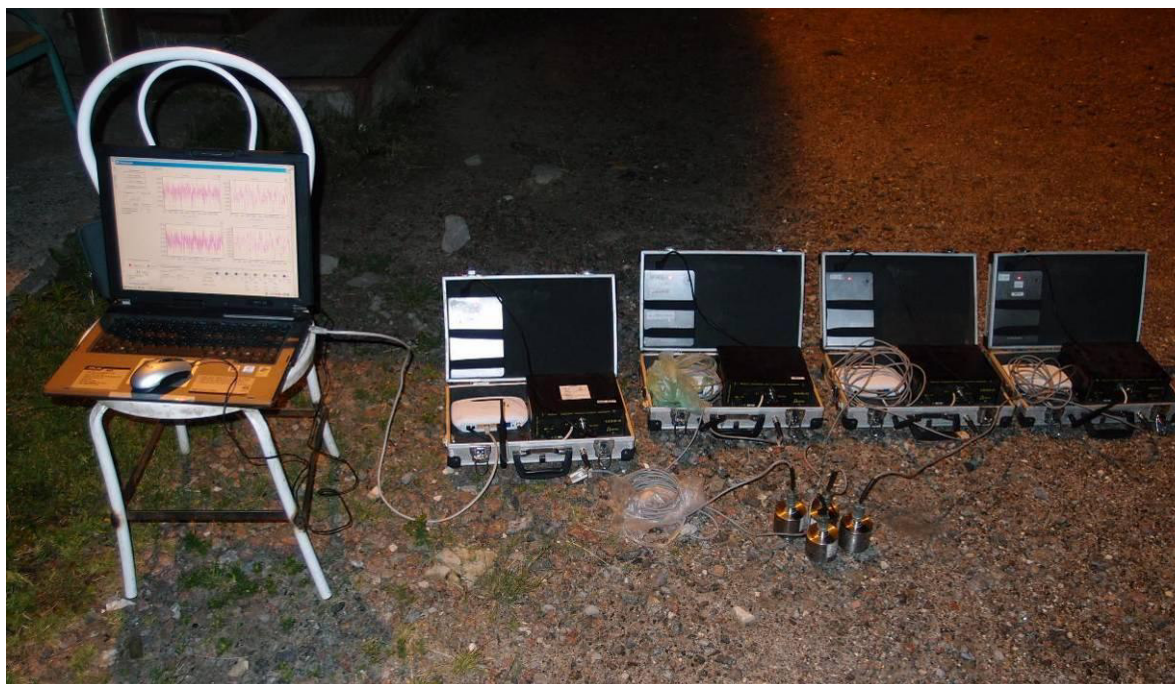


Рис. 6.1 - Загальний вигляд вібровимірювальної апаратури, для проведення вібродинамічних обстежень

6.4 Програмне забезпечення

Запис вібраційних сигналів здійснювався за допомогою програмного забезпечення «Сейсмомоніторинг», розробленого в НТУ «КПІ». Програма дозволяє записувати вібраційні сигнали з дискретизацією в часі 0.0001 с на протязі довільного часового інтервалу. Зважаючи на умови проведення обстежень запис вібросигналів здійснювався на протязі 2 хвилин.

В програмі для побудови амплітудних спектрів вібросигналів реалізовано швидке перетворення Фур'є. Програмне забезпечення дозволяє здійснювати інтегрування в часі вібраційного сигналу. Це дозволяє проводити їх аналіз за наступними показниками:

- рівень віброприскорень,
- переважаючі частоти (періоди) коливань.

Програма забезпечує необхідну візуалізацію результатів запису та обробку вібросигналів на екрані монітора ноутбука, оцифрування вібросигналів та перетворенням їх в формати, доступні для обробки і використання аналогічними програмами інших розробників при виконанні аналізу вібраційних сигналів.

6.5 Схеми розміщення вібродатчиків

В рамках розробленої методики реалізовані наступні схеми розміщення датчиків (рис. 6.2 та 6.3):

Схема 1 - призначена для вимірювання віброприскорень ґрунту на середині ділянці розміщення будівлі ТК, що проектується, при русі потягів залізниці та автотранспорту. Датчики (акселерометри) вертикальних та горизонтальних коливань встановлювались на відстані 24,5 м до найближчої колії.

Схема 2 - призначена для вимірювання віброприскорень ґрунту на краю ділянці розміщення будівлі ТК (зі сторони вокзалу «Бровари»). Датчики встановлювались на відстані 25,0 м до найближчої колії.

6.6 Проведення записів коливань та обробки вібросигналів

Відповідно до положень ДСТУ ГОСТ12.1.012-2008 запис вібросигналів проводитиметься за двома горизонтальними (X, Y) та вертикальним (Z) напрямками.

Під час проведення записів на всіх етапах проведення вібродинамічних досліджень фіксуються наступні дані:

- місце обстеження;
- місце розміщення вібродатчиків і їх напрямок при записі вібросигналів;
- час запису кожного вібросигналу;
- джерела вібраційного впливу;
- особливості проведення записів, якщо вони мають місце.

Обробка вібросигналів здійснюється засобами програми «Сейсмомоніторинг» на основі одержаних записів вібросигналів.



Рис. 6.2 – Розміщення датчика вібрації відповідно до схеми 1

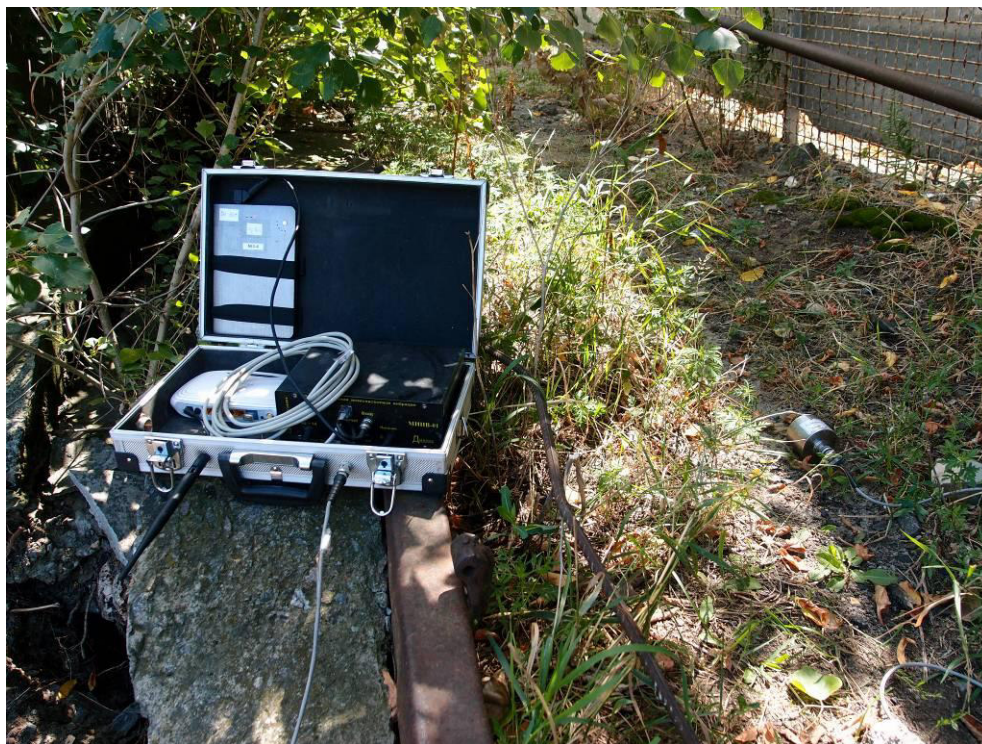


Рис. 6.3 – Розміщення датчика вібрації відповідно до схеми 2

6.7 Результати вібродинамічних досліджень

Результатом проведених вібродинамічних досліджень є записи часових сигналів горизонтальних та вертикальних віброприскорень за напрямками X, Y та Z та їх амплітудні спектри.

Обробка вібросигналів, отриманих при вібродинамічних дослідженнях, проведена з використанням програми «Сейсмомоніторинг» [48]. Програма забезпечує необхідну візуалізацію результатів запису та обробку вібросигналів, оцифрування вібросигналів та перетворенням їх в формати, доступні для подальшої обробки і використання аналогічними програмами інших розробників при виконанні аналізу вібраційних сигналів.

В таблиці 6.1 наведені зареєстровані значення амплітуд віброприскорень ґрунту, а також діапазони переважаючих частот в спектрах.

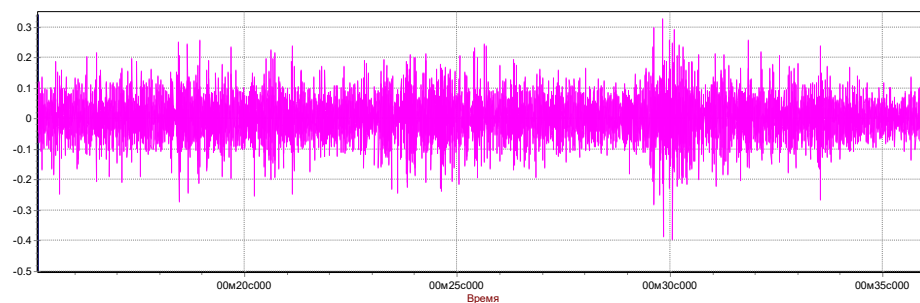
На рис. 6.4 - 6.7 наведені часові сигнали горизонтальних (вздовж осей X і Y) та вертикальних (вздовж осі Z) віброприскорень, а також вузькосмугові спектри віброприскорень ґрунту, отримані в різних точках вимірювання.

Таблиця 6.1– Параметри коливань ґрунту (напрямок Z – вертикальна вісь; X - перпендикулярно колії залізниці, Y – паралельно колії)

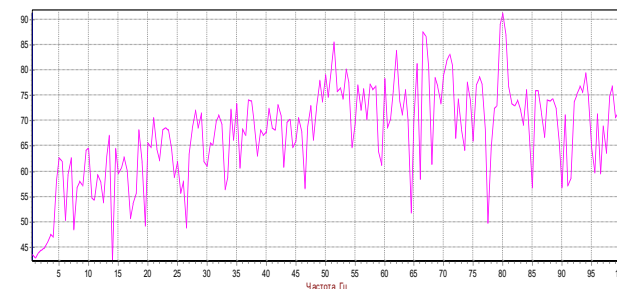
№ п/п	Дата вимірювань	Схе ма розміщен ня датчиків	Точк а встановлен ня датчиків	Напрям ок вимірювання	Зареєстровані значення		Характеристи ка впливу
					Максимальні віброприскорен ня, м/с ²	Переважаючі частоти коливань, Гц	
1	27.10.19	1	1	Z	0,005	3-35	Мікросейсмічний фон
			2	Z	0,008	3-25	
1		1	Z	0,008	4-25; 31-33		
		2	Z	0,012	5-20		
1		1	Y	0,005	3-25		
		2	Y	0,003	4-22		
1		1	X	0,003	3-40		
		2	X	0,005	5-30		
5		2	1	Z	0,007	2-31; 50-60; 75-87	

№ п/п	Дата вимірювань	Схе ма розміщен ня датчиків	Точк а встановлен ня датчиків	Напря м ок вимірювання	Зареєстровані значення		Характеристи ка впливу
					Максимальні віброприскорен ня, м/с ²	Переважні частоти коливаний, Гц	
			2	Z	0,006	5-22	
6		2	1	Y	0,008	8-42; 65-77	
			2	Y	0,002	2-38	
7		2	1	X	0,009	5-37	
			2	X	0,005	4-25; 65-77	
8	27.10. 19	1	1	Z	0,042	4-32	Рух автотранспорту
			2	X	0,048	5-65	
9		1	1	Z	0,065	7-66	Рух автотранспорту
			2	Y	0,017	5-46	
10		1	1	Z	0,45	4-80	рух вантажного поїзду
			2	X	0,23	4-90	

№ п/п	Дата вимірювань	Схе ма розміщен ня датчиків	Точк а встановлен ня датчиків	Напря м ок вимірювання	Зареєстровані значення		Характеристи ка впливу
					Максимальні віброприскорен ня, м/с ²	Переважна частота коливаний, Гц	
							(маса 4500 т, швидкість 50 км/год)
1		1	1	Z	0,21	5-70	рух
			2	X	0,12	5-60	вантажного поїзду (маса 5400 т, швидкість 15-20 км/год)
2		1	1	Z	0,055	5-72	рух
			2	X	0,018	5-56	електропоїзду у напрямку на Київ

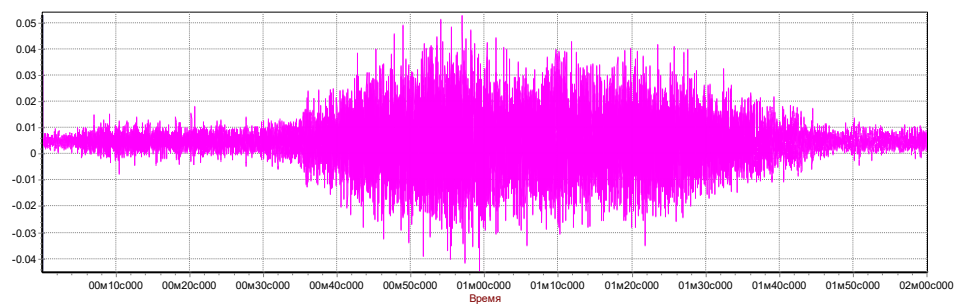


а)

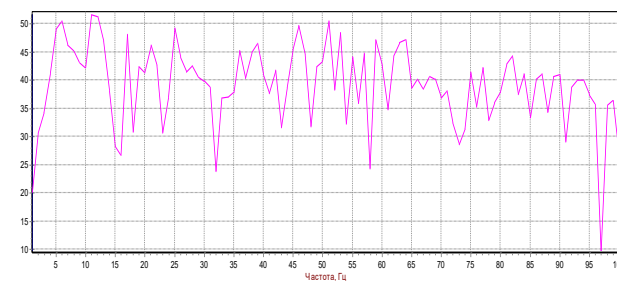


б)

Рис. 6.4 – Сигнал (а) та вузькосмуговий спектр (б) вертикальних віброприскорень ґрунту на відстані 25 м від ближньої залізничної колії при русі вантажного потягу (маса потягу 4500 т, швидкість руху 50 км/год)

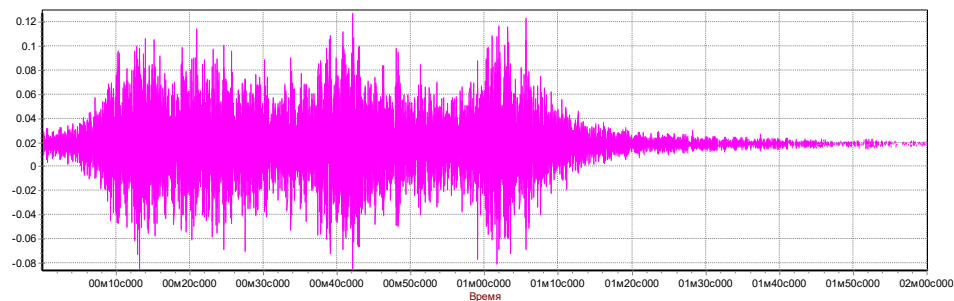


а)

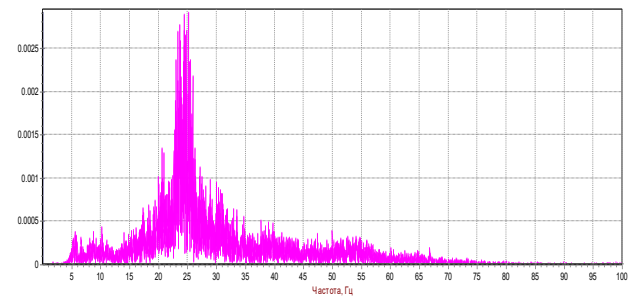


б)

Рис. 6.5 – Сигнал (а) та вузькосмуговий спектр (б) вертикальних віброприскорень ґрунту на майданчику будівництва ТЦ при русі автотранспорту

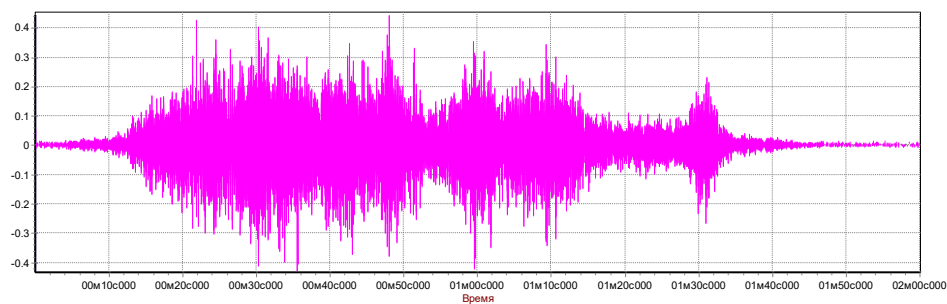


а)

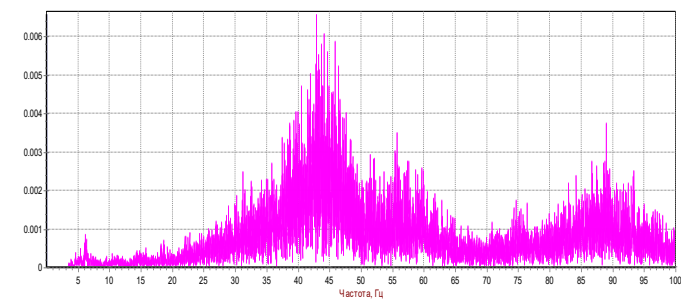


б)

Рис. 6.6 – Сигнал (а) та амплітудний спектр (б) горизонтальних (вздовж осі X) віброприскорень ґрунту на відстані 25 м від залізничної колії при русі вантажного потягу (маса 5400 т, швидкість 15-20 км/год)

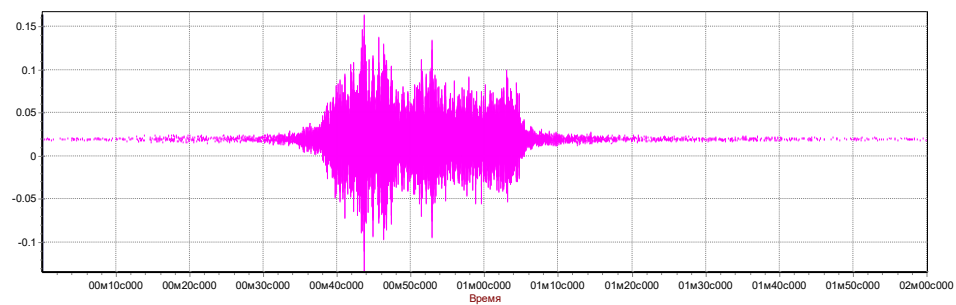


а)

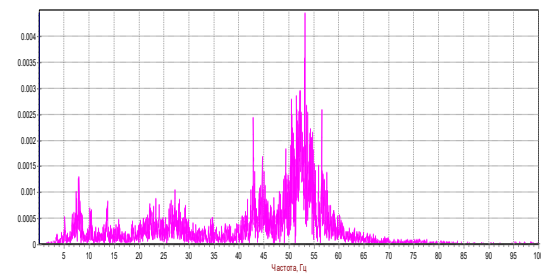


б)

Рис. 6.7 – Сигнал (а) та вузькосмуговий спектр (б) горизонтальних (перпендикулярно колії, вісь X) віброприскорень ґрунту на відстані 25 м від ближньої залізничної колії при русі вантажного потягу (маса потягу 4500 т, швидкість 50 км/год)



а)



б)

Рис. 6.8 – Сигнал (а) та амплітудний спектр (б) горизонтальних (паралельно колії, вісь Y) віброприскорень ґрунту на відстані 25 м від ближньої залізничної колії при русі вантажного потягу (маса потягу 5400 т, швидкість 15-20 км/год)

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

За результатами виконаних вібродинамічних обстежень ґрунту на майданчику будівництва торговельного центру за адресою: м. Бровари Київської області, вул. Степана Бандери, 16 при русі залізничного та автомобільного транспорту та розрахунків несучих конструкцій можна зробити наступні висновки:

1. Розроблено конструктивне рішення будівлі ТЦ із системою віброзахисту з врахуванням аналізу результатів інженерно-геологічних досліджень на майданчику будівництва та фактичних рівнів вібрації ґрунту при впливах потягів залізниці.

2. Проведені вібродинамічні обстеження ґрунту майданчика будівництва на відстанях 24-25 м від ближньої залізничної колії при мікросейсмічних (фонових) впливах та при русі залізничного і автомобільного транспорту біля вокзалу «Бровари».

3. За результатами вібродинамічних обстежень визначені параметри вимушених коливань для:

- ґрунту на середині майданчика будівництва на відстанях 24,0 - 24,5 м від залізничних колій, тобто на найближчому розміщенні проєктованих фундаментів ТЦ до колій;

- ґрунту на торці майданчика будівництва (ближній до вокзалу «Бровари») на відстані 25 м від залізничних колій.

4. Залізничний транспорт, який рухається в безпосередній близькості до майданчика, чинить складний вимушений вплив на ґрунтову основу та будівельні конструкції, який складається з низько - та високочастотних складових в діапазоні від 2,0 до 90,0 Гц. При русі вантажних потягів переважаючі частоти коливань ґрунту знаходяться в діапазоні 20-80 Гц. Власні частоти вертикальних коливань перекриттів та покриття проєктуємої

будівлі ТЦ знаходяться у діапазоні 20-50 Гц, тому можливі резонансні коливання та підвищення рівнів коливань перекриттів (95 дБ, рис. 6.6-6.8) вище допустимих значень відповідно до [47] для загальної технологічної вібрації (категорія 3, тип "в", комфорт).

5. Зареєстровані максимальні віброприскорення ґрунту на відстані 24,0 -25,0 м від залізничних колій при русі вантажних потягів зі швидкістю 50 км/год складають 45 см/с^2 , що перевищує граничне значення 15 см/с^2 [43,44] у 3 рази. При можливих швидкостях потягів до 80 км/год (за даними залізниці) максимальні віброприскорення ґрунту будуть складати до 80-90 см/с^2 (перевищення граничних значень буде у 5-6 разів). Зареєстровані динамічні навантаження від потягів залізниці будуть причиною додаткових незагасаючих багаторічних осідань фундаментів будівлі ТЦ. Для зниження вібраційних навантажень від потягів залізниці на конструкції ТЦ розроблено систему віброзахисту, що забезпечує безпечну експлуатацію будівлі ТЦ. Запропонована система віброзахисту дозволяє зменшити резонансні коливання конструкцій перекриття та покриття в 4-8 разів.

6. Максимальні значення рівня вібрації ґрунту в горизонтальному (вздовж осей X і Y) та вертикальних напрямках на відстанях 25,0 м від залізничних колій при русі вантажного потягу зі швидкістю 50 км/год сягають 93 дБ в октаві «63 Гц» (мал. 3.3), що перевищує допустимі значення 88 дБ на 5 дБ (в 1,8 рази), встановлені відповідно до [47] для загальної технологічної вібрації (категорія 3, тип "в", комфорт), яка передається на робочі місця виробничих приміщень та на відвідувачів ТЦ. Слід зазначити, що результати досліджень [49, 50] свідчать про те, що амплітуди вертикальних і горизонтальних віброприскорень ґрунту на відстані 16 м від колій при зустрічному русі потягів у 1,4 – 1,5 рази перевищують аналогічні значення, зафіксовані при русі одного потягу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зінчук М. С., Чорнолоз В. С. Залізобетонне перекриття: методичні вказівки. Рівне : НУВГП, 2019. 41 с.
2. Технологія будівельного виробництва : підручник / В. К. Черненко та ін. ; за ред. В. К. Черненка. Київ : Вища школа, 2002.
3. Воцехівський О. В., Журавський О. Д., Байда Д. М. Розрахунок залізобетонних конструкцій з використанням спрощених діаграм деформування за ДСТУ Б В.2.6-156:2010 : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2017.
4. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016.
5. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. [Чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
7. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України, 2006.
8. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2007.
9. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018.
10. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017.

11. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. [Чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014.
12. ДСТУ Б В.1.1-28:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів. Шкала сейсмічної інтенсивності. [Чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
13. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018.
14. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
15. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
16. ДСТУ Б В.2.6-154:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції. Монолітні залізобетонні конструкції будинків та споруд. Правила проектування. [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
17. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022.
18. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018.
19. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015.
20. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. [Чинний від 2013-03-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.

21. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.
22. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.
23. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019.
24. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки адміністративного та побутового призначення. [Чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
25. ДСТУ 2272:2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2007-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007.
26. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2000-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1999.
27. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008. ССБТ. Вібраційна безпека. Загальні вимоги. [Чинний від 2008-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008.
28. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Київ, 2000.
29. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проєктування. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України, 2006.
30. Порядок виконання підготовчих та будівельних робіт : постанова Кабінету Міністрів України від 13.04.2011 № 466.

31. Порядок проведення огляду, випробування та експертного обстеження машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки : постанова Кабінету Міністрів України від 26.05.2004 № 687.

32. Програмний комплекс ЛІРА-САПР : керівництво користувача, навчальні приклади / за ред. А. С. Городецького. Електронне видання, 2017. 535 с.

33. Bakulin Ye.A. Calculation methods of retaining walls / Ye.A. Bakulin, V.M. Bakulina, N.O. Kostyra // Machinery & Energetics. – 2017. – Vol. 262. – P. 72–87.

34. Бакулін Є.А. Визначення вітрових навантажень висотних будівель в умовах щільної міської забудови / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК – 2016. – Вип. 254. – С. 329–337.

35. Trofymchuk O.M., Kaliukh, Iu.I., Berchun, Ya.O., Marienkov M.G., Khymenko B.O., Tytarenko V.A., Vapnichna V.V. (2025). Hybrid Numerical Method for the Evaluation of the Seismic Protection of Buildings Based on Digital Twins. Journal of Mathematical Sciences (United States) <https://doi.org/10.1007/s10958-025-07858-2>

36. Marienkov, M., Yakovenko, I., Bakulin, Y., Babik, K. (2025). Influence of Vibrations Analysis of the Agricultural Seed Conditioning Industrial Building Complex. In: Zabulonov, Y., Peer, I., Zheleznyak, M. (eds) Liquid Radioactive Waste Treatment: Ukrainian Context. LWRT 2023. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 712. Springer, Cham., pp. 172–185. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95663-8_18

37. ДСН. Державні санітарні норми.

38. КАРПЕНКО Олег. ВІБРОЗАХИСТ ФУНДАМЕНТІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ ТОРГОВЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ВІД ДИНАМІЧНИХ

ВПЛИВІВ ЗАЛІЗНИЦІ– Тези доповіді на конференції НУБіП. Крамаровські читання - 2026.

39.ВСН 490-87. Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки. - Минмонтажспецстрой. М.-1988.

40.Нормирование вибрации сооружений в СССР и за рубежом/ под ред. Цейтлина А.И. Строительство и архитектура. Серия «Инженерно-теоретические основы строительства»// Обзор. – М., ВНИИНТПИ. – 1990. – 60 с.

41.PN-B-02170:2016-12 Assessment of harmful effects of ground-transferred vibrations on buildings (Оцінка шкідливого впливу вібрації ґрунту на будівлі).

42.Савинов О.А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет. - Л.: Стройиздат, 1979.

43.Кудрявцев И.А. Влияние вибрации на основания сооружений. - Гомель: БелГУТ, 1999.

44.DIN 4150-3 Vibrations in buildings - Part 3: Effects on structures (Вібрації в будівництві. Частина 3: Вплив на будівлі). - German Institute for Standardisation (Deutsches Institut für Normung)

45.ДБН В.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 179 с.

46.ДСТУ ГОСТ12.1.012-2008. ССБТ. Вибрационная безопасность.

47.«Сейсмомониторинг». Руководство пользователя. - К.: «Диатос», НТУ «КПИ», 2009.

48.Заклучение по результатам динамических обследований ґрунта и строительных конструкций I-й и II-й части административного здания, фундамента III-й части административного здания, административно-

бытового здания, склада, крытой автостоянки на 5 автомобилей на объекте «Книжный рынок по ул. Вербовой, 21». - К.: НИИСК, 2002. – 35 с.; 2019 – 74 с.

49.ЗНТ 220.1904.12-301 Звіт про науково-технічну роботу «Провести вібродинамічні обстеження ґрунту та конструкцій тунелю метрополітену станції «Видубичі» на майданчику будівництва залізнично-автомобільного мостового переходу через р. Дніпро у м. Києві при русі підземного та наземного транспорту». – К.: ДП НДІБК, 2012. – 35 с.

50.ВНТ-220.3290.13-301 Висновок про науково-технічну роботу «Динамічні обстеження ґрунту та прилеглої будівлі, розміщеної за адресою: пров. Червоноармійський, буд. 3 при впливах потягів метрополітену та залізниці» – К.: ДП НДІБК, 2014. – 72 с.

51.СНиП 2.02.05-87. Фундаменты машин с динамическими нагрузками, 1989.