

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра Архітектури та інженерних вишукувань

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Архітектури та інженерних
вишукувань
_____ Бородай Д. С.

«__» _____ 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: «Підсилення фундаментів при реконструкції торговельно-розважального центру в м. Запоріжжя»

Виконав (ла)

(підпис)

В. О. Колодяжний

(Прізвище, ініціали)

Група

Буд 2301-1м

(Науковий)
керівник

(підпис)

Д. С. Бородай

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: **Архітектури та інженерних вишукувань**
Спеціальність: **192 "Будівництво та цивільна інженерія"**

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Колодяжний Владислав Олександрович

Тема роботи: Підсилення фундаментів при реконструкції
торговельно-розважального центру в м.
Запоріжжя

Затверджено наказом по університету № 3455/ос від " 07 " 10 2024р.
Строк здачі студентом закінченої роботи: " 1 " грудня 2024 р.

Вихідні дані до роботи:

Дані інженерно-геологічних вишукувань, типові проекти, завдання проектування _____

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Розділ 1. Загальна характеристика роботи, 1.1.Основні завдання реконструкції будівель, 1.2. Методи посилення основ, 1.3. Порівняльний аналіз методів підсилення фундаментів, Розділ 2. Опис архітектурно-

планувального рішення будівлі, 2.1. Ситуаційний план, 2.2. Об'ємно-планувальне рішення, 2.3. Архітектурно-конструктивне рішення, Список використаних джерел

5. Перелік графічного та або мультимедійного матеріалу (з вказівкою обов'язкових креслень)

20 слайдів мультимедійного матеріалу

Керівник :

(підпис)

Д. С. Бородай
(Прізвище, ініціали)

Консультант

(підпис)

Д. С. Бородай
(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач

(підпис)

В. О. Колодяжний
(Прізвище, ініціали)

Анотація

Колодяжний Владислав Олександрович «Підсилення фундаментів при реконструкції торговельно-розважального центру в м. Запоріжжя» – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.

Робота складається із змісту, загальної характеристики роботи та її кваліфікаційних ознак, огляду досліджень за обраною темою, розділів основної частини, висновків за результатами МКР (українською та англійською мовами).

Сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, методи наукового дослідження.

Соціально-економічні зміни в Україні сприяли зростанню кількості власників нерухомості та інвесторів, що активно беруть участь у будівництві та реконструкції. Водночас, 92% зусиль зосереджено на реконструкції та модернізації існуючих об'єктів, зокрема промислових і адміністративних будівель. Метою дослідження є визначення ефективних методів армування фундаментів для посилення стабільності адміністративних будівель під час реконструкції.

Важливим аспектом є аналіз методів реконструкції, технік армування та чинників, що впливають на вибір технологій. Розробка таких методів сприяє підвищенню безпеки будівель та їх адаптації до сучасних вимог. Теоретичну основу складає робота вітчизняних та міжнародних експертів, яка дозволяє вдосконалити практики реконструкції.

Новизна дослідження полягає в застосуванні методу кінцевих елементів для аналізу поведінки стрічкових фундаментів з банкетками на різних типах ґрунтів. Проведено чисельний аналіз напруг і деформацій, що дозволяє оцінити ефективність таких укріплень у проектуванні та реконструкції будівель.

Ключові слова: основа, фундамент, палі.

Список публікацій та/або виступів на конференціях студента:

1. *Бородай Д.С., Колодяжний В.О.* РОЗРОБКА МЕТОДІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ТА ОСНОВ: ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ЗАСАДИ // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції , 29 листопада 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.32

2. *Колодяжний В.О.* РОЗРОБКА МЕТОДІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ТА ОСНОВ: ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ЗАСАДИ / Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції студентів, 8-12 квітня 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.14

В додатках наведено тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

Структура роботи.

Робота складається з основного тексту на 53 сторінках, у тому числі 5 таблиць, 9 рисунків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 2 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 17 використаних джерел. Графічна частина складається з 20 слайдів мультимедійної презентації.

Abstracts

Kolodyazhny Vladyslav Oleksandrovych "Strengthening the foundations during the reconstruction of a shopping and entertainment center in the city of Zaporizhzhia" - Master's qualification work in the form of a manuscript.

Master's qualification work in specialty 192 "Construction and Civil Engineering". - Sumy National Agrarian University, Sumy, 2024.

The work consists of the content, general characteristics of the work and its qualification features, a review of research on the selected topic, sections of the main part, conclusions based on the results of the MCR (in Ukrainian and English).

The goal, objectives, object and subject of the study, and methods of scientific research are formulated.

Socio-economic changes in Ukraine have contributed to an increase in the number of real estate owners and investors who actively participate in construction and reconstruction. At the same time, 92% of efforts are focused on the reconstruction and modernization of existing facilities, in particular industrial and administrative buildings. The purpose of the study is to determine effective methods of reinforcing foundations to enhance the stability of administrative buildings during reconstruction.

An important aspect is the analysis of reconstruction methods, reinforcement techniques and factors affecting the choice of technologies. The development of such methods contributes to increasing the safety of buildings and their adaptation to modern requirements. The theoretical basis is the work of domestic and international experts, which allows improving reconstruction practices.

The novelty of the study lies in the application of the finite element method to analyze the behavior of strip foundations with benches on different types of soils. A numerical analysis of stresses and deformations was carried out, which allows assessing the effectiveness of such reinforcements in the design and reconstruction of buildings.

Keywords: base, foundation, piles.

List of publications and/or speeches at student conferences:

1. Boroday D.S., Kolodyazhny V.O. DEVELOPMENT OF METHODS FOR RECONSTRUCTION AND STRENGTHENING OF FOUNDATIONS AND BASES: TECHNICAL AND ECONOMIC PRINCIPLES // Materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference, November 29, 2024, KhNADU, Kharkiv, P.32

2. Kolodyazhny V.O. DEVELOPMENT OF METHODS FOR RECONSTRUCTION AND STRENGTHENING OF FOUNDATIONS AND BASES: TECHNICAL AND ECONOMIC PRINCIPLES / Materials of the 86th International Scientific Conference of Students, April 8-12, 2024, KhNADU, Kharkiv, P.14

The appendices contain the conference abstracts, an album of multimedia presentation slides.

Structure of the work.

The work consists of the main text on 53 pages, including 5 tables, 9 figures. The text of the work contains a general description of the work, 2 sections, conclusions and recommendations based on the results of the work, a list of 17 sources used. The graphic part consists of 20 slides of a multimedia presentation.

ЗМІСТ

Розділ 1. Загальна характеристика роботи.....	9
1.1. Основні завдання реконструкції будівель.....	11
1.2. Методи посилення основ.....	21
1.3. Порівняльний аналіз методів підсилення фундаментів.....	36
Розділ 2. Опис архітектурно-планувального рішення будівлі.....	46
2.1. Ситуаційний план.....	46
2.2. Об'ємно-планувальне рішення.....	46
2.3. Архітектурно-конструктивне рішення.....	47
Список використаних джерел.....	52

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми: Соціально-економічні зміни в Україні за останні кілька десятиліть призвели до значного збільшення кількості власників нерухомості та інвесторів. Ці зацікавлені сторони активно беруть участь у будівництві нових об'єктів, а також здійснюють масштабні проекти з ремонту та реконструкції.

На цьому етапі розвитку країни баланс між проектами нового будівництва та реконструкції значною мірою схиляється до останніх, причому приблизно 92% зусиль зосереджено на реконструкції та модернізації існуючих структур. Отже, реконструкція діючих промислових та адміністративних будівель стала критичною проблемою для сучасних будівельників, що відображає нагальну потребу адаптації старої інфраструктури до поточних стандартів і вимог.

Мета і завдання дослідження: Метою даної роботи є закріплення колективного досвіду та знань поколінь щодо армування фундаментів та загального зміцнення будівель. Ці зусилля спрямовані на забезпечення довговічності та надійності адміністративних будівель шляхом застосування різноманітних методів реконструкції та визначення найбільш прийнятних технологій посилення фундаментів існуючих споруд під час їх реконструкції.

Для досягнення цієї мети важливо розглянути кілька ключових аспектів, у тому числі визначити основні виклики та пріоритети, пов'язані з реконструкцією в сьогодишньому контексті. Вирішальне значення мають також ретельний аналіз і узагальнення розробки техніки армування фундаментів і основ конструкцій. Крім того, важливо розуміти чинники, які впливають на прийняття рішень у процесі реконструкції, особливо коли йдеться про посилення конструктивних елементів. Вивчаючи різні методи реконструкції, можна встановити принципи прийняття раціонального вибору, який забезпечує довгострокову стабільність і стійкість адміністративних будівель.

Такий комплексний підхід не тільки підвищує безпеку та функціональність існуючих конструкцій, але й адаптує їх до сучасних стандартів та вимог.

Об'єкт дослідження: Розробка методів реконструкції та підсилення фундаментів та основ.

Предмет дослідження: Реконструкція торгівельно-розважального центру.

Методи дослідження: Теоретико-методологічна основа цього дослідження побудована на науковому внеску як вітчизняних, так і зарубіжних фахівців у галузі реконструкції. Їхня робота дала цінну інформацію та створила міцну основу для розуміння та вдосконалення практики реконструкції.

Наукова та технічна новизна одержаних результатів: Наукова новизна роботи полягає в застосуванні методу кінцевих елементів для детального аналізу поведінки стрічкових фундаментів, укріплених банкетками, в умовах різних ґрунтів. У рамках дослідження вперше проведено комплексний чисельний аналіз динаміки напруг і деформацій у таких системах з використанням спеціалізованого програмного забезпечення. Оригінальним є також розгляд різних конфігурацій укріплених фундаментів, що дозволяє отримати нові дані щодо ефективності застосування банкетів для зміцнення фундаментів на різних типах ґрунтів, що має практичне значення для проектування та реконструкції будівель.

Апробація та публікація результатів роботи: 1. *Бородай Д.С., Колодяжний В.О.* РОЗРОБКА МЕТОДІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ТА ОСНОВ: ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ЗАСАДИ // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції , 29 листопада 2024 р., ХНАДУ, Харків, С.32

2. *Колодяжний В.О.* РОЗРОБКА МЕТОДІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ТА ОСНОВ: ТЕХНІКО-

1.1. Основні завдання реконструкції будівель

Модернізація є важливою стратегією у вирішенні завдань реконструкції будівель, пропонуючи комплексний підхід, який не тільки продовжує термін служби конструкцій, але й значно покращує їх загальну якість. Цей процес передбачає інтеграцію та адаптацію передових промислових методів і технологій, які допомагають скоротити час реконструкції та дозволяють продовжувати роботи без необхідності переміщення мешканців. Інноваційне застосування композитних матеріалів, наприклад, зменшує вагу систем підлоги, одночасно збільшуючи їхню довговічність. Одночасно розробка нових методів і технологій будівництва підвищує експлуатаційну надійність, мінімізує втрати тепла, знижує споживання енергії та, зрештою, покращує комфорт і ефективність адміністративних приміщень, одночасно знижуючи витрати.

В основі цих зусиль лежить необхідність вирішення проблем, пов'язаних із міцністю та реконструкцією фундаменту будівель, підкреслюючи критичну важливість таких принципів теорії надійності, як надійність, стабільність і довговічність. В інтегрованій системі «основа-фундамент-конструкція», де всі компоненти взаємопов'язані, або будівля, або її фундамент можуть стати вразливим місцем. Розрахунок фундаментів базується на визначенні граничних деформацій, які може витримати споруда. У будівництві надійність означає здатність системи зберігати свою цілісність і продуктивність за різних умов, охоплюючи як виробничу, так і експлуатаційну фази. Ця надійність безпосередньо пов'язана з міцністю, стійкістю та стабільністю системи як на макрорівні всієї конструкції, так і на мікрорівні її окремих компонентів.

Довговічність означає здатність системи ефективно працювати протягом запланованих циклів технічного обслуговування, доки така робота не стане непрактичною або небезпечною, після чого ремонт або подальша

модернізація можуть вважатися економічно недоцільними. Збої в системі основа-фундамент-конструкція можуть бути або раптовими, через непередбачувані зовнішні фактори, або поступовими, через більш передбачувані проблеми. Раптові збої створюють проблеми для прогнозування та пом'якшення наслідків, у той час як поступові збої, часто спричинені факторами, які можна ідентифікувати, дозволяють впроваджувати проактивні заходи на етапах проектування та будівництва.

Передбачення та запобігання поступовим руйнуванням є надзвичайно важливими, оскільки вони складають більшість проблем, що виникають у системі основа-фундамент-конструкція. Це комплексне розуміння теорії надійності забезпечує надійну основу для реконструкції адміністративних будівель, узгоджуючи її з цілісним підходом, спрямованим не лише на негайний ремонт, але й на створення сталого, високоякісного середовища.

Реконструкція, як широке поняття, охоплює будь-яку зміну конструкції або розміру фундаменту з метою адаптації його до мінливих умов експлуатації. Цей загальний термін розрізняє дві основні категорії: зміцнення та реконструкцію. Під посиленням розуміється відновлення або заміна структурно застарілих або фізично зношених компонентів, усунення проблем, пов'язаних із зниженням несучої здатності та збільшенням конструктивних навантажень на фундамент. З іншого боку, реконструкція передбачає конструктивні зміни, пов'язані із заміною надбудов, оновленням технологічного обладнання або зміною функціонального призначення будівлі без заміни фундаменту внаслідок зносу.

Залежно від характеру робіт розрізняють різні види, способи і завдання реконструкції фундаменту, враховуючи такі фактори, як поточний стан фундаменту, характер пошкоджень, цільове призначення реконструкції, наявні технічні ресурси. На практиці руйнування фундаменту часто виникають через інженерно-геологічні помилки, допущені під час розвідки, проектування, будівництва чи експлуатації. Крім того, непередбачувані зовнішні впливи на підстилаючі ґрунти, неадекватні геологічні дослідження

та помилки в оцінці властивостей ґрунту можуть ще більше ускладнити ці проблеми, підкреслюючи необхідність ретельного планування та виконання всіх аспектів фундаментних робіт.

У міських умовах, особливо у великих містах, потреба у посиленні фундаментів під час реконструкції будівель стає все більш актуальною. Економічна привабливість придбання нерухомості в центрі міста та надбудови додаткових поверхів призвела до збільшення навантаження на існуючі фундаменти. Основними причинами для реконструкції фундаментів є збільшення навантажень від додаткових поверхів або зміни призначення будівлі, несумісність матеріалів кладки, деградація матеріалів фундаменту внаслідок впливу агресивних умов навколишнього середовища, а також деформація, викликана втратою міцності ґрунту або осіданням.

Щоб вирішити ці проблеми, використовуються різні методи ремонту та зміцнення пошкоджених фундаментів. Вибір методу залежить від конструкції фундаменту, характеру деформації та основних причин. Проблеми, пов'язані з будівництвом, часто сприяють виникненню проблем з фундаментом, наприклад, неправильний дренаж води, поспішний графік будівництва, передчасне заповнення швів, використання неякісного бетону та неповна підготовка майданчика. Крім того, такі експлуатаційні проблеми, як заболочування фундаменту, що може призвести до несприятливих реакцій ґрунту та корозії, динамічні впливи встановленого обладнання, нерівномірне навантаження та нестабільність на похилих ділянках ще більше ускладнюють стабільність фундаменту.

Зважаючи на ці складнощі, проведення комплексних польових обстежень фундаментів стало важливим, що потребує дозволу відповідних регуляторних органів. Ці обстеження включають обстеження ґрунту та будівельних конструкцій, проведення візуальної та технічної оцінки, а також оцінку міцності та тріщиностійкості елементів фундаменту. Програма огляду розроблена відповідно до вимог замовника та включає поглиблений аналіз проектної та технічної документації споруди. Такий ретельний підхід

забезпечує детальне розуміння поточних умов, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення під час процесу реконструкції.

Основна мета обстеження конструкції та оцінки фундаменту полягає в оцінці стану існуючих конструкцій, з особливим акцентом на фундаменті, щоб надати важливу інформацію для планування реконструкції. Це передбачає виявлення дефектів, визначення їх причин, оцінку несучої здатності фундаментів і забезпечення точного врахування інженерно-геологічних умов.

Для цього дослідження передбачає детальний огляд проектно-технічної документації для розуміння інженерно-геологічних умов, конструктивних особливостей та можливих дефектів. На місці проводиться огляд для оцінки поточного стану конструкцій, виявлення тріщин і ступеня осідання фундаменту. Фактичні навантаження на фундаменти розраховуються з урахуванням власної ваги конструкції, ваги технологічного обладнання та тимчасових навантажень. Карти дефектів створюються для документування результатів візуального огляду, які потім інтегруються в схематичні діаграми фасадів, планів і розрізів будівлі. Обсяг і методи обстеження ґрунтів і основи визначаються за результатами моніторингу з урахуванням типу, стану та складності будівлі. Також проводиться оцінка вологості фундаментних матеріалів, щоб оцінити її вплив на стійкість конструкції. Якщо під час візуального огляду виявлені небезпечні дефекти, вони проходять більш детальну перевірку.

Для оцінки життєздатності проекту реконструкції за результатами обстеження проводиться техніко-економічне обґрунтування. Це дослідження оцінює структурну цілісність, несучу здатність і можливі модифікації, необхідні для задоволення нових експлуатаційних вимог. В обсяг робіт входить аналіз проектно-технічної документації, проведення оглядів на місці та картографування дефектів, визначення фактичних навантажень на фундамент, обстеження ґрунтів та фундаментів за результатами моніторингу, оцінка вологості матеріалів фундаменту, детальне виявлення та дослідження

небезпечних дефектів, а також надання техніко-економічного обґрунтування реконструкції.

Для проведення ретельного обстеження необхідний комплекс матеріально-технічних ресурсів. Доступ до повної проектної та технічної документації необхідний для розуміння існуючої конструкції та точного планування дослідження. Обладнання для вимірювань на місці, таке як лазерні вимірювачі відстані та інструменти для нівелювання, необхідне для оцінки структурної геометрії та вирівнювання. Вимірювачі ширини тріщин та інші точні інструменти використовуються для вимірювання та документування ступеня пошкодження конструкції. Крім того, необхідне лабораторне обладнання для випробувань матеріалів для визначення властивостей і стану будівельних матеріалів, тоді як спеціалізоване програмне забезпечення використовується для аналізу даних, зібраних під час дослідження.

Замовник має кілька ключових зобов'язань щодо полегшення процесу опитування. Вони повинні забезпечити необмежений доступ до всієї необхідної проектної та технічної документації та гарантувати, що всі зони об'єкта доступні для огляду з дотриманням протоколів безпеки. Замовник також зобов'язаний допомогти в отриманні будь-яких дозволів, необхідних для проведення перевірок. Крім того, замовник повинен надати будь-яку відповідну інформацію щодо поточного стану будівель і за необхідності підтримувати лабораторні випробування та дослідницьку діяльність.

Цей детальний план призначений для того, щоб керувати процесом обстеження, забезпечуючи повне розуміння існуючого стану конструкцій і закладаючи основу для прийняття обґрунтованих рішень протягом усього проекту реконструкції.

У контексті неруйнівного контролю положення та діаметри арматури в залізобетонних конструкціях визначаються магнітними та радіаційними методами відповідно до встановлених стандартів. Неруйнівні методи також використовуються для вимірювання товщини бетонного покриття та

захисного шару над арматурою. На стратегічно важливих ділянках визначено критичні зони для оцінки арматури, включаючи розміщення, діаметр і товщину захисного шару. Ці зони включають області з помітними розкриттями тріщин, місця вздовж ексцентрично навантажених фундаментів з незначним ексцентриситетом і секції, визначені в проектній документації для фундаментів з більшим ексцентриситетом або для більш гнучких конструкцій.

Основним показником стану залізобетонної основи є фактична міцність бетону в порівнянні з його проектною міцністю. Детальна оцінка передбачає визначення міцності бетону за допомогою таких методів, як відбір проб керн, механічне неруйнівне випробування та ультразвукова або радіографічна дефектоскопія. Також можна застосовувати альтернативні методи, якщо вони відповідають державним і галузевим стандартам.

Для кам'яних фундаментів перевірка зосереджена на аналізі міцності каменю та розчину, а також напруженого стану, який визначається за допомогою неруйнівного ультразвукового контролю. Ця оцінка допомагає зрозуміти здатність фундаменту витримувати існуючі та майбутні навантаження.

Вібраційні обстеження є важливими, особливо для будівель, розташованих поблизу динамічних джерел, для оцінки впливу вібрації на ґрунт і фундаментні конструкції. У цих обстеженнях розглядаються динамічні ефекти від роботи обладнання, наземного або підземного транспорту, будівельних робіт та інших факторів, що викликають вібрацію поблизу. Щоб точно передбачити рівні вібрації після реконструкції, важливо вимірювати параметри вібрації після значних змін динамічних властивостей.

Рекомендації щодо вібраційних обстежень включають інтеграцію фактичних даних про вібрацію з геолого-геодезичними дослідженнями, спостереження за структурними деформаціями та пошкодженнями, а також збір інформації про загальний стан і несучу здатність конструкцій і ґрунтів. Результати представлені в таблицях, що показують середньоквадратичні

значення вібраційних переміщень, швидкостей і прискорень у досліджуваних точках.

На основі цих висновків розробляються стратегії пом'якшення вібрації до прийняттого рівня. Технічний звіт містить комплексний огляд стану фундаментних конструкцій, деталізує деформації, осідання, дефекти матеріалу, включає плани та розрізи будівель разом з інженерно-геологічними профілями. У висновках звіту розглядається доцільність подальшого використання фундаментних конструкцій під час реконструкції, пропонується повна оцінка їх міцнісних та деформаційних характеристик.

Оцінка доцільності реконструкції будівлі в умовах підвищених навантажень на фундамент або надбудови підземного споруди передбачає ретельний аналіз різних критичних аспектів. Процес починається з детального аналізу технічних характеристик будівлі, включаючи її дизайн, матеріали та методи будівництва. Це забезпечує чітке розуміння конструкції та її поточного стану.

Необхідно провести всебічну перевірку загального стану будівлі, зосередившись на її загальному стані та виявивши будь-які ознаки зносу, пошкоджень або структурних недоліків. Після цього проводиться оцінка несучих конструкцій і фундаментів, включаючи їх глибину і здатність витримувати додаткові навантаження. Рекомендації зроблені на основі того, чи достатньо цих елементів для того, щоб витримати збільшені навантаження в результаті реконструкції.

Історичні дані про навантаження, які раніше діяли на фундамент, збираються, щоб зрозуміти, як ці фактори вплинули на конструкцію з часом. Ця інформація важлива для прогнозування того, як фундамент справлятиметься з новими навантаженнями. Крім того, оцінка перевіряє, як ці нові навантаження будуть розподілені по конструкції, гарантуючи, що основа не буде перенапружена.

Дослідження також включає виявлення будь-яких існуючих деформацій будівлі, таких як зрушення або тріщини, і перевірку

вирівнювання ключових структурних елементів, таких як вікна підвалу або першого поверху. Ця інформація використовується для визначення того, де можуть знадобитися структурні коригування.

Проводиться аналіз самого матеріалу фундаменту для оцінки його міцності, довговічності та стійкості до факторів навколишнього середовища, що є життєво важливим для розуміння здатності фундаменту підтримувати будівлю після реконструкції.

Інженерно-геологічні та гідрогеологічні дослідження дають детальну картину ґрунтових умов, що підстилають. Це включає перегляд архівних даних, геологічних розрізів і фізико-механічних властивостей ґрунту, а також рівнів і коливань ґрунтових вод. Така інформація має вирішальне значення для прогнозування того, як зміни в будівлі вплинуть на поведінку ґрунту.

Проводяться детальні аналітичні розрахунки для оцінки тиску на ґрунт фундаменту з урахуванням як поточних, так і очікуваних навантажень. Ці розрахунки допомагають спрогнозувати середнє осідання будівлі та будь-яке потенційне нерівномірне осідання, яке може виникнути після реконструкції.

На основі отриманих результатів розробляються конкретні вказівки для проекту реконструкції, включаючи рекомендації щодо типу фундаменту та будівельних технологій, які слід застосовувати. Ці рекомендації створені для забезпечення стійкості та безпеки будівлі в нових умовах.

Для дрібнозакладених фундаментів і підземних споруд необхідна розробка котловану на глибину до 1,5 метра нижче основи фундаменту. Для більш глибоких фундаментів необхідні котловани. Випробування ґрунту проводиться за тими ж процедурами, що й для нового будівництва, з використанням як польових, так і лабораторних методів для точного визначення характеристик ґрунту.

Геодезичні вишукування проводяться у співпраці з проектними або дослідницькими організаціями, щоб з високою точністю контролювати осідання та деформацію. Це включає такі методи, як геодезичне нівелювання та використання теодоліта для спостережень за схилами.

Моніторинг тріщин організований для відстеження зон деформації та прогресування пошкодження з часом за допомогою таких методів, як прості мікроскопи для детального вимірювання.

Організація проекту включає визначення кількості точок розвідки з урахуванням геологічної складності та проведення попереднього огляду проектної документації, архівних даних, стану існуючих споруд. Такий комплексний підхід забезпечує повне розуміння умов об'єкта, сприяючи прийняттю обґрунтованого рішення щодо проекту реконструкції.

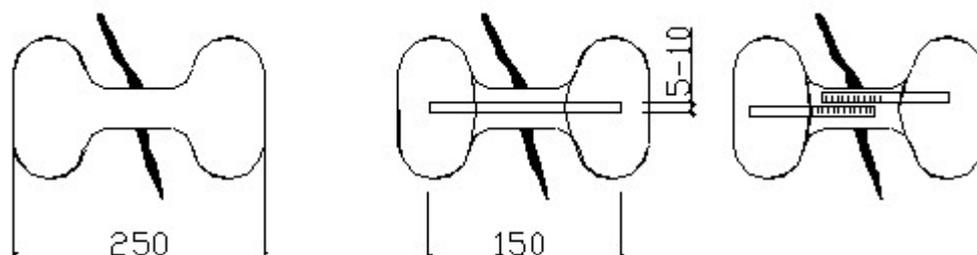


Рис. 1.1. Види алебастрових маяків

Зміцнення фундаменту є критично важливим процесом, який включає різні методи, призначені для підвищення структурної стабільності та довговічності. Серед цих способів ефективними рішеннями виділяються восьмигранне армування, застосування скляних пластин, використання плит перекриття.

Восьмикутне армування передбачає інтеграцію восьмикутних елементів у фундамент для підвищення його несучої здатності та загальної стійкості. Цей метод особливо корисний як для нових будівель, так і для існуючих структур, які потребують додаткової опори.

Ще одним ефективним прийомом є армування скляними пластинами. Застосовуючи ці плити до фундаменту, конструкція отримує переваги від високої міцності та довговічності скла, що підвищує стійкість фундаменту до навантажень і деформацій. Цей метод є перевагою для зміцнення фундаментів, які зазнають значних навантажень або екологічних проблем.

Армування плитами, що перекриваються, є ще одним підходом, коли плити укладаються внахлест, щоб забезпечити додаткову міцність і більш

рівномірно розподілити навантаження по фундаменту. Ця техніка особливо ефективна для усунення певних слабких місць або посилення сфер, які потребують додаткової підтримки.

Вибір способу армування значною мірою залежить від віку будівлі та її унікальних конструктивних, технологічних, архітектурних і планувальних особливостей. Наприклад, для старих будівель може знадобитися інша стратегія посилення порівняно з більш сучасними конструкціями, що відображає матеріали та технології, доступні на момент їх початкового будівництва.

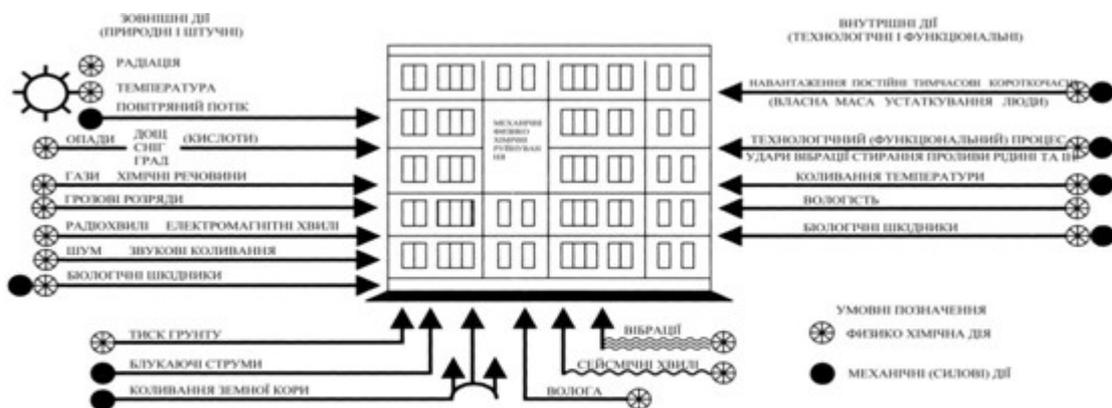


Рис. 1.2. Впливи на будівлю

Таблиця 1.1. Класифікація причин пошкодження будівельних конструкцій

Причини, що викликають ушкодження конструкцій будівель			
Зовнішні чинники	Внутрішні чинники	Прояв помилок проектування і будівництва	Порушення правил експлуатації
- Атмосферні - кліматичні - ґрунтові	- експлуатаційне старіння - агресивні середовища (пара, газ, вода)	- втрата міцності і стійкості - ушкодження елементів, що	- порушення правил експлуатації - несвоєчасна
- сейсмічні - біологічні	- динамічні дії	несуть навантаження - ушкодження другорядних	реконструкція - неякісна реконструкція

1.2. Методи посилення основ

Ретельний аналіз методів зміцнення ґрунту, які використовуються при реконструкції фундаментів будівель, дозволяє створити детальну таблицю порівняльного аналізу.

Таблиця 1.2. Технічна характеристика показників головних методів посилення ґрунтів основ будівель, що реконструюються

Методи посилення	Ґрунти	Ефект впровадження	
Цементация	скельні тріщинуваті великоуламкові, крупно - і середньозернисті піщані, супіщані з малим змістом пилюватих часток	80,0	Міцність 15-25 кгс/см ² (1,52,5 МПа), зменшення водопроникності
Силікатизация	дрібнозернисті (глинисті, суглинні з більшим змістом пилюватих часток), лесовидні, пливунні	0,2-80,0	Міцність 10-35 кгс/см ² (1,0-3,5 МПа), водопроникність
Бітумізация	тріщинуваті і кавернозні, сухі піщані й скельні	0,1х ...	Міцність 7-25 кгс/см ² (0,7-2,5 МПа), водостійкість
Смолізация	Тонкодисперсні піски, піщані	0,5-50	Міцність 6-35 кгс/см ² (0,6-3,5 МПа), водопроникність
Армування ґрунтів основ	Лесові	60 і більше	Міцність 20-25 кгс/см ² (2,0-2,5 МПа), водопроникність
Термо закріплення (випал)	Леси, лесові піски, чорноземи, глинисті	0,1х ...	Міцність 10-40 кгс/см ² (1,0-4,0 МПа), водостійкість

Детальний аналіз різних методів зміцнення ґрунту фундаменту показує, що термічна консолідація є найбільш надійною та економічно ефективною технікою серед досліджених. Цей висновок підкреслює необхідність більш цілеспрямованого вивчення стратегій ремонту та зміцнення, адаптованих до фундаментів, які піддаються реставрації або реконструкції.

У контексті будівель, що перебувають у критичних умовах або розташованих у межах важливої національної інфраструктури, фундаменти часто витримують додаткові навантаження. Багато з цих фундаментів будують на слабких ґрунтах, таких як лесоподібні алювіальні, торф'янисті, мулисті, пухкі, алювіальні, набухаючі ґрунти, мул і торф, які особливо поширені в гірничих і карстових районах. У цих випадках проектувальники часто застосовують прості та звичайні схеми армування.

Зміцнення фундаменту включає низку фізичних і хімічних процесів, часто включаючи ін'єкцію в'язучих розчинів у ґрунт. Поширеними методами є силіцифікація з одним і двома розчинниками, смолення та термічне затвердіння. Однак витрати на ці методи можуть бути значними, часом наближаючись до витрат на будівництво абсолютно нової споруди.

Для фундаментів дрібного закладання часто застосовують простіші способи, наприклад цементування через бурові свердловини. За певних сценаріїв зменшення тиску на фундамент можна досягти шляхом стратегічного розширення його площі, тим самим зменшуючи вплив на існуючий фундамент.

Необхідність реконструкції фундаменту часто виникає через кілька критичних факторів. Збільшення навантажень через додавання нових поверхів або змін у використанні будівлі, погіршення матеріалу фундаменту через суворі умови навколишнього середовища, втрата адгезії між матеріалами кладки та деформації в результаті осідання конструкції або втрати міцності – все це сприяє необхідності ремонту та армування.

У часи економічних обмежень як підприємства, так і приватні особи все частіше шукають економічно ефективні рішення, включаючи відновлення

та зміцнення існуючих фундаментів, а не будівництво нових. Цей підхід є особливо вигідним для зменшення загальних витрат.

Ремонт і зміцнення фундаменту стає необхідним, коли деформації або пошкодження проявляються у вигляді видимих тріщин на стінах будівлі. Ці проблеми можуть виникати через механічні помилки, дефекти конструкції або корозію матеріалу. Крім того, недотримання рекомендованої глибини закладення фундаменту, недостатня стійкість насипного ґрунту до зовнішнього тиску та несправності систем водопостачання та каналізації можуть посилити структурні проблеми. Ущільнення насипного ґрунту з часом, незадовільний стан каналізаційних труб або тротуарів, а також передчасний вплив атмосферних умов на ґрунт через помилки будівництва ще більше сприяють нестабільності фундаменту.

Помилки проектування, такі як розміщення стовпів або стовпів занадто близько до існуючих фундаментів або будівництво нових фундаментів з недостатньою глибиною, також відіграють свою роль. Неправильний розподіл навантаження, розширення підвалу без урахування впливу на ґрунт фундаменту та недостатньо розраховане збільшення навантаження ще більше ускладнюють ситуацію.

Вирішення цих проблем передбачає низку коригувальних заходів. Першим кроком є ретельна проектна робота з оптимізації використання наявного фундаменту. Зміцнення передбачає установку паль навколо або під фундаментом, вибраних на основі вимог до навантаження та розмірів будівлі. Цей метод особливо підходить для сценаріїв, що вимагають значного збільшення навантаження або підвищеної стабільності для протидії нерівномірному осіданню ґрунту.

Для сильно пошкоджених фундаментів часто використовують збільшення розміру основи фундаменту. Це коригування, яке може бути виконане з попереднім ущільненням ґрунту або без нього, вирішує проблеми збільшення навантаження та недостатньої несучої здатності ґрунту. Найскладніший і найдорожчий метод, що включає посилення зі зміною

глибини зарезервованій для ситуацій, що вимагають глибшого підвалу або перенесення на нижчі рівні землі.

До звичайних методів зміцнення фундаменту з'явилося кілька передових методів, які пропонують інноваційні рішення для зміцнення фундаменту. Помітним прогресом є використання ін'єкційних паль поряд із традиційними ущільненими палями. Це збірні елементи із залізобетону квадратного або круглого поперечного перерізу та наскрізного каналу. Ці палі довжиною від 75 до 105 см забиваються в землю за допомогою гідравлічних домкратів, забезпечуючи надійну опорну систему для фундаментів.

Ще один ефективний спосіб зміцнення фундаментів малоповерхових будинків, особливо висотою до чотирьох поверхів і без підвалів, полягає в їх армуванні бетонними каркасами. Цей спосіб особливо вигідний для будових фундаментів, де можна використовувати розчин для заповнення проміжків між камінням. Його головна перевага полягає в мінімальних вимогах до земляних робіт, що робить його економічно ефективним і ефективним.

Вибір способу посилення може змінюватися в залежності від структурних характеристик будівлі. Для будівель без підвалів часто достатньо одностороннього армування. Цей процес починається з підготовчих робіт і очищення, після чого в порожнечі кладки встановлюються ін'єкційні трубки. Спочатку вводять розчин розчину з низьким вмістом цементу, а потім більш густу суміш, яка утворює суцільний стовп навколо ін'єктора. Після зняття верхніх частин труб і демонтажу опалубки порожнечі в фундаменті заповнюються глинистим ґрунтом.

Підсилення спрямоване на підвищення несучої здатності та міцності конструкції, тоді як вдосконалення зосереджені на покращенні інших структурних властивостей. Метою оцінки зусиль з підсилення або вдосконалення є збереження цілісності будівельних компонентів і пов'язаних з ними структур, наскільки це можливо.

З часом несуча здатність фундаменту будівлі збільшується через ущільнення ґрунту під навантаженням. Дослідження показують, що приблизно 35% старих будівель можуть не витримати навіть половини нормативного тиску. Це пояснюється зменшенням пористості основного ґрунту на 10-20% протягом багатьох років, що може збільшити їхню несучу здатність до 30%. При реконструкції часто вдається посилити навантаження на фундамент додатково на 75-85% від нормативного значення.

Історично склалося так, що фундаменти старих будівель споруджувалися з сирого природного ґрунту з пустотами та вкрапленнями, заповненими піском або битою цеглою. До кінця 1920-х років будівлі часто зводилися без комплексних геологічних досліджень підстилаючих шарів ґрунту, оскільки наукові дані про стан ґрунту та коливання ґрунтових вод були обмеженими. Невідповідна глибина фундаменту та суперечлива інформація про рівень ґрунтових вод призвели до нерівномірного осідання багатьох старих споруд.

До кінця XIX століття кам'яні фундаменти, в тому числі бутові або бруковані, були поширеними. Більш значні споруди часто мали бутові плити, а на дно ям іноді клали поздовжні дерев'яні колоди. У районах з високою вологістю ґрунту та рівнем ґрунтових вод великі будівлі зводили на дерев'яних палях, щоправда, не завжди під кожною стіною, а під зонами більшого навантаження або опорами стовпів.

До початку XX століття бетонні фундаменти з каменями середнього розміру стали переважати. Менші будівлі до трьох поверхів, іноді використовували цегляні фундаменти. Якщо використовувати добре обпалену цеглу, вона могла конкурувати з бутовими фундаментами за довговічністю. Однак, якщо цегла була неякісною, з часом вона могла зіпсуватися, що призвело до зниження несучої здатності.

Поточний стан фундаментів старих будівель виявляє низку дефектів, таких як нерівномірне осідання та деградація кладки, які впливають на загальну цілісність конструкції.

Конструктивні недоліки фундаментів можуть виникати через низку основних факторів, кожен з яких сприяє погіршенню цілісності будівлі. Однією з основних проблем є помилки в оцінці несучої здатності ґрунту. Неточні наукові методи, які використовуються для оцінки якості ґрунту, особливо в критичних місцях фундаменту, можуть призвести до помилкових розрахунків несучої здатності ґрунту.

Ще одним значущим фактором є підвищена вологість ґрунту. Погані дренажні системи, чи то через неправильне управління поверхневими водами, чи через неефективну дренажну інфраструктуру, можуть підвищити рівень вологості ґрунту. Цей надлишок вологи змінює несучу здатність як фундаменту, так і кладки, що призводить до потенційних структурних проблем.

Гниття фундаментів і палів, яке часто посилюється коливаннями рівня ґрунтових вод, становить ще одну проблему. Зміни в ґрунтових водах можуть прискорити гниття та остаточне руйнування фундаментних елементів, що ставить під загрозу структурну стійкість будівлі.

Підвищені навантаження на фундаменти, чи то внаслідок конструктивних змін, чи додаткового будівництва, можуть перевищувати вихідні проектні межі фундаменту. Ця додаткова напруга може призвести до деформації або відмови, якщо не керувати належним чином.

Також поширеною проблемою є пошкодження фундаменту, пов'язане з вологою, включаючи осипання та руйнування. Тривалий вплив вологи може сильно послабити матеріал фундаменту, що призведе до подальших структурних проблем.

Недостатня вентиляція в підземних приміщеннях або підвалах може посилити проблеми з вологістю, сприяючи руйнуванню матеріалів основи. Подібним чином, випадкові розкопки, такі як котловани або траншеї біля фундаменту, можуть підірвати його стабільність.

Систематичне видалення води з підземних ділянок або підвалів може ненавмисно змити ґрунт, який підтримує фундамент, ще більше погіршивши

його стабільність. Крім того, погано побудовані фундаменти, часто зроблені з крихких матеріалів або не мають належної глибини, особливо чутливі до цих проблем.

Історично гідроізоляція в старих будівлях або була відсутня, або була неналежною. Ранні способи горизонтальної гідроізоляції включали шари жирного цементно-піщаного розчину, литого асфальту, спеціальної черепиці і навіть листового свинцю. Вертикальна гідроізоляція — практика, що сягає давніх часів — передбачала розміщення шару глини між фундаментом і засипкою.

Недоліки як у горизонтальній, так і у вертикальній гідроізоляції старих конструкцій часто є наслідком зношування ізоляційних матеріалів, пошкоджень через нерівномірне осідання або реконструкції, особливо в місцях, де зовнішні стіни були змінені або дверні отвори були додані.

Щоб вирішити ці фундаментальні проблеми під час реконструкції, можна застосувати ряд методів посилення. Вибір методу залежить від таких факторів, як тип і стан існуючого фундаменту, геологічні характеристики, рівень ґрунтових вод, проект будівлі та прикладені навантаження. Для фундаменту з механічними пошкодженнями, тріщинами або розшаруванням можна ввести цементний розчин або синтетичні смоли для підвищення цілісності конструкції.

Цементация передбачає свердління отворів у фундаменті, установку форсунок і закачування рідкого цементного розчину під тиском. Цей процес заповнює простір навколо інжектора, кількість точок ін'єкції залежить від ступеня пошкодження основи. Крім того, фундамент можна зміцнити за допомогою грейферів, при цьому процес закачування припиняється, якщо розчин не вбереться протягом 12 хвилин. Використовується цементно-водна суміш у співвідношенні 1 до 1 з використанням портландцементу марки 250-450 з витратою розчину 25-28% від об'єму розслабленої кладки.

У серйозних випадках деформації або ослаблення фундаменту може знадобитися масштабна реконструкція. Це часто передбачає безперервне

бетонування в поєднанні з додатковим армуванням, процес, відомий як створення піджака навколо ураженої основи.

Зміцнення фундаменту будівлі передбачає стратегічне встановлення бетонних або залізобетонних каркасів для підвищення стійкості та несучої здатності. Цей процес вимагає розширення ширини фундаменту приблизно на 24-32 см з кожного боку при використанні бетонних каркасів або принаймні на 12 см при залізобетонні. Щоб підтримати ці розширення та запобігти стисненню підстиляючого ґрунту, вкрай важливо підвищити несучу здатність ґрунту. Це досягається шляхом ущільнення шарів щебеню або гравійно-піщаної суміші товщиною кожного шару від 8 до 15 см.

Арматурні каркаси кріпляться до фундаменту за допомогою стрижнів діаметром 20 мм, розташованих з інтервалом в один метр. Для залізобетонних клітей в нижній секції використовується сітка 10 на 10 см, а верхня армується сіткою 15 на 15 см. Вертикальні компоненти цих каркасів виготовляються з металевого прокату, такого як швелери або кутники, кріпляться до бетонної підлоги підвалу одним кінцем і приварюються до анкерів, закріплених у фундаменті за допомогою цементного розчину або епоксидного клею.

Для будівництва цих арматурних оболонок необхідно використовувати пластичний бетон марок 120-220, виготовлений зі звичайного портландцементу з осадкою конуса 12 см. Цей тип бетону забезпечує ефективну герметизацію, особливо коли розміри клітки малі, що робить використання глибинних або поверхневих вібраторів непрактичним. Бетон, змішаний з пластифікаторами, рекомендований для застосування з високою арматурою, оскільки він плавно заповнює вузькі щілини під час подальшої обробки вібрацією. Однак ефект пластифікації зменшується приблизно через годину після введення добавки.

Досягнення міцного зв'язку між новим і існуючим бетоном має вирішальне значення. Ефективні методи підготовки поверхні включають очищення водою під високим тиском, поєднання води і стисненого повітря,

хімічну промивку соляною кислотою, піскоструминну обробку, як суху, так і вологу, механічну обробку поверхні за допомогою перфоратора або відбійного молотка. При недостатній несучій здатності ґрунту виникає необхідність розширення площі фундаменту.

Додаткові фундаментні елементи, відомі як банкетки, можуть бути виконані як односторонніми для розміщення зміщеного навантаження, так і двосторонніми для центрального розміщення навантаження. Для фундаментів, що несуть колони і стовпи, армування встановлюється по всьому периметру основи, забезпечуючи жорстке з'єднання з банкетами і існуючими фундаментами через металеві або залізобетонні розвантажувальні балки. Ці балки стратегічно розташовуються через певні проміжки при армуванні стрічкових фундаментів.

Для ефективного зміцнення нижня частина банкетки повинна мати ширину не менше 24 см, а верхня – не менше 14 см. Висота залізобетонного банкету на кінцях розвантажувальних балок повинна бути не менше 24 см. Відношення висоти банкетного бортика до його довжини визначають за типовими таблицями. Банкетки, призначені для продовження основи фундаменту виготовляються з литого бетону марки 250.

Підошву фундаментів під окремо стоячі колони доцільно розширювати одночасно з установкою оточуючих кліпс. Ці кліпси виготовлені з металу, функціонують подібно до корсета, який використовується для зміцнення перегородок. Розвантажувальні балки також повинні бути металевими, щоб полегшити приварювання до вертикальних компонентів рами.

У випадках, коли потрібне підсилення фундаменту, окремі фундаменти можуть бути об'єднані в стрічкові фундаменти або кілька стрічкових фундаментів можуть бути об'єднані в суцільну залізобетонну плиту. Основний метод розширення стрічкового фундаменту передбачає сегментування армованого фундаменту на ділянки приблизно два метри, виходячи з гідрогеологічних умов і вимог до матеріалів.

Для ділянок, що потребують зміцнення фундаменту, викопується траншея шириною 1,4 метра до підшови фундаменту. Важливо уникати створення суцільної траншеї по всій довжині фундаменту, щоб запобігти зміщенню водонасичених ґрунтів, що може призвести до нерівномірного осідання. Металеві та залізобетонні розвантажувальні балки закріплюються на місці металевими клинами. Після розширення фундаменту траншея знову засипається і ґрунт ретельно утрамбовується для забезпечення стійкості.

Ґрунт навколо раніше викопаних фундаментів часто може бути пухким або надмірно вологим, що потребує попереднього ущільнення для його стабілізації. Це досягається шляхом ретельного утрамбовування щебеню або гравійної суміші. Для ущільнення ґрунту земляного полотна по периметру фундаменту, що розширюється, можна використовувати гідравлічні домкрати для застосування необхідного тиску.

Розширення підшови стрічкового фундаменту полягає в створенні траншеї уздовж бічних граней фундаменту і заливці бетоном для формування банкет, що прилягають до цих граней. Ці банкети будуються окремими секціями, уникаючи інтеграції з існуючими шарами фундаменту. Потім пакети сталевих балок встановлюються в порожнечі фундаменту для підтримки гідравлічних домкратів, які стискають базовий ґрунт під щойно доданими сегментами фундаменту. Перед встановленням домкратів банкети заклинюють, щоб підтримувати тиск під їхньою основою. Після зняття домкратів щілину між банкетками і сталевими балками заливають бетоном.

При сильно деформованих ґрунтах фундаменту та ґрунтових водах, які ускладнюють розширення або заглиблення фундаментів, ефективним рішенням є перенесення навантаження на більш стійкі шари ґрунту шляхом перенесення існуючого фундаменту на палі. Залежно від характеристик ґрунту, включаючи товщину слабкого шару та глибину більш міцного ґрунту, палі можуть функціонувати як висячі або стоячі палі. Стоячі палі особливо корисні для зупинки подальшого осідання будівлі.

Кількість і потужність паль визначаються детальними розрахунками. Помітним недоліком цього методу є його складність, включаючи труднощі, які виникають при установці паль. Динамічні ефекти під час забивання паль потенційно можуть призвести до структурних тріщин, що робить цей підхід менш бажаним. Натомість забивання паль безпосередньо з підвалу ефективніше. Для цього обсадні труби діаметром 350 мм вдавлюють у фундамент, виймають із ґрунту та заливають бетоном. Далі в бетон вставляють арматурні стрижні. Ці палі, відомі як забивні палі, можуть бути або набивними палями, які використовують трамбування для незатоплених умов, або пневматичними палями, які використовують стиснене повітря для ущільнення бетону в різних гідрогеологічних умовах.

Для цих паль використовується бетон марки 250, і кожна бетонна заливка повинна бути висотою не менше одного метра, щоб забезпечити належне ущільнення та уникнути утворення бетонної пробки. У міру утрамбовування бетону труба обсадної труби поступово витягується, в результаті чого на палі утворюється рифлена поверхня, яка покращує зчеплення з ґрунтом. Довжина таких паль коливається від 7 до 12 метрів. Висячі палі мають несучу здатність від 220 до 440 кН, тоді як стоячі палі можуть витримувати 1200 кН і більше.

Для пневматичних паль шлюзовий пристрій, з'єднаний з сіткою повітропроводу, кріпиться до верхньої частини обсадної труби. Цей пристрій створює тиск до 0,5 МПа для видалення ґрунтових вод зі свердловини, одночасно утрамбовуючи бетон. При необхідності пневматичні палі можуть бути укріплені, при цьому тип бетону і параметри свердловини відповідають тим, які використовуються для паль.

При армуванні стрічкових фундаментів пневматичні палі встановлюють паралельними рядами з обох боків фундаменту, розташовуючи їх відповідно до ширини фундаменту і доступності бурового обладнання. Поодинокі фундаменти можуть бути зміцнені двома або, при необхідності, чотирма симетрично розташованими палями.

Пересадка деформованої будівлі на палі відбувається в певній послідовності. Залізобетонні або сталеві балки-підкоси встановлюються по обидва боки від перерізу фундаменту всередині створеного поздовжнього отвору і ретельно цементуються на місці.

Свердловина буриться, щоб можна було вставити трубу, яка потім поступово видаляється, коли свердловина заповнюється бетоном. Цей процес передбачає армування первинних паль та їх об'єднання в єдину мережу. Крім того, для забивання паль у ґрунт і початку їх роботи використовуються поперечні опори, як із залізобетону, так і з металу.

Гідравлічні домкрати, кожен з мінімальною вантажопідйомністю 125 тонн, використовуються для втиснення двох паль, зменшуючи ризик значного осідання під час передачі навантаження від конструкції до паль. У прольоті між домкратами приблизно 2,4 метри розбирають існуючу стіну фундаменту та замінюють її монолітною секцією, укріпленою двома рядами пальового ростверку.

Через добу домкрати і опорні болти знімаються, а стіна фундаменту розбирається далі. Потім бетон заливається в опалубку вздовж усього профілю бетонної сходинки, забезпечуючи ретельну вібрацію для досягнення належного ущільнення. Для одностовпчастих фундаментів убивні палі забивають у ґрунт, створюючи куцоподібне утворення. Навантаження на ці палі передається через подвійні поперечні балки, які стискають уражену колону або фундамент будівлі.

У середовищах з агресивними водними або ґрунтовими умовами забивні палі слід споруджувати з використанням сульфатостійкого цементу або укладати в хімічно стійкі матеріали, такі як полімерні труби або гнучкі плівки. Під час будівництва в штабелях залишають контрольні трубки діаметром 3-4 см для перевірки цілісності за допомогою радіоізотопних або рентгенівських приладів.

Досвід реконструкції будівель і конструкцій показує перевагу статичним методам над динамічними або вібраційними методами забивання

паль або шпунтових паль, особливо поблизу або всередині будівлі, що реконструюється. Статичним методам, зокрема вдавненню, віддають перевагу через їх переваги у запобіганні нерівномірного осідання, тріщин і необхідності посиленого армування, особливо в оголовку палі. Ці методи також дозволяють уникнути динамічних ефектів, вібрацій, шуму та забруднення навколишнього середовища, пов'язаних із дизель-молотами, одночасно значно знижуючи витрати на електроенергію.

Однак технологія забивання паль має помітні недоліки. Існуюче обладнання для забивання паль часто демонструє низьку продуктивність; наприклад, деякі машини забивають залізобетонні палі з поперечним перерізом 24 см і 32 см в пілотні свердловини зі швидкістю лише від 1.5 до 3.2 метрів на хвилину. Для коротких паль (5.2-7.3 м) у твердих і напівтвердих суглинках бурять опорні свердловини діаметром до 24 см на глибину 0,55 м від проектної.

Палейні установки можна розділити на два класи. До першого класу відноситься обладнання, здатне забивати палі для нового будівництва поблизу існуючих будівель або в межах об'єктів, що реконструюються, без значного ущільнення. Другий клас складається з менших мобільних пристроїв, які використовуються в умовах стиснення, наприклад під стінами будівель, у підвалах або на свайних решітках.

У деяких випадках замість використання важкого навантажувального обладнання сама будівля може бути використана для поглинання реактивних сил від стіни. Цей принцип застосовується при стисненні збірних залізобетонних паль типу мега окремими елементами. Цей метод довів свою ефективність усередині країни, а також успішно використовується в міжнародних проектах реконструкції. Ці палі не тільки зменшують тиск на слабкі шари ґрунту біля фундаменту, але й передають навантаження на більш міцні, глибокі ґрунти, коли довжина палі досягає 26-32 метрів.

Збірні залізобетонні палі довжиною 75-110 см, доступні в квадратних секціях 25 см або 35 см і круглої форми, кожна вагою приблизно 125 кг,

оснащені центральним каналом діаметром 75-110 мм. Круглі елементи особливо корисні в обмеженому просторі. Процес встановлення цих паль передбачає викопування траншеї шириною метр і глибиною не менше 1,4 метра під несучою стіною з подальшим розміщенням вирівнюючої розподільної балки з металу або залізобетону для рівномірного розподілу навантаження від домкрата під час монтажу. установка паль.

Процес встановлення паль включає в себе кілька ретельних етапів для забезпечення цілісності конструкції та досягнення необхідної несучої здатності. Спочатку на дно підготовленого котловану під вирівнювальну балку встановлюється перший елемент палі, оснащений гострою основою. Потім цей елемент забивається вертикально в ґрунт основи за допомогою гідравлічного домкрата. Після того, як перший елемент палі надійно встановлено, домкрат і опорні пластини знімаються, а наступний сегмент палі встановлюється на кінець початкового елемента. Для надійного з'єднання на поверхню стику елементів наносять вирівнюючий цементний або вапняний розчин і встановлюють з'єднувальну муфту, яка закриває стик. Цей процес триває послідовно, доки паля не досягне заданої несучої здатності, яка візуально контролюється за допомогою манометра.

Далі встановлюється основний елемент палі, значно більший за попередні сегменти. Навантаження, прикладене домкратом під час цієї фази, повинно приблизно в 1,25 рази перевищувати розрахункове навантаження, щоб забезпечити стабільність. Після того, як основний елемент палі повністю закладений, навантаження стабілізується за допомогою сталевих балок або спеціальних опор. Фінські рекомендації передбачають, що загальне осідання палі не повинно перевищувати 14 мм за п'ять стиснень.

По завершенні монтажу основної палі домкрат демонтується. Потім в центральні отвори встановлених елементів вставляються арматурні стержні, для їх кріплення закачується цементний розчин. Простір між опорами або сталевими балками заливається бетоном марки 120. Експериментальні дані свідчать, що висячі палі діаметром 35 см витримують навантаження до 400

кН, а палі діаметром 25 см витримують приблизно 240 кН. Типова відстань між осями паль під стіною коливається від двох метрів.

Використання окремих пальових елементів виявилось ефективним способом зміцнення фундаменту будівель, особливо в умовах підвищеного навантаження. Ця техніка є перевагою в сценаріях, коли копання траншеї для встановлення паль було б недоцільним через можливі зміни рівня ґрунтових вод. Альтернативний спосіб зміцнення фундаменту передбачає роботу на рівні підвалу. Тут регулюється арматурний каркас перекриття та встановлюється новий арматурний каркас для плити перекриття. Щоб плита функціонувала ефективно, будівля повинна відчувати значні осідання; інакше плита може перевищити допустимі межі та поставити під загрозу стійкість будівлі.

Конструкція армування включає стратегічно розташовані вікна в плиті для розміщення паль через ці отвори. Для підтримки конструкції також встановлюються сталеві анкери. Палі забивають через ці вікна, поки вони не досягнуть проектної вантажопідйомності, після чого головки паль з'єднують з плитою. У такому розташуванні залізобетонна плита виконує роль свайної сітки, яка працює незалежно від ґрунту основи.

За останні сорок років технологічний прогрес істотно змінив методи зміцнення фундаменту. Нові технології, часто похідні від традиційних технологій, тепер включають високий рівень механізації та скорочують ручну працю. На вибір технології впливають різні фактори, в тому числі конкретні цілі реконструкції — чи то збереження зношеної будівлі, чи збільшення навантаження на фундамент, будівництво нової будівлі поруч із існуючою, чи встановлення глибоких інженерних мереж, — а також конструктивні особливості будівлі, характеристики, ґрунтові умови та гідрогеологічні фактори.

Традиційні методи нарощування фундаменту також зазнали розвитку. Наприклад, залізобетонну плиту можна встановити на рівні цоколя всередині конструкції фундаменту. Щоб забезпечити надійну роботу, цементний

розчин можна закачати під плиту, щоб стиснути верхні шари ґрунту. Якщо існуюча несуча здатність є недостатньою, плиту можна перфоровати для встановлення багатосекційних паль.

Для посилення несучої здатності фундаменту в цоколі будівлі можна використовувати збірні плити. Такий підхід передбачає передачу навантажень через каркасні конструкції, які несуть перекриття. Однак цей метод пов'язаний із труднощами, насамперед через значну роботу, необхідну в обмеженому просторі підвалу. Крім того, кладка, розташована над краєм фундаменту, часто вразлива до згубного впливу стійкої вологи.

Ще один цікавий підхід полягає у використанні виносних пультів і залізобетонних плит, хоча вони мають свої недоліки. Консольне підняття може призвести до руйнування кладки, тоді як легкі конструкції можуть постраждати від нерівномірного підйому взимку та осідання влітку. Крім того, міграція вологи при промерзанні може спричинити значне розширення ґрунту, що призведе до порушення конструкції та значного зниження деформаційних і міцнісних характеристик фундаменту.

Сучасні рішення, такі як ін'єкційні палі пропонують передовий метод зміцнення існуючих отворів у фундаменті. Ці технології дозволяють інтегрувати армовані конструкції з фундаментом і земляним полотном, забезпечуючи стійкість до несприятливих впливів замерзання та забезпечуючи довгострокову стабільність.

1.3. Порівняльний аналіз методів підсилення фундаментів

Вибір відповідного методу реконструкції передбачає ретельний розгляд кількох факторів, включаючи стан будівлі, цілісність її фундаменту, якість ґрунту, витрати на матеріали, вимоги до робочої сили та загальні фінансові наслідки проекту. Обраний метод зміцнення фундаменту повинен відповідати ширшій стратегії реконструкції будівлі, забезпечуючи послідовність і ефективність.

Таблиця 1.3. Порівняльна характеристика технологічних показників методів підсилення фундаментів, розрахунок ресурсів на 10 м/п стрічкового фундаменту розміром 0,8x0,6x10,0м

Матеріали: кількість та ціна (м ³ , м/п, грн.)	Машини та механізми (ціна за годину використання та час праці)	Трудоємність Чол./год	Середня заробітна плата	Усього по методу (грн.)
Ін'єктування (струменеві технологія підсилення фундаментів)				
0,3*V _ф -1,44м ³ Бетон: =1728 грн Р.скло+Ca(Cl) ₂ 20700 грн	Ін'єкційна установка – 300грн/год Працює – 1 годину	1 зміна(8 год) – 2 чоловіка	200грн/день 400 грн	Бетон: 2428грн Р.скло: 21400грн
Підсилення фундаментів залізобетонною обоймою				
Бетон-2,4м ³ =1440грн Арм-ра Ø10- 36м/п=178грн	Бетононасос – 300грн/год Працює – 1 годину	1 зміна(8год), 2 дні – 2 чоловіка	200грн/день 800 грн	2718грн
Розширення підшви фундаменту				
Монолітні банкети: Бетон-3,4м ³ = 2040грн Швелер-7шт = 714грн Арм-раØ1040м/п=316грн	Бетононасос – 300грн/год Працює – 1 годину	1 зміна(8год), 2 дні – 2 чоловіка	200грн/день 800 грн	4170грн

Монолітна подушка-2,5м ³ Бетон-2,5м ³ =1500грн Арм-раØ8-198м/п=626грн	з/б	Бетононасос – 300грн/год Працює – 1 годину	1 зміна(8год), 2 дні – 2 чоловіка	200грн/день 800 грн	3226грн
Підводка й поглиблення фундаментів					
Бетон-2,65м ³ =1590грн Арм-раØ1226м/п=190грн Арм-раØ8-25м/п=200грн		Бетононасос – 300грн/год Працює – 1 годину	1 зміна(8год), 3 дні – 3 чоловіка	200грн/день 1800 грн	4080грн
Посилення фундаментів за допомогою палів					
Палі-20шт: 6,0x0,3x0,3м=15300грн Бетон-4,8м ³ =2880грн Арм-раØ10-120м/п=593грн Швелер-7шт=714грн		Машина, що вдавлює палі – 400грн/день Працює день	1 зміна(8год), 3 дні – 6 чоловіка	200грн/день 3600 грн	28087грн
Повна або часткова заміна фундаменту					
Бетон-3м ³ =1800грн Арм-раØ6-32м/п=169грн		Бетононасос – 300грн/год	1 зміна(8год), 2 дні – 6 чоловіка	200грн/день 2400 грн	4669грн
Електророзрядна геотехнічна технологія підсилення фундаменту					
Палі:20шт8,6м ³ =5160грн Арм-раØ8800м=2528грн		Бурова установка 400грн/день Працює – 2 години	1 зміна(8год), 3 дні – 6 чоловіка	200грн/день 3600 грн	12088грн

Для вивчення математичного моделювання мілкозаглиблених стрічкових фундаментів, укріплених банкетами, ми використали програмне забезпечення Plaxis 3D, яке використовує метод кінцевих елементів для точного чисельного аналізу.

Plaxis 3D — це розширений інструмент геотехнічного аналізу, призначений для моделювання розподілу напруги в системах будівля-ґрунт як у двовимірному, так і в тривимірному контекстах. Це програмне забезпечення використовує низку моделей матеріалів, які ефективно фіксують зв'язок між ефективними швидкостями деформації та загальною деформацією, забезпечуючи детальний і точний аналіз.

Механічна поведінка ґрунту в Plaxis моделюється за допомогою різних моделей ґрунту, включаючи базову модель Кулона-Мора та більш складні моделі, які стосуються ущільнених ґрунтів і характеристик повзучості слабкіших ґрунтів. Кожна модель вибирається з урахуванням конкретних умов досліджуваного сценарію.

Ключовою особливістю процесу моделювання є фундаментальне наближення поведінки ґрунту та гірських порід. Ця модель призначає постійну середню жорсткість кожному шару ґрунту, полегшуючи ефективні розрахунки та забезпечуючи початковий огляд розподілу напруги та деформації по ґрунтовій підкладці.

За допомогою цієї моделі генеруються початкові горизонтальні напруги в ґрунтовій матриці. Структура пластичності моделі інкапсулює необоротні деформації в межах визначеної поверхні текучості, окреслюючи межу, за якою деформації вважаються пластичними. Цей підхід підкреслює різницю між еластичними та пластичними властивостями ґрунту, що має вирішальне значення для розуміння поведінки ґрунту під навантаженням.

Процес моделювання відображає структуроване моделювання реальних умов, починаючи з непорушеного стану ґрунту та просуваючись до таких етапів, як встановлення фундаменту, застосування навантаження, витяг ґрунту та додавання банкетів. Моделювання завершується накладенням

додаткових навантажень, що призводить до повного графічного представлення продуктивності фундаменту.

Під час моделювання цей підхід охоплює різні конфігурації стрічкових фундаментів. Наприклад, один сценарій моделює стрічковий фундамент розміром 1,45 метра на 0,35 метра та банкетки, розташовані на рівні фундаменту на піщаній основі. Інший сценарій розглядає той самий розмір фундаменту, але з банкетками, розташованими на рівні землі, також на піщаній основі. Подальше моделювання досліджує поведінку фундаменту на глинистих ґрунтах із змінами в розміщенні банкетів.

Цей детальний підхід пропонує глибоке розуміння взаємодії між конструкцією фундаменту та характеристиками ґрунту, забезпечуючи суттєве уявлення про динаміку продуктивності, яка обґрунтовує інженерно-геологічні рішення.

Таблиця 1.4. Варіанти дослідження математичних моделей

№ п/п	Розміщення банкетів	Навантаження, кН
1	в рівні фундаменту	364, 479
2	в рівні ґрунту	364, 479
3	відсутні	364, 479

Використовуючи метод кінцевих елементів у програмному забезпеченні, було проведено ретельне дослідження, щоб проаналізувати поведінку напруги та деформації складної фундаментної системи. Ця система включає в себе стрічковий фундамент, укріплений банкетками, перевіреними в різних конфігураціях.

Супровідний малюнок ілюструє модель стрічкового фундаменту розміром 1,45 метри на 25 метрів. Ця детальна візуалізація забезпечує чітке зображення структурної складності фундаменту, пропонуючи повне уявлення про динаміку системи, підготовлене для поглибленого аналізу.

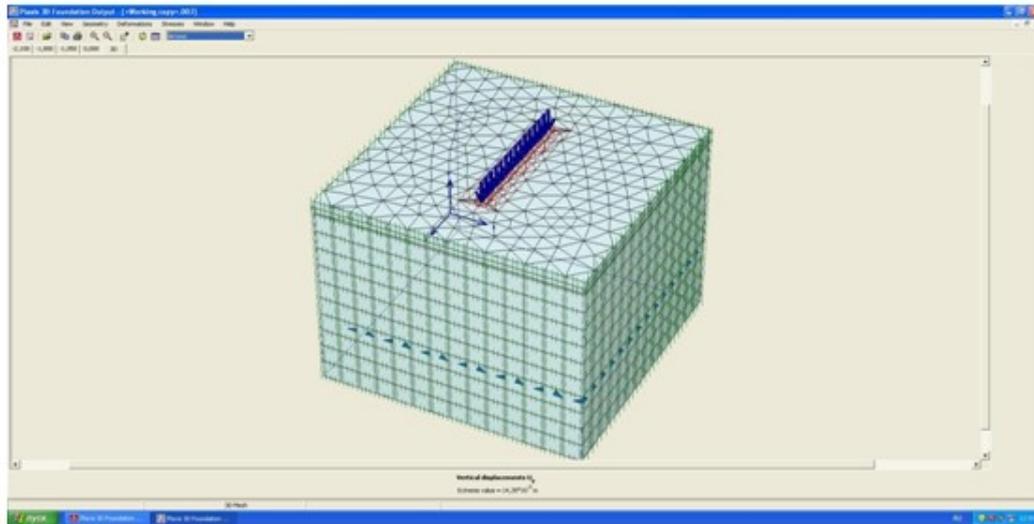


Рис. 1.3. Розрахункова модель стрічкового фундаменту

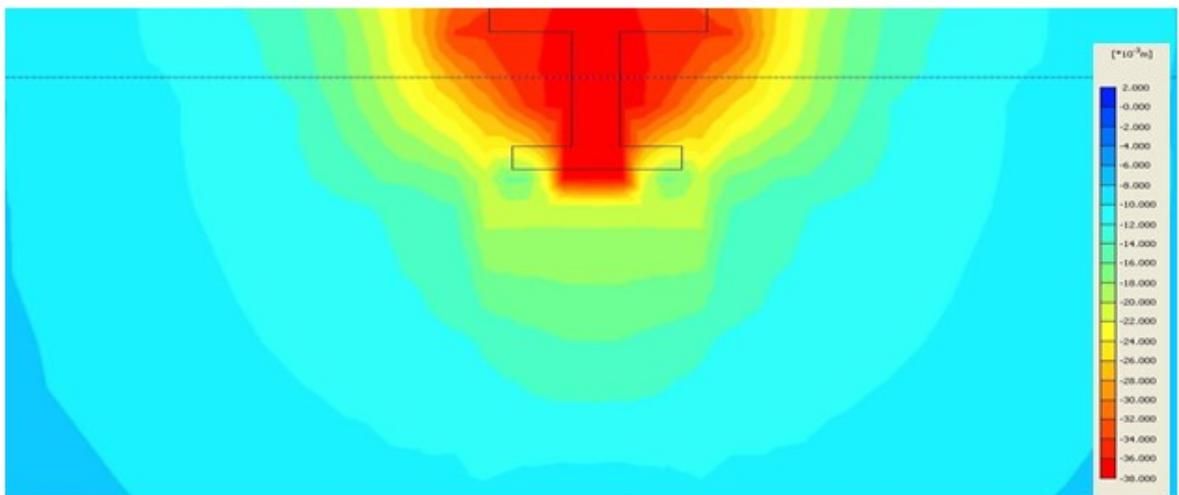


Рис. 1.4. Характер розподілу головних вертикальних напружень в масиві ґрунту при моделюванні роботи стрічкового фундаменту з банкетами в рівні підшви фундаменту (навантаження на фундамент 479 кН, осідання 36мм)

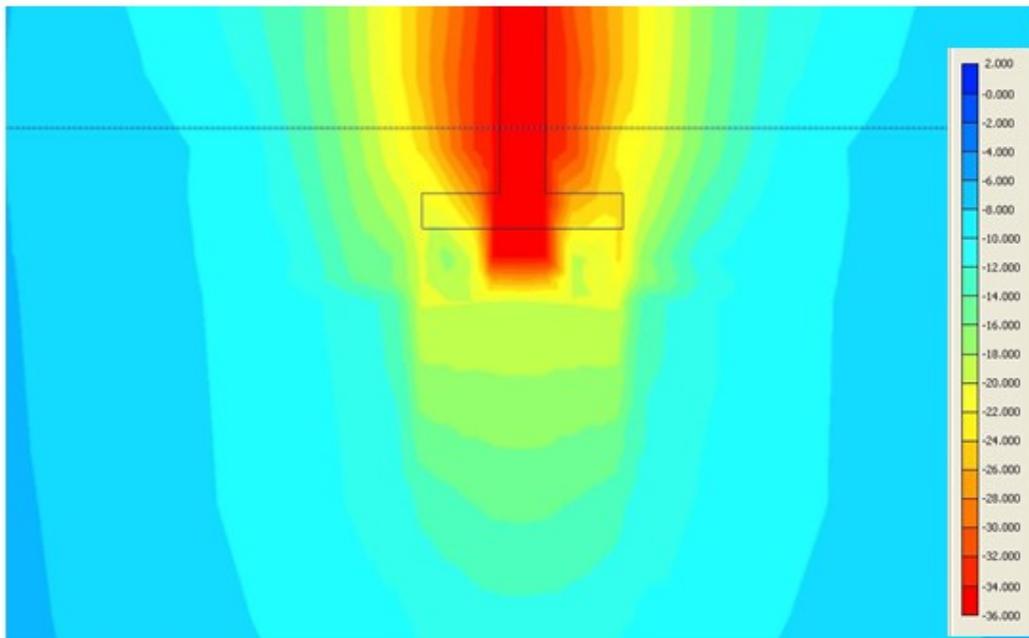


Рис. 1.5. Характер розподілу головних вертикальних напружень в масиві ґрунту при моделюванні роботи стрічкового фундаменту з банкетами в рівні ґрунту (навантаження на фундамент 479 кН, осідання 38мм)

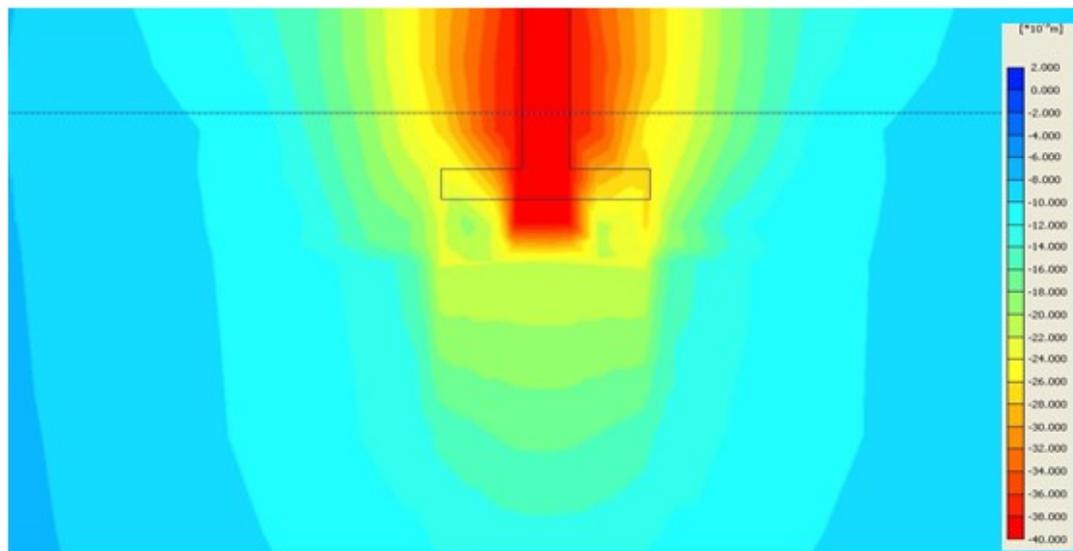


Рис. 1.6. Характер розподілу головних вертикальних напружень в масиві ґрунту при моделюванні роботи стрічкового фундаменту без банкетів (навантаження на фундамент 479 кН, осідання 40мм)

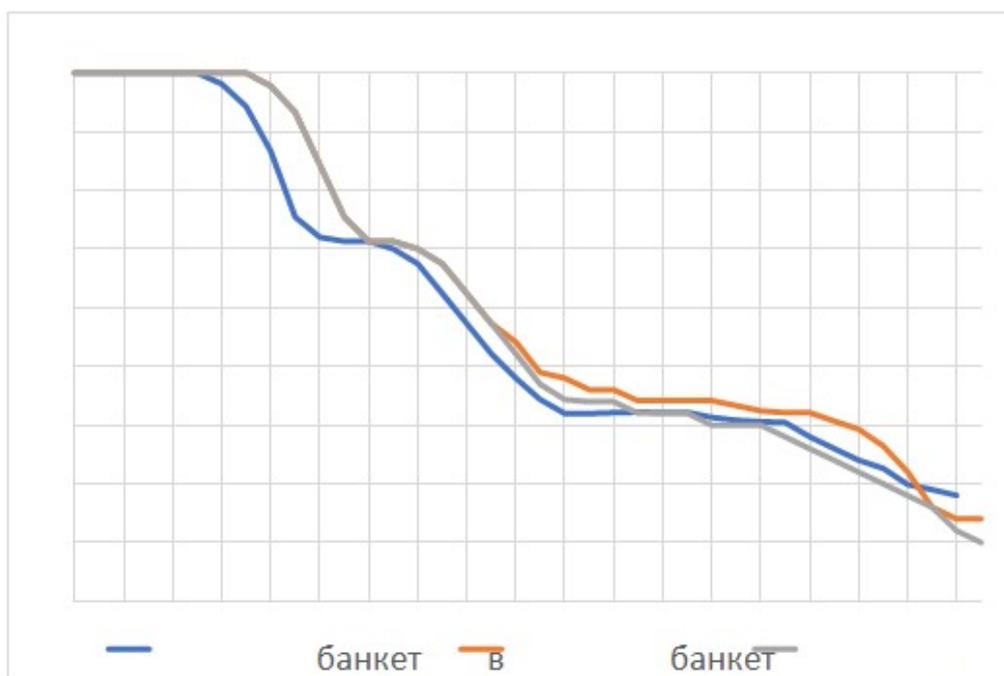


Рис. 1.7. Графіки осідання–навантаження при моделюванні роботи стрічкового фундаменту (максимальна величина навантаження 479 кН)

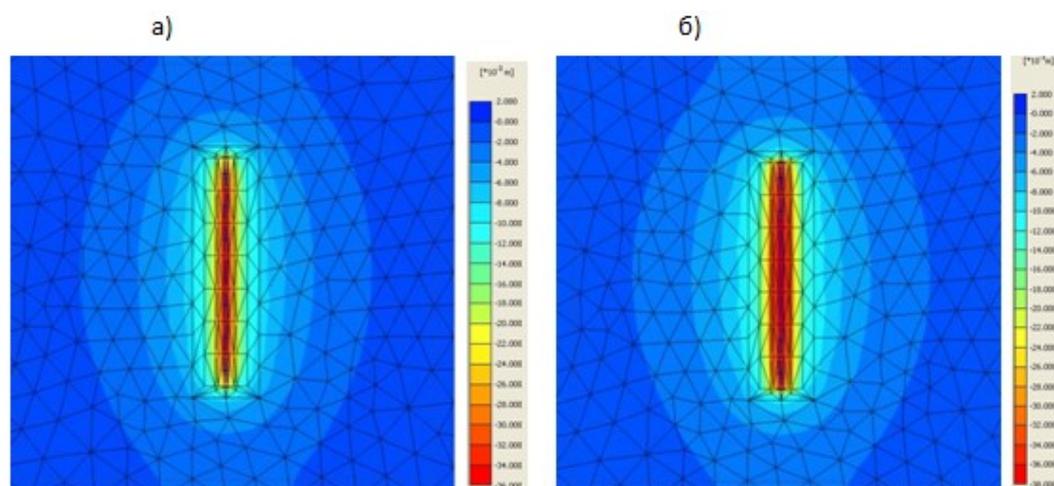


Рис. 1.8. Характер розподілу головних вертикальних напружень в масиві ґрунту при моделюванні роботи стрічкового фундаменту (навантаження на фундамент 479 кН) при банкетах в рівні підшви фундаменту (а) та в рівні ґрунту (б)

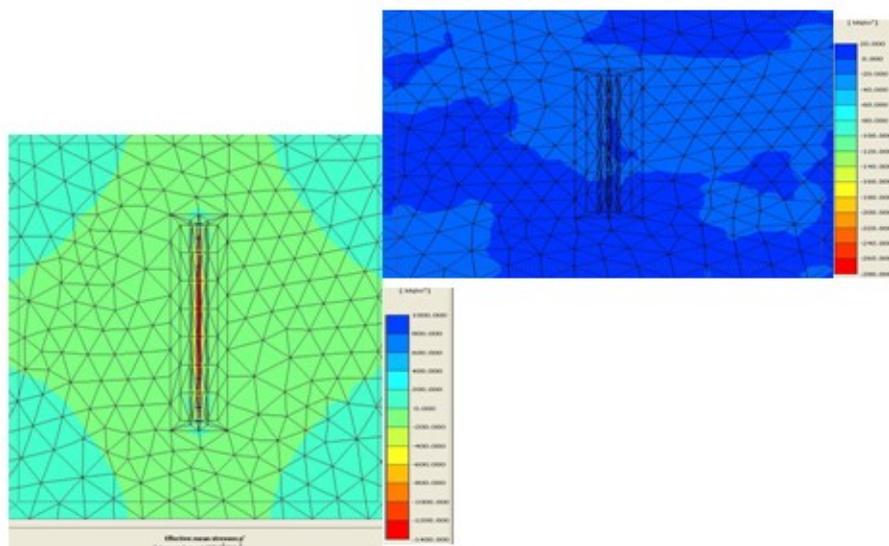


Рис. 1.9. Характер розподілу головних вертикальних напружень в масиві ґрунту при моделюванні роботи стрічкового фундаменту на ґрунтовій подушці (навантаження на фундамент 479 кН) з банкетами в рівні підшви фундаменту (а) та в рівні ґрунту (б)

Таблиця 1.5. Несуча здатність стрічкового фундаменту з різними положенням банкетів

№ п/п	Розміщення банкетів	Несуча здатність, кН
1	в рівні фундаменту	1200
2	в рівні ґрунту	1000
3	відсутні	700

На основі графічних зображень і детального математичного моделювання очевидно, що банкети, розташовані на рівні землі, здатні ефективно витримувати прикладені навантаження. Однак, щоб узгодити ці висновки з характеристиками банкеток, розташованих на рівні фундаменту, необхідний поправочний коефіцієнт 0,80. Це налаштування має вирішальне значення для точної оцінки несучої здатності банкетів, оскільки воно відображає повторне калібрування, необхідне для їхніх розмірів.

Коли банкети встановлюються на рівні землі, підстильний ґрунт ефективно захоплюється під підвищеним навантаженням, посилюючи ефект

зміцнення. Навпаки, банкети, розміщені на рівні фундаменту, виявляють ефект зміцнення, лише 82% ефективності, що спостерігається на рівні землі.

Для відповідності нормативним нормам, що регламентують розміщення банкетів у верхніх зонах, застосування коефіцієнта зниження 0,80 забезпечує ретельну оцінку цілісності конструкції та несучої здатності системи.

Висновок

Вивчаючи методи зміцнення фундаментів, стає очевидним, що доступний різноманітний набір методів, що охоплює як традиційні практики, так і передові інновації. Кожен проект реставрації або реконструкції вимагає індивідуального підходу до зміцнення фундаменту, визнаючи, що жодне єдине рішення не є універсальним. Цілісна оцінка системи фундамент-фундамент-будівля має вирішальне значення, оскільки вимагає ретельної оцінки стану ґрунту, як видимих, так і прихованих пошкоджень конструкції, віку будівлі, використаних методів будівництва та якості матеріалів.

Ретельний процес вибору методів зміцнення передбачає суворе тестування, експерименти та точні розрахунки. Хоча однозначної відповіді немає, інтеграція перевірених часом технологій із новими сучасними практиками, здається, представляє майбутнє будівництва. Цей збалансований підхід гарантує, що кожен проект отримує переваги від надійності традиційних методів, водночас охоплюючи досягнення, які пропонують сучасні технології.

РОЗДІЛ 2. ОПИС АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ БУДІВЛІ

2.1. Ситуаційний план

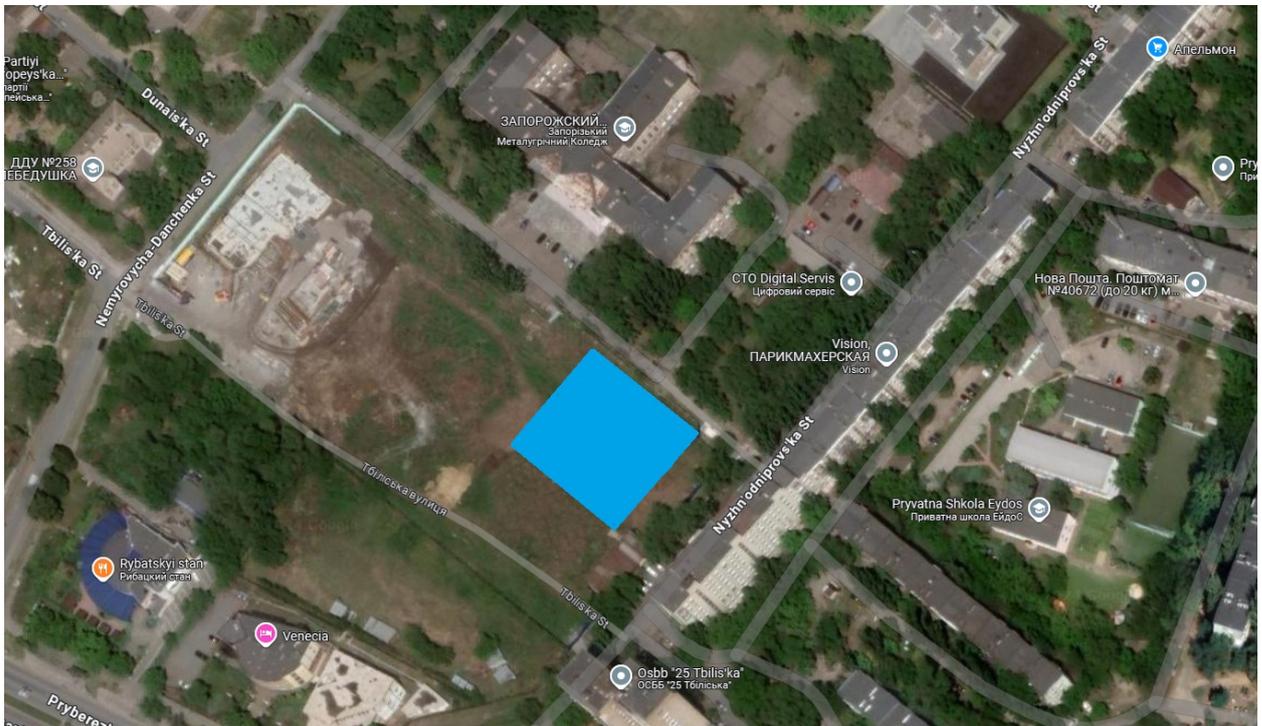


Рис. 2.1. Ситуаційний план

Торгово-розважальний центр розташований на Тбілісівській вулиці в місті Запоріжжя. Будівельний майданчик огорожено та позначено на ситуаційному плані синім зафарбуванням.

2.2. Об'ємно-планувальне рішення

Торгово-розважальний центр являє собою залізобетонну каркасну конструкцію висотою 22,33 метрів, розділену на чотири поверхи. Кожен поверх має однакову висоту 3,7 метра, що сприяє ефективному та рівномірному розподілу навантаження. Розміри будівлі становлять 108 на 72 метра. Основна передача навантаження всередині будівлі здійснюється через залізобетонні колони і ригелі, які підтримують вертикальні і горизонтальні навантаження і направляють їх вниз до фундаменту. Каркасна система забезпечує стабільність конструкції та надає гнучкість у просторовому розташуванні внутрішніх приміщень.

Конструкція перекриття складається з монолітних залізобетонних плит товщиною 250 мм. Ці плити заливаються з використанням жорсткої опалубки, що забезпечує рівномірність і щільність укладання бетону. Такий монолітний підхід дозволяє отримати плити з високою міцністю на стиск, яка досягає 30-35 МПа. Сталева арматура в цих плитах з високоміцної сталі з межею текучості 400-500 МПа, ще більше підвищує опір розтягуванню, що дозволяє плитам перекриття витримувати значні навантаження без деформації.

Кожен поверх складається з великих відкритих холів, спроектованих для адаптації просторового планування. Ці зали можна розділити на окремі торгові павільйони різних розмірів за допомогою не несучих перегородок, побудованих з легких матеріалів. Перегородки мінімально впливають на навантаження на каркасну конструкцію, оскільки слугують виключно для поділу простору, не виконуючи конструктивної функції.

Використання залізобетону в колонах і ригелях забезпечує високу вогнестійкість і довговічність, з очікуваним терміном служби понад 50 років при стандартному обслуговуванні. Каркасна конструкція спроектована таким чином, щоб витримувати зовнішні навантаження.

2.3. Архітектурно-конструктивне рішення

Фундаменти та основи

Торгово-розважальний центр, побудований на стабільному чорноземному ґрунті, використовує залізобетонні стрічкові фундаменти для підтримки своєї каркасної конструкції. Фундамент має ширину 1400 мм і глибину 1,8 метра, сягаючи нижче лінії промерзання.

Стрічковий фундамент армується сталевими прутами розташованими у вигляді сітки з інтервалом 200 мм двома шарами розташованими у верхній і нижній частинах фундаменту. Кожен шар арматури знаходиться в межах 40-50 мм від бетонного покриття для запобігання корозії. Бетон фундаменту має міцність на стиск 30-40 МПа, що забезпечує довговічність і стійкість до впливу факторів навколишнього середовища.

Під час реконструкції торгово-розважального центру стрічковий фундамент буде підсилено банкетами для підвищення його несучої здатності та стабільності. Банкетки, які виконуються у вигляді розширених секцій в основі стрічкового фундаменту, збільшують ширину фундаменту приблизно на 200-300 мм з кожного боку. Ця додаткова ширина дозволяє більш рівномірно розподілити навантаження, зменшити тиск на чорноземний ґрунт і мінімізувати ризик просідання ґрунту під значною вагою будівлі.

Банкетки армовані горизонтальними сталевими прутами, розміщеними в сітчастій конфігурації для забезпечення додаткової міцності на розрив. Для армування банкетки використовуються сталеві пруті діаметром 20 мм, з відстанню між прутами 150-200 мм. Таке розташування забезпечує ефективну протидію напруженням зсуву та згину, які можуть виникати внаслідок концентрованих навантажень від залізобетонних колон.

Зовнішні, внутрішні стіни та перегородки

Стіни торгово-розважального центру складаються з навісних сендвіч-панелей, що слугують для зовнішнього облицювання. Ці сендвіч-панелі складаються з трьох основних шарів: внутрішнього структурного шару, теплоізоляційного ядра і зовнішнього захисного шару, які зібрані для забезпечення теплової ефективності, довговічності і стійкості до впливу навколишнього середовища.

Внутрішній шар сендвіч-панелі, який звернений всередину будівлі, являє собою оцинкований сталевий лист товщиною 0,7 мм. Цей шар забезпечує структурну жорсткість панелі, дозволяючи їй надійно кріпитися до залізобетонного каркасу будівлі. Оцинковане покриття забезпечує стійкість до корозії, гарантуючи довговічність в різних погодних умовах.

Серцевиною сендвіч-панелі є шар теплоізоляції, що складається з жорсткої пінополіуретанової піни товщиною 150 мм. Теплоізоляційний матеріал має теплопровідність 0,037 Вт/м·К.

Зовнішній шар панелі, що піддається впливу зовнішніх елементів, являє собою сталевий лист 0,7 мм, покритий поліестерелом. Таке покриття

має високу стійкість до ультрафіолетового випромінювання, вологи та перепадів температур, зберігаючи зовнішній вигляд і структурну цілісність панелі протягом тривалого часу.

Відновлення зовнішнього вигляду сендвіч-панелей, які зіпсувалися під впливом сонця, передбачає системний підхід до ремонту та захисту панелей. Процес відновлення починається з очищення поверхонь за допомогою неабразивного миючого засобу для видалення накопиченого бруду і кіптяви. Для сильних відкладень можна застосувати миття під низьким тиском, гарантуючи, що зовнішній шар не буде пошкоджений.

Після очищення ретельний огляд дозволяє оцінити ступінь пошкодження, включаючи вицвітання і деградацію зовнішнього покриття. Якщо захисний шар має значне вицвітання або крейдиані плями, наноситься високоякісна фарба призначена для металевих поверхонь. Таке відновлювальне покриття має товщину 100 мікрон.

У випадках, коли зовнішнє покриття потріскалося або відшарувалося, може знадобитися зачистка пошкодженого покриття перед нанесенням нового шару. Для цього використовують шліфування та хімічні засоби для видалення фарби, а потім очищають поверхню, щоб забезпечити належну адгезію нової ґрунтовки та покриття. Для сильно пошкоджених ділянок може знадобитися заміна окремих панелей.

Покрівля

Модернізація даху торгово-розважального центру передбачає перенесення компонентів систем вентиляції та опалення на дах, що вимагає демонтажу існуючої покрівельної системи. Існуюча покрівля складається з багатошарової конструкції на основі залізобетонної плити товщиною 250 мм.

Процес демонтажу починається з обережного видалення існуючих покрівельних матеріалів. Нова теплоізоляція буде складатися з жорстких плит з пінополіізоціанурату товщиною 125 мм з теплопровідністю 0,022 Вт/м-К, що забезпечить ефективний термічний опір.

Для гідроізоляції поверх шару ізоляції буде встановлена нова мембрана товщиною 1,5 мм, яка буде приклеєна механічно для забезпечення надійного прилягання. Мембрана обрана за відмінну стійкість до ультрафіолетового випромінювання та довговічність, що забезпечує довготривалий захист від проникнення води.

Для підтримки вентиляційного та опалювального обладнання будуть встановлені конструкційні опори з оцинкованої сталі та залізобетонні бордюри, розраховані на вагу та розміри механічних систем. Ця конструкція передбачає віброізоляцію для мінімізації шуму та руху. Завершена покрівельна конструкція включатиме захисний шар бітумного покриття для захисту від ультрафіолету та фізичного зносу.

Покриття підлог

Під час реконструкції торгово-розважального центру всі підлогові покриття в торгових залах будуть замінені на епоксидні підлоги. Процес починається з видалення існуючої керамічної плитки. Для відокремлення плитки від бетонної основи використовуються спеціалізовані інструменти, такі як плиткорізи та зубила. Залишки клею зішкрібають, щоб отримати гладку поверхню.

Будь-які виявлені дефекти усуваються за допомогою бетонної суміші, яка має міцність на стиск 25-30 МПа. Потім поверхня очищається знежирювальним засобом, щоб на ній не було пилу і забруднень, і повністю висихає перед тим, як продовжити роботи.

Для покращення адгезії наноситься ґрунтувальний шар малов'язкої епоксидної смоли товщиною 0,15 мм. На підготовлену підлогу наливається основний шар епоксидної смоли, приготований шляхом змішування епоксидної смоли і затверджувача у співвідношенні 2:1 за об'ємом. Ця епоксидна суміш має товщину 5 мм. Для покращення естетики та стійкості до ковзання буде додано декоративні пігменти розміром 1-3 мм з нормою завантаження 5-10% від маси епоксидної смоли.

Після затвердіння наноситься захисне покриття для підвищення довговічності та хімічної стійкості. Це покриття на основі епоксидної смоли має товщину 0,2 мм.

Зовнішнє і внутрішнє опорядження

Відновлення покрівельних матеріалів на стінах і стелі в торгових залах передбачає видалення зношених покриттів, ремонт основи та нанесення модернізованих матеріалів для підвищення довговічності та енергоефективності.

Зі стін знімають існуюче покриття фарбу та штукатурку, а пошкоджені ділянки зашпаровують сумішшю з межею міцності на стиск 15-20 МПа. Потім стіни ґрунтуються, після чого встановлюється нове оздоблення з вогнестійкого гіпсокартону. Для довговічності наносять акрилову фарбу стійку до ультрафіолету та плям.

Зі стелі видаляються пошкоджені панелі, а основа конструкції обстежується і, за необхідності, ремонтується. Для покращення теплових характеристик встановлюється новий шар скловолокна товщиною 100 мм з теплопровідністю 0,03-0,04 Вт/м-К. Пароізоляція також може бути додана для запобігання проникненню вологи. Встановлюються нові стельові панелі з використанням корозійностійких підвісних систем з оцинкованої сталі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2016 [Чинний від 2017-06-01]. -К: Держбуд України, 2017. – 84 с. (Національні стандарти України).
2. Благоустрій територій (зі Змінами): ДБН Б.2.2-5:2011 [Чинний від 2012-09-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. – 44 с. (Національні стандарти України).
3. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28:2018 [Чинний від 2019-02-28]. -К: Мінрегіонбуд України, 2018. – 7 с. (Національні стандарти України).
4. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014 [Чинний від 2014-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2014. – 10 с. (Національні стандарти України).
5. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 [Чинний від 2016-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2017. – 15 с. (Національні стандарти України).
6. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2016 [Чинний від 2017-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2016. – 13-16 с. (Національні стандарти України).
7. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018.
8. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією: ДБН В.2.6-33:2018.
9. Покриття будівель і споруд: ДБН В.2.6-220:2017
10. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Підлоги.
11. Вікна та двері: ДСТУ EN 14351-1:2020.
12. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Оздоблювальні роботи

13. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-75:2013.
14. Охорона праці і промислова безпека в будівництві ДБН А.3.2-2-2009: [Чинний від 2012-04-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2012. – 53-54 с. (Національні стандарти України).
15. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016 [Чинний від 2016-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2016. – 44-46 с. (Національні стандарти України).
16. Кошторисні норми України «Настанова з визначення вартості будівництва»: [Чинний від 2021-11-09]. -К: Мінрегіонбуд України, 2021. – 44-46 с. (Національні стандарти України).
17. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6- 98:2009 [Чинний від 2011-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2011. – 45 с. (Національні стандарти України).