

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект корпусу лабораторії для випробування будівельних
конструкцій

Виконала: студентка 4 курсу, групи МБз-41
спеціальності _____

192. Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Студент

_____ Ткачук А. А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ Баран Д. Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

_____ Мещерякова О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

_____ Ясній В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент

_____ Качка О. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В. П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Ткачук Ангеліні Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект корпусу лабораторії для випробування будівельних конструкцій

Керівник роботи Баран Денис Ярославович, кандидат технічних наук, доцент кафедри БМ

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

Затверджені наказом ректора від «08» квітня 2026 року № 4/9-175.

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи Завдання на проектування корпусу лабораторії для випробування будівельних конструкцій у м. Харків;

природно-кліматичні, сейсмічні та інженерно-геологічні умови; двоповерхова каркасна будівля з підвалом, навчальною, випробувальною і складською зонами; мостовий кран 30 т; залізобетонні конструкції та фундаменти.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Розробити генеральний план, архітектурно-будівельні та об'ємно-планувальні рішення лабораторного корпусу.

Обґрунтувати конструктивні й технологічні рішення, оздоблення будівлі та заходи пожежної безпеки.

Сформувати просторову кінцево-елементну модель, визначити навантаження, характеристики бетону й арматури.

Виконати розрахунок будівельних конструкцій та підібрати армування монолітних залізобетонних елементів.

Оцінити інженерно-геологічні умови та розрахувати стрічковий і стовпчасті фундаменти на природній основі.

Розробити заходи з безпеки життєдіяльності й охорони праці; сформулювати загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Генеральний план; техніко-економічні показники ділянки; роза вітрів.

Плани підвального, першого та другого поверхів; експлікації приміщень.

Фасади, характерні розрізи та схема функціонального зонування лабораторного корпусу.

Схема технологічного процесу; розміщення зон випробувань, складування і навчання.

Конструктивна схема будівлі; плани розташування колон, перекриттів і покриття.

Просторова кінцево-елементна схема; ізополя та схеми армування монолітних ділянок.

Інженерно-геологічний розріз; схема розташування стрічкових і стовпчастих фундаментів.

Розрахункові схеми, опалубні креслення та армування фундаментів.

Мультимедійна презентація — не менше 16 слайдів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Гурик О. Я., к.т.н., доцент кафедри МТ		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Окіпний І. Б., к.т.н., завідувач кафедри МТ		
Нормоконтроль	Мещерякова О. М., старший викладач кафедри БМ		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Ткачук А. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Баран Д. Я.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	9
1.1 Характеристика району та майданчика будівництва	9
1.2 Рішення генерального плану.....	10
1.3 Об'ємно-планувальне рішення.....	11
1.4 Конструктивні рішення	12
1.5 Технологічний процес.....	13
1.6 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	13
1.7 Пожежна безпека.....	13
РОЗДІЛ 2 БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ.....	15
2.1 Загальні положення розрахунків	15
2.2 Визначення характеристик бетону та арматури	16
2.3 Опис розрахункової схеми	17
2.4 Опис навантажень та їх характеристики	18
2.5 Підбір арматури.....	19
2.7 Результати розрахунку.....	20
2.8 Висновок до розділу 2.....	23
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	24
3.1 Вихідні дані для розрахунку фундаменту	24
3.2 Аналіз інженерно-геологічних умов майданчика будівництва.....	25
3.2.1 Короткий опис території.....	25
3.2.2 Геологічна будова та гідрологічні умови	25
3.2.3 Літологічна будова	25
3.2.4 Визначення вихідних та класифікаційних характеристик ґрунту	26
3.2.5 Поелементна оцінка геологічних умов розвіданого інженерно-геологічного елемента (ІГЕ).....	27
3.3 Визначення глибини закладення фундаменту	28
3.3.1 Глибина закладення за конструктивними вимогами.....	28
3.3.2 Глибина закладення за умовами промерзання	28

3.4 Обґрунтування типу фундаменту	29
3.4.1 Розрахунок і проектування стрічкового фундаменту на природному ґрунті на відмітці	29
3.4.2 Розрахунок і проектування стовпчастого фундаменту	33
3.4.3 Розрахунок і проектування стовпчастого фундаменту	36
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	39
4.1 Загальні положення	39
4.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, ділянок робіт та робочих місць	39
4.3 Вимоги безпеки при складуванні матеріалів і конструкцій	41
4.4 Безпека транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт	42
4.5 Безпека праці при виконанні земляних робіт	45
4.6 Безпека праці під час електрозварювальних робіт	46
4.7 Вимоги безпеки при монтажних роботах	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	50
БІБЛІОГРАФІЯ.....	53

ВСТУП

Кваліфікаційна робота присвячена проєктуванню навчальної лабораторії з випробування будівельних конструкцій та матеріалів у м. Харків. Об'єкт має поєднувати навчальну, випробувальну та складську функції, тому його проєктування потребує узгодження архітектурно-планувальних рішень, конструктивної схеми, технологічного процесу, фундаментних рішень та вимог безпеки під час будівництва й експлуатації.

Актуальність теми визначається потребою у створенні спеціалізованої будівлі, призначеної для проведення випробувань будівельних конструкцій, матеріалів, ґрунтів і фундаментів, а також для організації навчального процесу. Такий об'єкт повинен мати достатні габарити виробничо-випробувальних зон, можливість переміщення важких конструкцій, надійну несучу систему, раціональне зонування та безпечні умови роботи персоналу і студентів.

Об'єктом проєктування є навчальна лабораторія з випробування будівельних конструкцій та матеріалів, розташована на незабудованій ділянці в м. Харків.

За об'ємно-планувальним рішенням лабораторія запроєктована як будівля прямокутної форми в плані з двома надземними поверхами та підвальним поверхом. Зв'язок між поверхами забезпечується сходами, а між першим і підвальним поверхом також передбачено ліфт. На першому поверсі розміщені зони випробування будівельних конструкцій і матеріалів, випробування ґрунтів і фундаментів, зони розвантаження, зберігання ґрунту та ущільненого ґрунту. На другому поверсі передбачено навчальні кабінети, приміщення кафедри та санітарно-побутові приміщення. У підвалі розміщено зону випробувань ґрунтів і зону складування матеріалів.

Технологічна схема роботи лабораторії передбачає поєднання навчальної діяльності з практичними випробуваннями конструкцій і матеріалів. Для переміщення дослідних зразків та важких елементів у будівлі передбачено мостовий кран вантажопідйомністю 30 т. Функціонально будівля поділена на

навчальну зону, зону випробувань і зону складування, що забезпечує раціональну організацію основних процесів.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних і фундаментних рішень навчальної лабораторії з випробування будівельних конструкцій та матеріалів з урахуванням функціонального призначення будівлі, умов будівельного майданчика, технологічного процесу, навантажень на несучі конструкції та вимог безпеки життєдіяльності.

Для досягнення поставленої мети у роботі виконано такі завдання:

1. Охарактеризовано район і майданчик будівництва, наведено основні кліматичні, сейсмічні та експлуатаційні характеристики об'єкта.
2. Розроблено рішення генерального плану з урахуванням під'їздів до будівлі, розміщення допоміжних споруд, паркування, дорожнього покриття, озеленення та благоустрою території.
3. Обґрунтовано об'ємно-планувальну структуру лабораторії, визначено склад приміщень першого, другого та підвального поверхів, а також організацію входів, в'їздів і евакуаційних виходів.
4. Прийнято конструктивну схему будівлі, визначено основні несучі та огорожувальні елементи: залізобетонні колони, ферми, плити перекриття, цегляні огорожувальні конструкції та залізобетонні сходи.
5. Описано технологічний процес роботи лабораторії, зокрема функціональне призначення зон випробувань, складування і навчання, а також використання мостового крана для переміщення конструкцій і матеріалів.
6. Розглянуто рішення щодо внутрішнього та зовнішнього оздоблення з урахуванням призначення приміщень: шліфовані бетонні підлоги у випробувальних і складських зонах, затирка стін, лінолеум та вапняне оздоблення в навчальній зоні.
7. Передбачено заходи пожежної безпеки, зокрема евакуацію з підвалу, першого та другого поверхів, відкривання дверей у напрямку виходу, використання негорючих матеріалів на шляхах евакуації, автоматичне виявлення пожежі, первинні засоби пожежогасіння та протипожежні гідранти.

8. Виконано розрахунок будівельних конструкцій із застосуванням методу кінцевих елементів. Розрахункова схема будівлі прийнята як просторова система, що включає фундаментну плиту, фундаментні елементи, колони, ригелі, плити покриття та зовнішні стіни.

9. Визначено характеристики бетону та арматури, описано розрахункову схему, навантаження і параметри кінцево-елементної моделі, після чого виконано підбір арматури за результатами розрахунку.

10. Розроблено розділ основ і фундаментів: проаналізовано інженерно-геологічні умови майданчика, визначено характеристики ґрунтів, глибину закладення фундаментів, обґрунтовано тип фундаменту та виконано розрахунок стрічкових і стовпчастих фундаментів.

11. Розглянуто вимоги безпеки життєдіяльності під час виконання будівельних робіт, зокрема облаштування будівельного майданчика, складування матеріалів, транспортні та вантажно-розвантажувальні роботи, земляні, електрозварювальні, монтажні та покрівельні роботи.

Вихідними даними для проектування є місце розташування об'єкта в м. Харків, рівнинний характер майданчика, абсолютна відмітка рельєфу 245 м, кліматичні та сейсмічні умови району, функціональне призначення лабораторії, каркасна конструктивна схема, наявність двох надземних поверхів і підвалу, застосування залізобетонних колон і ферм, цегляних огорожувальних конструкцій, а також необхідність улаштування зон випробувань, складування та навчання.

Методи виконання роботи включають аналіз архітектурно-планувальних і конструктивних рішень, розрахунок будівельних конструкцій методом кінцевих елементів, підбір арматури для залізобетонних елементів, оцінку інженерно-геологічних умов, розрахунок фундаментів на природній основі та розроблення заходів безпечного виконання будівельних робіт.

Практичне значення роботи полягає в розробленні комплексного проєктного рішення навчальної лабораторії, яке забезпечує поєднання навчального процесу, випробувань будівельних конструкцій і матеріалів,

складування та переміщення важких елементів. Прийняті рішення спрямовані на забезпечення функціональності будівлі, надійності несучих конструкцій, стійкості фундаментів і безпечної експлуатації об'єкта.

Ключові слова: лабораторія випробування будівельних конструкцій, залізобетонний каркас, каркасна будівля, міцність, надійність.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Характеристика району та майданчика будівництва

Ділянка для будівництва навчальної лабораторії з випробування будівельних конструкцій та матеріалів знаходиться в м. Харків. (Рис. 1.1).

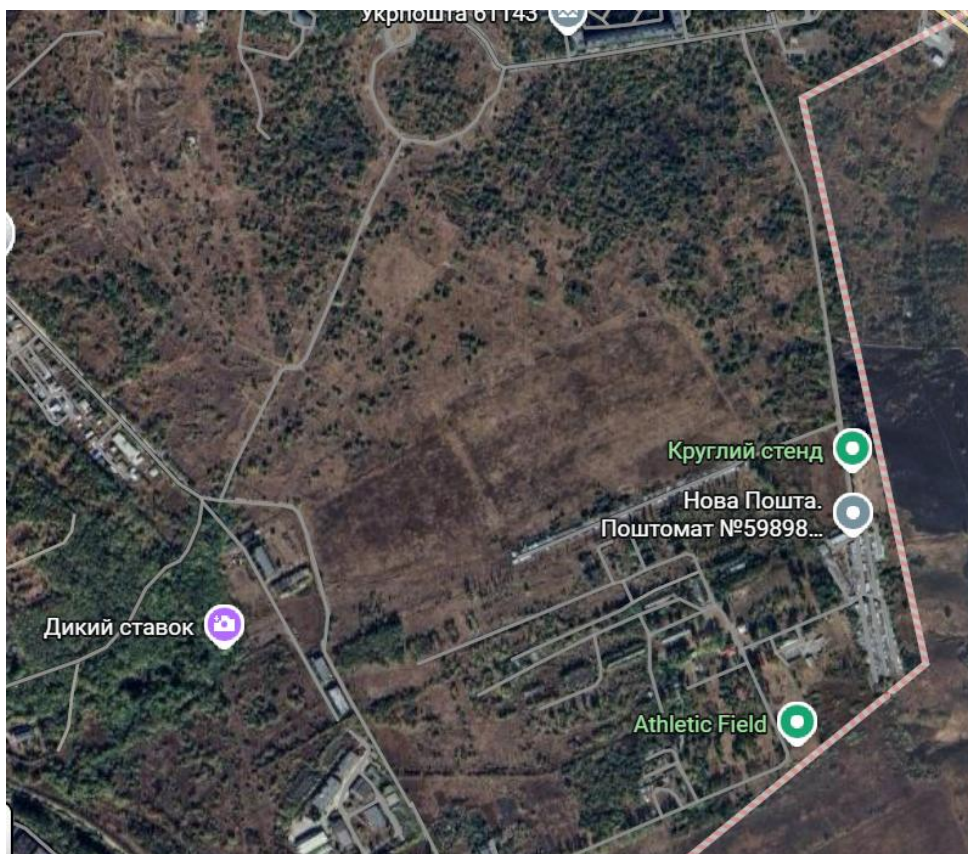


Рисунок 1.1 - Місце розташування об'єкта будівництва

Територія ділянки забудови має рівнинну місцевість. На даний момент ділянка не забудована, рельєф ділянки має абсолютну відмітку 245 м.

Характеристики будівлі:

Ступінь вогнестійкості - II [2];

Рівень відповідальності - нормальний [2];

Ступінь довговічності - II [3].

Будівництво ведеться в першому кліматичному районі, підрайоні I Д [4].

Кліматичні параметри:

- Абсолютна мінімальна температура зовнішнього повітря—27°C[4];
- -27°C[4]Температура найхолоднішої доби з імовірністю—27°C[4];
- -27°C[4]Температура найхолоднішої п'ятиденки з імовірністю—27°C[4];
- -27°C[4]Тривалість у добі (період із середньою температурою повітря—27°C[4].

Сейсмічність району з 10% ступенем сейсмічної небезпеки протягом 50 років -7 балів[5].

1.2 Рішення генерального плану

Генеральний план навчальної лабораторії спроектований відповідно до нормативних вимог.

Генеральний план ділянки має прямокутну форму розміром 156 × 167м.

Під'їзд до об'єкта будівництва здійснюється із західного напрямку.

На території ділянки розташовано:

- трансформатор;
- складське приміщення розміром 25 × 25 м.;
- будівля корпусу Б;
- парковка для легкових автомобілів на 23 місця;
- ширина автомобільної дороги становить 8 м.

Техніко-економічні показники генплану:

Площа ділянки -26200 м²;

Площа озеленення -15000 м²;

Площа дорожнього покриття — 9770 м²;

Щільність забудови -30%;

Загальна площа забудови—1777 м².

Зв'язок між будівлями здійснюється за допомогою дорожнього покриття.

З метою екологічного благоустрою на ділянці будівництва висаджено листяні дерева, влаштовано квіткову клумбу та газон.

Територія навчальної лабораторії є відкритою для проникнення вітрових потоків. Для правильного розташування та захисту будівлі від вітрових потоків застосовується графік вітрових потоків, що показує напрямок і частоту руху вітрових потоків.

Дані щодо напрямку вітру представлені на рисунку 1.2.

Таблиця 1.1 - Повторюваність напрямків вітру м.Харків

у січні, %								у липні, %							
Пн	ПнС _х	Сх	ПдЗх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ _х	Пн	ПнС _х	Сх	ПдЗх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ _х
19	1	1	7	15	36	11	10	29	8	6	8	15	17	10	7

Побудова вітрової троянди представлена на рисунку 1.3.

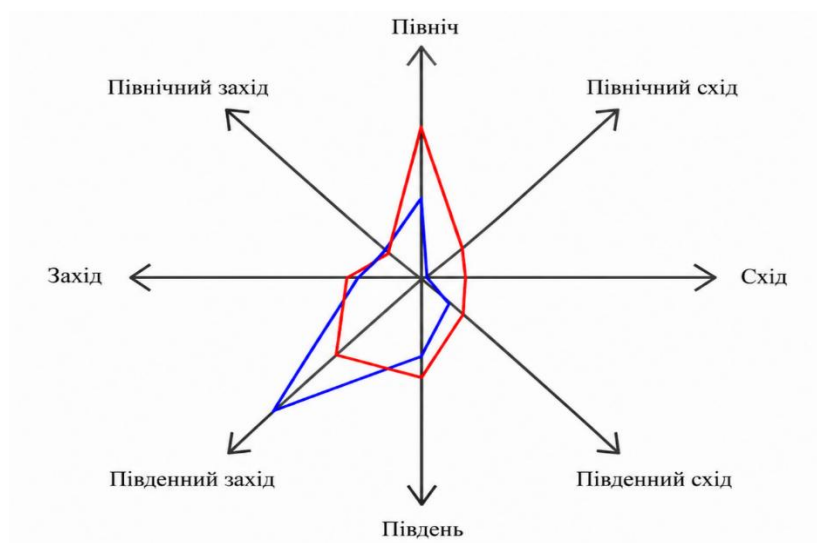


Рисунок 1.3 - Графік вітрової троянди

1.3 Об'ємно-планувальне рішення

Проектована будівля навчальної лабораторії має прямокутну форму в плані, розмірами 48 × 24 м.

Передбачено два входи в будівлю з південного боку та один з північного, а також два в'їзди для вантажних машин, по одному з північного та південного боку

будівлі. Також передбачено два пожежні виходи з другого поверху та два виходи з підвального поверху

Будівля має 2 поверхи та підвал. Зв'язок між поверхами здійснюється за допомогою сходів та ліфта для сполучення між першим і підвальним поверхом.

На першому поверсі лабораторії розташовані: зона для випробування будівельних конструкцій і матеріалів, зона для випробувань ґрунтів і фундаментів, дві зони розвантаження, зона для зберігання ґрунту, зона для ущільненого ґрунту.

На другому поверсі розташовані: санвузол для чоловіків, санвузол для жінок, приміщення кафедри, два навчальні кабінети.

У підвальному поверсі розташовані: зона для проведення випробувань ґрунтів, зона для складування матеріалів.

1.4 Конструктивні рішення

Проектована лабораторія має каркасну конструктивну схему.

Навчальна лабораторія розділена на три зони: навчальна зона, зона випробувань, зона складування. Навчальна зона розташована на другому поверсі, має розміри в осях 6×48 м, висота до низу несучих конструкцій становить 3,44 м, крок колон 6 м, перекриття зроблено з багатопорожнистих залізобетонних плит, товщиною 220 мм, є дверні та віконні прорізи. Зона випробувань розташована на першому поверсі, має розміри в осях 24×48 м, висота до низу несучих конструкцій становить, крок колон 6 м, є дверні та віконні прорізи. Зона складування знаходиться в підвальному поверсі, має розміри в осях 24×48 м, висоту до низу несучих конструкцій 3 м, є сітка колон 6×6 м.

Сходи залізобетонні з висотою сходинки 150 мм і підсходинкою 300 мм. Огорожа сходів металева висотою 90 см.

Колони – залізобетонні, ферми – залізобетонні, огорожі – цегляні.

1.5 Технологічний процес

Навчальна лабораторія поєднує в собі два види діяльності: навчальну та випробувальну.

Усередині будівлі знаходиться мостовий кран вантажопідйомністю 30 тонн, для підйому та переміщення випробуваних конструкцій і матеріалів.

Навчальна лабораторія включає в себе наступні зони:

- зона випробувань (843,25 м²);
- зона складування (1212,1 м²);
- навчальна зона (130,33 м²).

1.6 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Звіт про внутрішнє оздоблення наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 — Специфікація внутрішнього оздоблення

№ позиції	Елемент	Вид оздоблення	Площа, м ²
Підвал			
1	Стіни	Затирка	576
2	Підлоги	Шліфовані бетонні підлоги	1099,46
Зона випробувань			
1	Стіни	Затирка	2592
2	Підлоги	Шліфовані бетонні підлоги	1 071,61
Навчальна зона			
1	Стіни	Оздоблення вапняним розчином	350,55
2	Підлоги	Лінолеум	220,06

1.7 Пожежна безпека

У навчальній лабораторії евакуація з підвалу здійснюється через сходи на перший поверх та евакуаційні виходи на вулицю.

З першого поверху евакуація здійснюється через ворота та двері.

З другого поверху через сходи на перший поверх, а також через евакуаційні виходи на вулицю.

Висота евакуаційних виходів у світлі 2,1 м.

Внутрішнє оздоблення шляхів евакуації, коридорів передбачено з негорючих матеріалів.

Двері евакуаційних виходів та інші двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі.

Встановлено системи автоматичного виявлення пожежі;

Наявність первинних засобів пожежогасіння.

На території навчальної лабораторії влаштовані протипожежні гідранти, призначені для гасіння пожежі, у разі її поширення на території об'єкта будівництва.

РОЗДІЛ 2

БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

2.1 Загальні положення розрахунків

В основу розрахунку покладено метод кінцевих елементів з використанням в якості основних невідомих переміщень і поворотів вузлів розрахункової схеми. У зв'язку з цим ідеалізація конструкції виконана у формі, пристосованій до використання цього методу, а саме: система представлена у вигляді набору тіл стандартного типу (стрижнів, пластин, оболонок тощо), що називаються кінцевими елементами та приєднані до вузлів.

Тип кінцевого елемента визначається його геометричною формою, правилами, що визначають залежність між переміщеннями вузлів кінцевого елемента та вузлів системи, фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями та внутрішніми переміщеннями, і набором параметрів (жорсткостей), що входять до опису цього закону, тощо.

Вузол у розрахунковій схемі методу переміщень представлений у вигляді абсолютно жорсткого тіла з мізерно малими розмірами. Положення вузла в просторі при деформаціях системи визначається координатами центру та кутами повороту трьох осей, жорстко пов'язаних з вузлом. Вузол представлений як об'єкт, що має шість ступенів свободи — три лінійні зміщення та три кути повороту. Усі вузли та елементи розрахункової схеми нумеруються. Номери, присвоєні їм, слід трактувати лише як імена, які дозволяють робити необхідні посилання.

Основна система методу переміщень обирається шляхом накладення в кожному вузлі всіх зв'язків, що забороняють будь-які вузлові переміщення. Умови рівності нулю зусиль у цих зв'язках є дозвільними рівняннями рівноваги, а зміщення зазначених зв'язків — основними невідомими методу переміщень. У загальному випадку в просторових конструкціях у вузлі можуть бути присутні всі шість переміщень:

- лінійне переміщення вздовж осі X ;
- лінійне переміщення вздовж осі Y ;

- лінійне переміщення вздовж осі Z;
- кут повороту з вектором вздовж осі X (поворот навколо осі X);
- кут повороту з вектором вздовж осі Y (поворот навколо осі Y);
- кут повороту з вектором вздовж осі Z (поворот навколо осі Z).

Нумерація переміщень у вузлі (ступенів свободи), представлена вище, використовується далі всюди без спеціальних застережень, а також використовуються відповідно позначення X, Y, Z, UX, UY і UZ для позначення величин відповідних лінійних переміщень і кутів повороту.

Відповідно до ідеології методу кінцевих елементів, справжня форма поля переміщень усередині елемента (за винятком елементів стрижневого типу) наближено представлена різними спрощеними залежностями. При цьому похибка у визначенні напружень і деформацій має порядок, де $(h/L)^k$ — максимальний крок сітки; hLk — характерний розмір області. Швидкість зменшення похибки наближеного результату (швидкість збіжності) визначається показником ступеня, який має різне значення для переміщень і різних компонент внутрішніх зусиль (напружень).

2.2 Визначення характеристик бетону та арматури

Важкий бетон класу B25:

$R_{bt} = 1,05 \text{ МПа}$ - розрахунковий опір бетону осьовому розтягуванню для розрахунку конструкцій за I групою граничних станів [9].

$R_b = 14,5 \text{ МПа}$ - розрахунковий опір бетону осьовому стиску (призматична міцність), що дорівнює нормативному опору, для розрахунку конструкцій за II групою граничних станів (таблиця 6.7 [9]).

$R_{btn} = 1,55 \text{ МПа}$ - розрахунковий опір бетону осьовому розтягуванню, що дорівнює нормативному опору, для розрахунку конструкцій за II групою граничних станів [9].

$E_b = 30 \times 10^3 \text{ МПа}$ - початковий модуль пружності бетону при стисненні та розтягуванні [9].

Арматура А400 (АІІІ):

$R_{sc} = 355 \text{ МПа}$ - розрахунковий опір поздовжньої арматури розтягуванню, для розрахунку конструкцій за І групою граничних станів[9].

$R_{sn} = R_{s,ser} = 400 \text{ МПа}$ – розрахунковий опір арматури стиску, для розрахунку конструкцій за І групою граничних станів [9].

$R_s = 355 \text{ МПа}$ – нормативний опір арматури розтягуванню для роз у конструкцій за ІІ групою граничних станів [9].

$E_s = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$ - модуль пружності арматури при стисненні та розтягуванні [9].

2.3 Опис розрахункової схеми

Розрахункова схема визначена як система з ознакою 5. Це означає, що розглядається система загального виду, деформації якої та її основні невідомі представлені лінійними переміщеннями вузлових точок уздовж осей X, Y, Z та поворотами навколо цих осей.

Статичний розрахунок системи виконано в лінійній постановці.

Детальний опис розрахункової схеми міститься в документі «Вихідні дані», де представлені відомості про розрахункову схему, що містять координати всіх вузлів, характеристики всіх кінцевих елементів, умови примикання кінцевих елементів до вузлів та ін.

Можливі переміщення вузлів кінцево-елементної розрахункової схеми обмежені зовнішніми зв'язками, що забороняють деякі з цих переміщень. Наявність таких зв'язків зазначена в документі 5 «Зв'язки». Крім того, вузлові переміщення обмежуються шляхом задавання об'єднання переміщень, коли всі або деякі переміщення групи вузлів призначаються рівними.

Точки примикання кінцевого елемента до вузлів (кінцеві перерізи елементів) мають однакові переміщення із зазначеними вузлами. Виняток становлять стрижневі елементи, для яких передбачено наявність шарнірів та/або

повзунів, що дозволяють кутові та/або лінійні переміщення вузлів і кінцевих перерізів елементів відносно вузлів розрахункової схеми.

У розрахункову схему включені кінцеві елементи наступних типів.

Стрижневі кінцеві елементи, для яких передбачено роботу за звичайними правилами опору матеріалів. Опис їх напруженого стану пов'язаний з місцевою системою координат, у якій вісь орієнтована вздовж стрижня, а осі $X_x Y_x$ і Z_x – вздовж головних осей інерції поперечного перерізу.

До стрижневих кінцевих елементів розглянутої розрахункової схеми належать такі типи елементів:

Елемент типу 5, який працює за просторовою схемою і сприймає поздовжню силу N , згинальні моменти M_y та M_z , поперечні сили Q_z та Q_y , а також крутний момент M_k . Кінцеві елементи оболонок, геометрична форма яких на малій ділянці елемента є плоскою (вони утворюють багатогранник, вписаний у дійсну криволінійну форму серединної поверхні оболонки). Для цих елементів, відповідно до ідеології методу кінцевих елементів, справжня форма переміщень усередині елемента наближено представлена спрощеними залежностями. Опис їх напруженого стану пов'язаний з місцевою системою координат, у якій осі X_1 та Y_1 розташовані в площині елемента, а вісь X_1 спрямована від першого вузла до другого, і вісь Z_1 ортогональна до поверхні елемента.

Чотирикутний елемент типу 44, який має чотири вузлові точки, не є спільним і моделює поле нормальних переміщень усередині елемента поліномом 3-го ступеня, а поле тангенціальних переміщень — неповним поліномом 2-го ступеня. Розташовується в просторі довільним чином.

2.4 Опис навантажень та їх характеристики

Динамічний розрахунок системи виконано з використанням розкладу за формами власних коливань.

Для визначення внутрішніх зусиль і подальших перевірочних конструкторських розрахунків елементів прийнята просторова розрахункова

схема будівлі, яка складається з фундаментної плити, фундаментних черевиків, колон, ригелів, плит покриття та зовнішніх стін.

Фундаментна плита та стіни моделювалися площинними кінцевими елементами. Покриття не моделювалося. Презентаційний вигляд розрахункової кінцево-елементної схеми наведено на рис. 2.1.

Розрахункова схема характеризується наступними параметрами:

1. Кількість вузлів - 2332.
2. Кількість кінцевих елементів - 3172.
3. X, Y Тип схеми - система загального виду (це означає, що деформації розрахункової схеми та її основні невідомі представлені лінійними переміщеннями вузлових точок уздовж осей, Z та обертовим переміщенням вузлових точок навколо осі UX, UY та UZ).
4. Тип площинного кінцевого елемента - 44 (4-кутний кінцевий елемент оболонки).
5. З'єднання стін з фундаментною плитою — жорстке.
6. Зв'язки — по X та Y у рівні підшви фундаментної плити.
7. Крок розбиття площинних кінцевих елементів—0,25 м.
8. Напрямок видачі зусиль для горизонтальних площинних кінцевих елементів — по X .
9. Напрямок видачі зусиль для вертикальних площинних кінцевих елементів — по Z .

2.5 Підбір арматури

Таблиця 2.1-Підбір арматури

Бетон	Арматура		Відстань до ц.в. арматури			
	a_1		a_2	a_3	a_4	
	Продовженн я	Поперечний.	мм	мм	мм	мм
B25	A400	A400	30	30	30	30

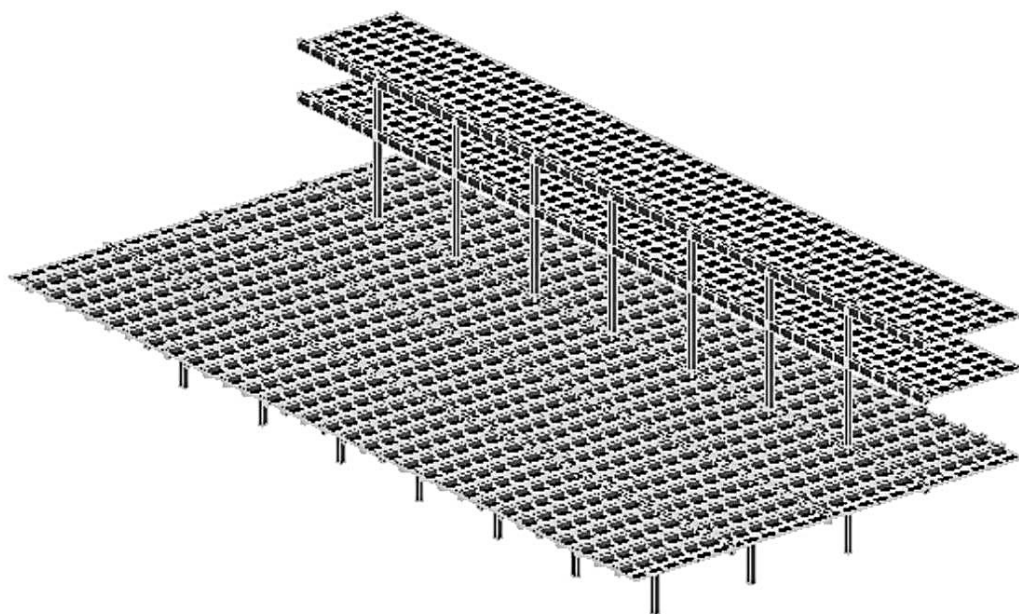


Рисунок 2.1 - Презентаційний вигляд дискретної кінцево-елементної схеми

2.7 Результати розрахунку

На рис. 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 наведено ізополя згинальних моментів.

Нижнє армування по X: за розрахунком вийшли d10-d12 (крок стрижнів 100 мм) (рис. 2.2);

Верхнє армування по X: за розрахунком вийшли d10-d14 (крок стрижнів 100 мм) (рис. 2.3);

Нижнє армування по Y: за розрахунками отримано d10 (крок стрижнів 100 мм) (рис. 2.4);

Верхнє армування по Y: за розрахунком вийшли d10 (крок стрижнів 100 мм) (рис. 2.5);

Поперечне армування приймемо конструктивно зі стрижнів d12 A400

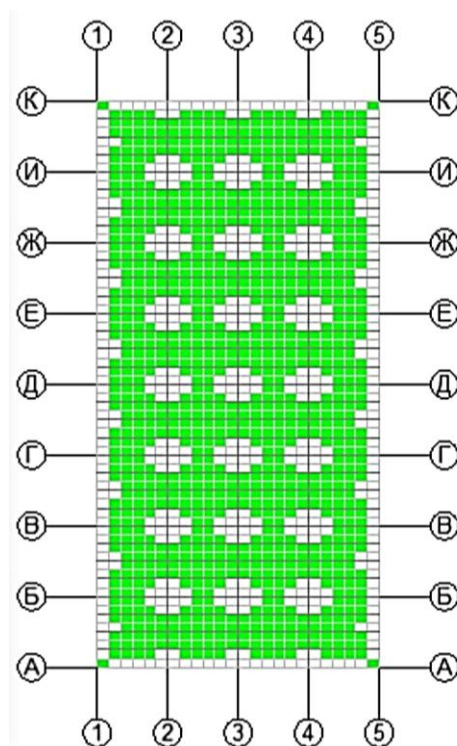


Рисунок 2.2 - Ізополі нижнього армування по X монолітних ділянок

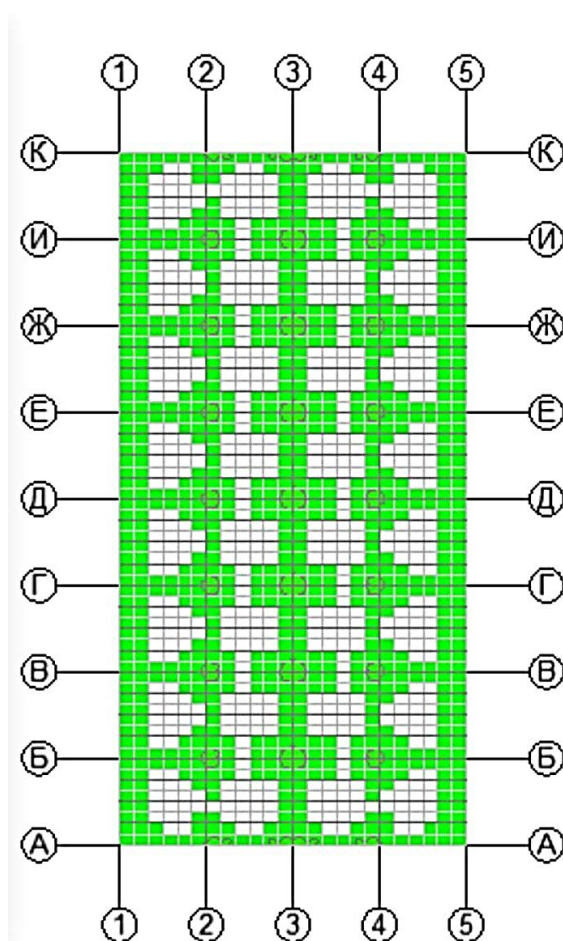


Рисунок 2.3 - Ізополі верхнього армування по X монолітних ділянок

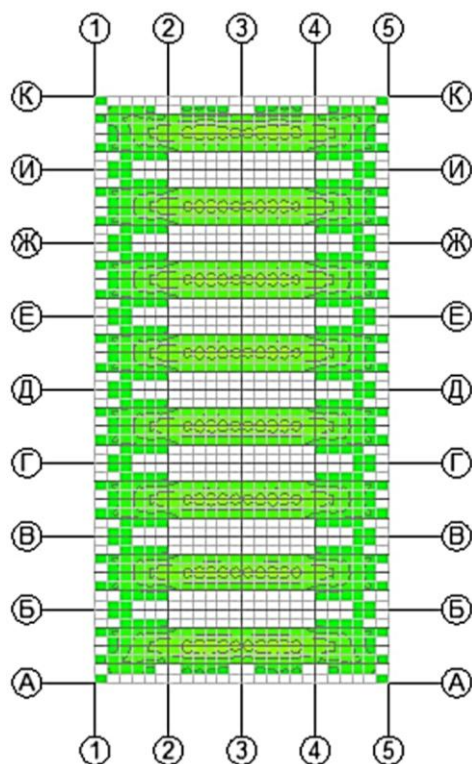


Рисунок 2.4 - Ізополя нижнього армування по Y монолітних ділянок

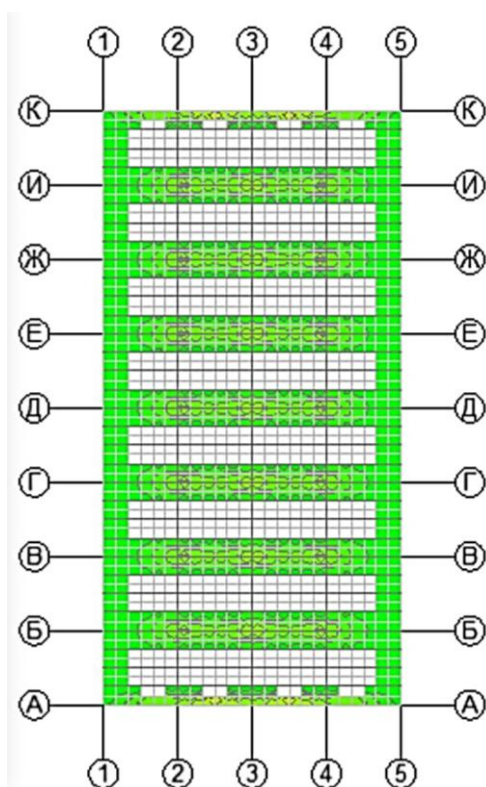


Рисунок 2.5 - Ізополя верхнього армування по Y монолітних ділянок

За даними перевірки підбраної арматури можна переконатися, що арматура задовольняє умові.

2.8 Висновок до розділу 2

Запроектовано монолітне залізобетонне міжповерхове перекриття товщиною 70 мм, з габаритними розмірами в плані 24 х 48 м. У ньому передбачені отвори для пропуску ліфтових шахт і сходових маршів.

Розрахунок перекриття виконано за 2-ма групами граничних станів за допомогою програми «ЛІРА».

Перекриття спроектовано з бетону В12 і має нижні робочі поздовжні арматурні стрижні діаметром 10 і 12 мм класу А400, верхні основні та додаткові робочі поздовжні арматурні стрижні діаметром 10 і 12 мм класу А400. У опорних ділянках плити передбачаємо додаткове армування сіткою (розміри в плані 1 × 1 м) з кроком комірки 100 мм, верхня арматура 12 мм класу А400, нижня 12 мм класу А400.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1 Вихідні дані для розрахунку фундаменту

Відповідно до завдання необхідно спроектувати фундаменти під об'єкт: «Навчальна лабораторія з випробування будівельних конструкцій та матеріалів у м. Харків». Будівля — каркасна, правильної прямокутної форми в плані розмірами в осях 24×48 м, висота будівлі до несучих ферм покриття 14 м. Будівля виконана з підвалом. Стіни виконані з цегли товщиною 650 мм. Каркас будівлі утворюють залізобетонні колони перерізом 250×400 мм, 1400×500 мм, 400×400 мм.

Кліматичні умови:

- кліматичний підрайон - І;
- температура найхолоднішої п'ятиденки – мінус 28°C ;
- нормативний швидкісний напір вітру — $0,38$ кПа;
- нормативна вага снігового покриву -1 кПа;
- сейсмічність району - 7 балів;

За позначку 0,000 прийнято позначку чистої підлоги першого поверху.

Геологічний розріз представлений на рисунку 3.1.

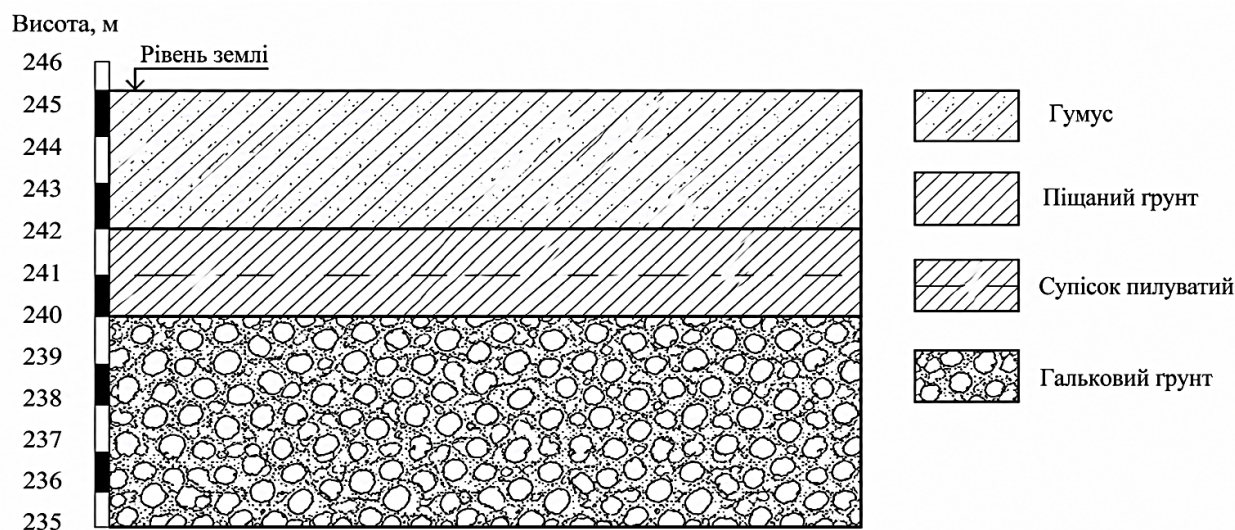


Рисунок 3.1 - Геологічний розріз майданчика

3.2 Аналіз інженерно-геологічних умов майданчика будівництва

3.2.1 Короткий опис території

Ділянка проектування розташована в північній частині міста Харків, у житловому районі.

3.2.2 Геологічна будова та гідрологічні умови

Даний район утворений породами палеозойської групи (кембрійська, девонська, кам'яновугільна системи), мезозойської групи (юрська та крейдяна системи), кайнозойської групи (четвертинна система).

У районі робіт розвинені підземні води четвертинних відкладень та корінні води верхнього девону

Підземні води приурочені до сучасних і середньо-четвертинних відкладень ґрунтового типу безнапорного характеру

3.2.3 Літологічна будова

Геолого-літологічний розріз майданчика на досліджену глибину 7 м представлений сучасними техногенними та четвертинними алювіальними відкладами.

Таблиця 3.2 Характеристики ґрунтових умов

Назва ґрунту	Потужність шару, м	Характеристики ґрунту			
		W	W_L	W_p	$\rho \text{ т/м}^3$
1	2	3	4	5	6
Ґрунтовий рослинний шар	0,15				
Сипучий ґрунт	3	0,05			1,99
Напівтвердий суглинок	2	0,22			2.05

$\rho_s - 2,7 \text{ т/м}^3$ —середнє значення щільності частинок визначається за [10].

3.2.4 Визначення вихідних та класифікаційних характеристик ґрунту

Визначення вихідних та класифікаційних характеристик ґрунту за [10]

1. Насипний ґрунт

Визначення щільності сухого ґрунту ρ_d

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} = \frac{1.99}{1 + 0.05} = 1.9$$

ρ_n - щільність ґрунту

w - природна вологість

Визначення пористості

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = 1 - \frac{1.9}{2.7} = 0.3$$

Визначення коефіцієнта пористості

$$e = \frac{n}{1 - n} = \frac{0.3}{1 - 0.3} = 0.45$$

Визначення питомої ваги ґрунту з урахуванням зважувальної дії води

$$\gamma_{sd} = \frac{(\rho_s - \rho_w) * g}{1 + e} = \frac{(2.7 - 1) * 9.8}{1 + 0.45} = 11.5 \frac{T}{M^3}$$

g - прискорення вільного падіння

ρ_w - щільність води

Визначення повної вологоємності

$$w_{sat} = \frac{e * \rho_w}{\rho_s} = \frac{0.45 * 1}{2.7} = 0.16$$

Визначення ступеня вологості

$$S_r = \frac{w * \rho_s}{e * \rho_w} = \frac{0.05 * 2.7}{0.45 * 1} = 0.32$$

Визначення розрахункового опору R_0 за [10] $R_0 = 250$ кПа 2)

Визначення щільності сухого ґрунту

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} = \frac{2.07}{1 + 0.22} = 1.7$$

ρ - щільність ґрунту

w - природна вологість

Визначення пористості n

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = 1 - \frac{1.7}{2.72} = 0.37$$

Визначення коефіцієнта пористості

$$e = \frac{n}{1 - n} = \frac{0.37}{1 - 0.37} = 0.58$$

Визначення питомої ваги ґрунту з урахуванням зважувальної дії води

$$\gamma_{sd} = \frac{(\rho_s - \rho_w) * g}{1 + e} = \frac{(2.72 - 1) * 9.8}{1 + 0.58} = 10.6 \frac{\text{Т}}{\text{М}^3}$$

g - прискорення вільного падіння

ρ_w - щільність води

Визначення повної вологоємності

$$w_{\text{sat}} = \frac{e * \rho_w}{\rho_s} = \frac{0.58 * 1}{2.72} = 0.21$$

Визначення ступеня вологості

$$S_r = \frac{w * \rho_s}{e * \rho_w} = \frac{0.22 * 2.72}{0.58 * 1} = 1.03$$

$$S_r = 1$$

Грубоблокові та піщані ґрунти поділяють за ступенем вологості, згідно з [10], отже, це суглинок напівтвердий, насичений водою.

За [10] визначаємо характеристику ґрунтів при коефіцієнті пористості:

$e = 0,58$ - нормативне значення питомого зчеплення, кПа;

c_n кут внутрішнього тертя, град;

E модуль деформації, МПа

Визначення розрахункового опору [10] $R_0 = 300$ кПа

3.2.5 Поелементна оцінка геологічних умов розвіданого інженерно-геологічного елемента (ІГЕ)

$$e = 0,45; S_r = 0,32; R_0 = 250; E = 32 \text{ МПа}$$

ІГЕ-1 — насипний ґрунт, маловологий придатний як природне підґрунтя.

$e = 0,58$; $S_r = 1$; $R_0 = 300 \text{ кПа}$; $E = 27 \text{ МПа}$

ПЕ-2 — суглинок напівтвердий вологий придатний як природне підґрунтя.

3.3 Визначення глибини закладення фундаменту

Мета - визначити мінімальну глибину закладення підшви фундаменту за конструктивними вимогами та за умовою недопущення морозного здимання ґрунтів основи.

3.3.1 Глибина закладення за конструктивними вимогами.

За конструктивними вимогами глибина закладення стрічкових і стовпчастих фундаментів визначається за формулою: $d \geq d_b + h + 0,1$

Де d_b — глибина підвалу — відстань від рівня планування до підвалу, м (для споруд із підвалом шириною і глибиною понад 2 м приймається $B \leq 20d_b = 2$ м, при ширині підвалу);

h — висота фундаментної плити (м);

0,3 — товщина підлоги.

Глибина підвалу м, $d_b = 4$ м.

Приймаємо конструктивну висоту фундаментної плити

$h = 0,3$ м.

За конструктивними вимогами глибина закладення:

$$d > d_b + h + 0,1 = 4 + 0,3 + 0,3 = 4,6 \text{ м}$$

3.3.2 Глибина закладення за умовами промерзання

За умовами промерзання глибина закладення фундаменту призначається з урахуванням району будівництва, теплового режиму будівлі та гідрогеологічних умов будівельного майданчика, для чого визначаються:

А) нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}$$

Де d_0 - величина, що приймається рівною:

-для супісків, дрібних і пилюватих пісків, $-0,28$ м;

-для крупноуламкових ґрунтів $-0,34$ м;

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту з дрібного піску м. Харків становить:

$$d_{fn} = 1,1 \text{ м}$$

3.4 Обґрунтування типу фундаменту

Для обґрунтування можливих варіантів фундаментів мною була опрацьована відповідна література [12 - 14]. Під колони каркаса будівлі, фахверкові колони та цегляну стіну приймається стрічковий монолітний фундамент, а під середні колони - стакани. Такі фундаменти чудово витримують навантаження від будівлі.

3.4.1 Розрахунок і проектування стрічкового фундаменту на природному ґрунті на відмітці

В якості несучого шару ґрунту приймається суглинок напівтвердий. Планувальна відмітка дорівнює 245,300. Призначаємо глибину закладення підшви фундаменту залежно від рівня планування з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика. Схема фундаменту показана на рисунку 3.2.

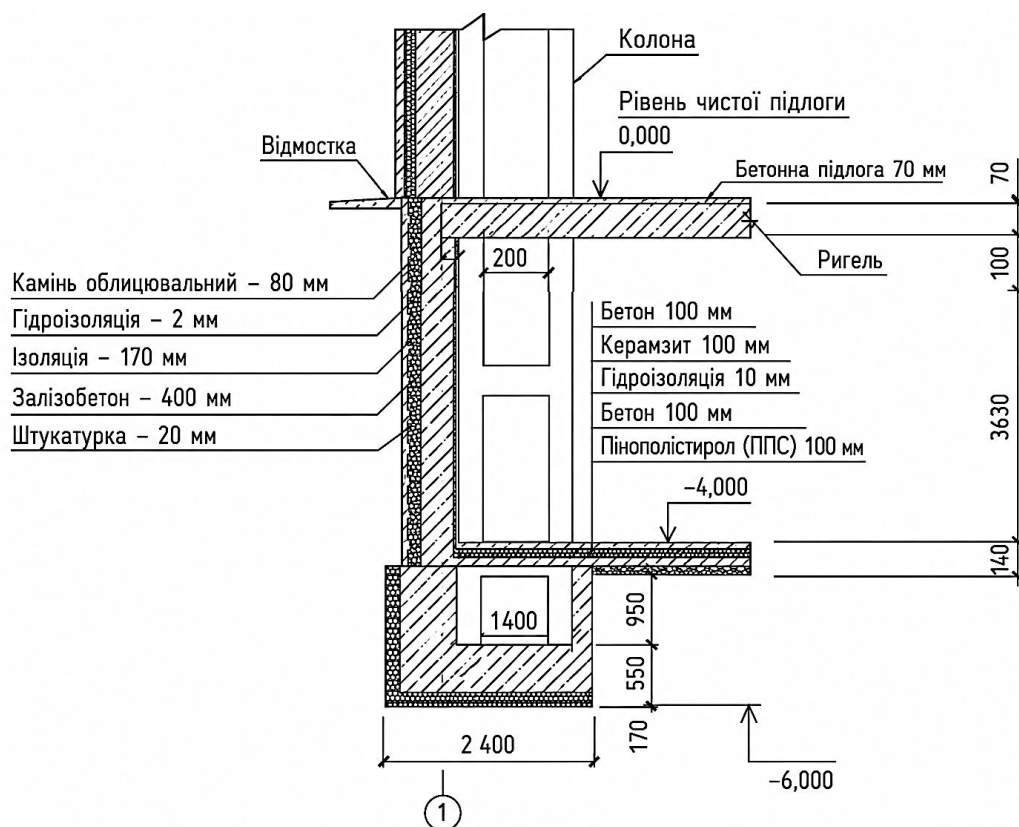


Рисунок 3.2 - Схема фундаменту

Визначимо розміри підшви фундаменту та розрахункового опору ґрунту.

Визначимо площу фундаменту A за формулою 3.2:

$$A = \frac{F_v}{R_0 - \gamma \cdot d},$$

де F_v - розрахункове навантаження, що передається на фундамент, т/м;

R_0 - умовний розрахунковий опір ґрунту під підшовою фундаменту (під підшовою фундаменту знаходиться насипний ґрунт, [11];

γ - усереднена питома вага матеріалу фундаменту та ґрунту на його обрізах;

d - глибина закладення підшви фундаменту від рівня планування, м.

$$A = \frac{60}{30 - 2 \cdot 5,35} = 3,1 \text{ м}^2$$

Обчислюємо підшву фундаменту:

$$b = \sqrt{A} = \sqrt{3,1} = 1,7 \text{ м.}$$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту за формулою [11]:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$$

$$\gamma_{c1}\gamma_{c2} \Rightarrow \gamma_{c1} = 1,1; \gamma_{c2} = 1,0 \quad k = 1,1 M_{\gamma}, M_c, M_q k_z b < 10 b 1,7 m \gamma_{II} \quad \gamma'_{II} c_{II} \Rightarrow c_{II} = 13 d_1 d_1 = 5,35 m$$

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} \cdot [0,78 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 18,8 + 4,11 \cdot 5,35 \cdot 18,8 + 6,67 \cdot 13] = 525 \text{ кПа.}$$

Виконаємо перевірку умови: $\sigma \leq R$

Знайдемо сумарне напруження за [16]:

$$\sigma = \frac{F_v + F_{\phi,2}}{A} \pm \frac{M}{W},$$

$$F_v + F_{\phi,2} - A m^2 M = F_v \cdot e = 60 \cdot 0,07 = 4,2 \text{ We} = F_v \cdot M = 60 \cdot 4,2 = 252$$

$$\sigma = \frac{60,00 + 15}{3,1} \pm \frac{4,2}{252} = (24,2 \pm 0,016) \text{ т/м}^2 = (242 \pm 0,016) \text{ кПа}$$

$$\sigma \leq R$$

$(242 \pm 0,016) \text{ кПа} \leq 525 \text{ кПа}$ умова виконується, отже, обраний розмір підшви фундаменту підходить.

Проведемо розрахунок деформацій основи фундаменту.

Необхідно виконати розрахунок абсолютного осідання фундаменту.

Розрахунок зводиться до задоволення основної умови [11], $S \leq S_U$

де S_U - осідання основи фундаменту (сукупна деформація основи та споруди);

S - граничне значення осідання основи фундаменту [11].

Розрахунок осідання основи проводимо методом пошарового підсумовування. Суть методу: основа розбивається на елементарні шари; в межах стискуваної товщі визначається осідання кожного шару від додаткових вертикальних напружень; потім осідання всіх елементарних шарів підсумовуються.

Для побудови епюр та ґрунт на розрізі будівельного майданчика, розташований нижче підшви фундаменту, розбивається на елементарні шари

висотою, так, щоб виконувалася умова: — товщина елементарного шару, приймається з умови, при $b = 1,7\text{ м} \Rightarrow h_i = 0,40\text{ м}$.

Визначаємо вертикальні напруження від власної ваги ґрунту σ_{zgi} на межі i -го шару, що залягає на глибині z_i за формулою 5 [10]:

$$\sigma_{zg} = \sum \gamma_i \cdot h_i + \sigma_{zgo},$$

Де γ_i — питома вага ґрунту,;

h_i - висота шару нижче підшви фундаменту, м.

$$\sigma_{zgo} = 2,05 \cdot 5,35 = 10,96 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zg1} = 2,05 \cdot 5,75 = 11,78 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zg2} = 2,05 \cdot 6,15 = 12,6 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zg3} = 2,05 \cdot 6,55 = 13,42 \text{ т/м}^2.$$

Знаходимо додаткові вертикальні напруження від зовнішнього навантаження на глибині z_i під підшвою фундаменту (по вертикалі, що проходить через центр підшви фундаменту) за формулою [11]:

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot \sigma_0,$$

$$\sigma_0 = \sigma - \sigma_{zgo} = 24,2 - 10,96 = 13,24 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp1} = 0,312 \cdot 13,24 = 4,1 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zp2} = 0,205 \cdot 13,24 = 2,71 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zp3} = 0,178 \cdot 13,24 = 2,35 \text{ т/м}^2.$$

Визначаємо середнє значення вертикального напруження від зовнішнього навантаження в кожному - тому шарі ґрунту як середнє арифметичне додаткових вертикальних напружень:

$$\sigma_{zp,cp1} = \frac{(13,24 + 4,1)}{2} = 8,67 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp,cp2} = \frac{(4,1 + 2,71)}{2} = 3,4 \text{ т/м}^2$$

Знаходимо повне осідання основи як суму осідань окремих шарів у межах стискуваної товщі за [11]:

$$S = \beta \cdot \sum S_i = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma_{zpcpc} \cdot h_i}{E} \right),$$

де β - безрозмірний коефіцієнт, що враховує умовність розрахункової схеми, який приймається рівним 0,8.

$$S_1 = 0,8 \cdot \frac{13 \cdot 0,40 + 5,13 \cdot 0,40 + 3,79 \cdot 0,40}{2700} = 0,0259 \text{ м} = 2,59 \text{ см}$$

Знаходимо значення гранично допустимого осідання для даної будівлі, що визначається за [11]: $S_u = 15 \text{ см}$.

Таким чином, основна умова розрахунку основи фундаменту за деформаціями задоволена: $S = 2,59 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см}$.

При зведенні розглянутого фундаменту існує небезпека виникнення морозного пучення, отже, необхідно провести протипучинні заходи: термостабілізацію.

3.4.2 Розрахунок і проектування стовпчастого фундаменту

В якості несучого шару ґрунту приймається насипний ґрунт. Планувальна відмітка дорівнює 245,300 м. Призначаємо глибину закладення підосви фундаменту залежно від рівня планування з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика, таким чином, глибина закладення підосви фундаменту дорівнює $d = 5,35 \text{ м}$. Схема фундаменту показана на рисунку 3.3.

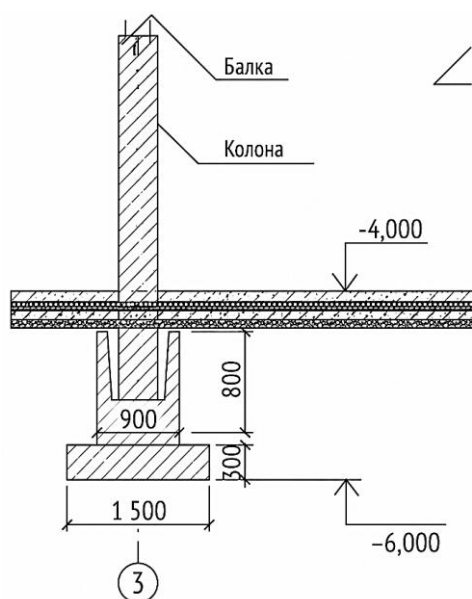


Рисунок 3.3 - Схема фундаменту

Визначимо розміри підшви фундаменту та розрахункового опору ґрунту.

Визначимо площу фундаменту A за формулою :

$$A = \frac{F_v}{R_0 - \gamma \cdot d},$$

$$R_0 = 25 \frac{T}{\text{м}^3}$$

де F_v - розрахункове навантаження, що передається на фундамент, т/м²;

R_0 - умовний розрахунковий опір ґрунту під підшвою фундаменту (під підшвою фундаменту знаходиться насипний ґрунт [11];

γ - усереднена питома вага матеріалу фундаменту та ґрунту на його обрізах;

d - глибина закладення підшви фундаменту від рівня планування, м.

$$A = \frac{20}{25 - 2 \cdot 5,35} = 1,4 \text{ м}^2.$$

Обчислюємо підшву фундаменту:

$$b = \sqrt{A} = \sqrt{1,4} = 1,18 \text{ м}.$$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту за формулою 3 [11]:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_\gamma k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}],_{(3)}$$

$$\gamma_{c1}\gamma_{c2} \Rightarrow \gamma_{c1} = 1,25; \gamma_{c2} = 1,0$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,0}{1,1} \cdot [0,78 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 18,8 + 4,11 \cdot 5,35 \cdot 18,8 + 6,67 \cdot 13] = 587,9 \text{ кПа}.$$

Виконаємо перевірку умови: $\sigma \leq R$ $\sigma^2 \leq R^2$.

Знайдемо сумарне напруження за формулою [11]:

$$\sigma = \frac{F_v + F_{\phi,2}}{A} \pm \frac{M}{W} \quad (4)$$

$$\sigma = \frac{20,00 + 2,5}{1,18} \pm \frac{1,4}{28} = 190 \pm 0,05 \text{ кПа}$$

$(190 \pm 0,05) \text{ кПа} \leq 587,9 \text{ кПа}$ умова виконується, отже, обраний розмір підшви фундаменту підходить.

Проведемо розрахунок деформацій основи фундаменту.

Необхідно виконати розрахунок абсолютного осідання фундаменту.

Розрахунок зводить до задоволення основної умови $S_k S \leq S_U$ [11],

де S_U - осідання основи фундаменту (сукупна деформація основи та споруди);

S - граничне значення осідання основи фундаменту (спільна деформація основи та споруди), що встановлюється згідно з вказівками [11].

Розрахунок осідання основи проводимо методом пошарового підсумовування.

Суть методу полягає в наступному: основа розбивається на елементарні шари; в межах стискуваної товщі визначається осідання кожного шару від додаткових вертикальних напружень; потім осідання всіх елементарних шарів підсумовуються.

Порядок розрахунку:

1. $\sigma_{zg} \sigma_{zp} h_i \leq 0,4 \cdot b = 1,18 \text{ м} \Rightarrow h_i = 0,40 \text{ м}$ Для побудови епюр та ґрунт на розрізі будівельного майданчика, розташований нижче підосви фундаменту, розбивається на елементарні шари висотою, так, щоб виконувалася умова: — товщина елементарного шару, приймається з умови, при.

2. Визначаємо вертикальні напруження від власної ваги ґрунту σ_{zgi} на межі i -го шару, що залягає на глибині z_i за формулою 5 [11]:

$$\sigma_{zg} = \sum \gamma_i \cdot h_i + \sigma_{zgo},$$

де γ_i — питома вага ґрунту,;

h_i - висота шару нижче підосви фундаменту, м.

$$\sigma_{zgo} = 1,99 \cdot 5,35 = 10,64 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zg1} = 1,99 \cdot 5,75 = 11,44 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zg2} = 1,99 \cdot 6,15 = 12,24 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zg3} = 1,99 \cdot 6,55 = 13,03 \text{ т/м}^2.$$

3. Знаходимо додаткові вертикальні напруження від зовнішнього навантаження на глибині z_i під підосвою фундаменту (по вертикалі, що проходить через центр підосви фундаменту) за[11]:

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot \sigma_0$$

$$\begin{aligned}\sigma_{zp1} &= 0,312 \cdot 8,36 = 2,6 \text{ т/м}^2 \\ \sigma_{zp2} &= 0,205 \cdot 8,36 = 1,71 \text{ т/м}^2 \\ \sigma_{zp3} &= 0,178 \cdot 8,36 = 1,488 \text{ т/м}^2\end{aligned}$$

4. Визначаємо середнє значення вертикального напруження від зовнішнього навантаження в кожному шарі ґрунту як середнє арифметичне додаткових вертикальних напружень:

$$\begin{aligned}\sigma_{zp,cp1} &= \frac{(8,36 + 2,6)}{2} = 5,48 \text{ т/м}^2 \\ \sigma_{zp,cp2} &= \frac{(2,6 + 1,71)}{2} = 2,15 \text{ т/м}^2 \\ \sigma_{zp,cp3} &= \frac{(1,71 + 1,488)}{2} = 1,6 \text{ т/м}^2.\end{aligned}$$

5. Знаходимо повне осідання основи як суму осідань окремих шарів у межах стискуваної товщі за [11]:

$$S = \beta \cdot \sum S_i = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma_{zpcpc} \cdot h_i}{E} \right)$$

де β - безрозмірний коефіцієнт, що враховує умовність розрахункової схеми, який приймається рівним 0,8.

$$S_1 = 0,8 \cdot \frac{5,48 \cdot 0,40 + 2,15 \cdot 0,40 + 1,6 \cdot 0,40}{320} = 0,0092 \text{ м} = 0,92 \text{ см.}$$

6. Знаходимо значення гранично допустимого осідання для даної будівлі, що визначається за [11]: $S_U = 15 \text{ см.}$

Таким чином, основна умова розрахунку основи фундаменту за деформаціями виконана:

$$S = 0,92 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см.}$$

3.4.3 Розрахунок і проектування стовпчастого фундаменту

В якості несучого шару ґрунту приймається насипний ґрунт. Планувальна відмітка дорівнює 245,300 м. Призначаємо глибину закладення підшви фундаменту залежно від рівня планування з урахуванням інженерно-геологічних

умов майданчика, таким чином, глибина закладення підосви фундаменту дорівнює $d = 5,35$ м. Схема фундаменту показана на рисунку 3.4.

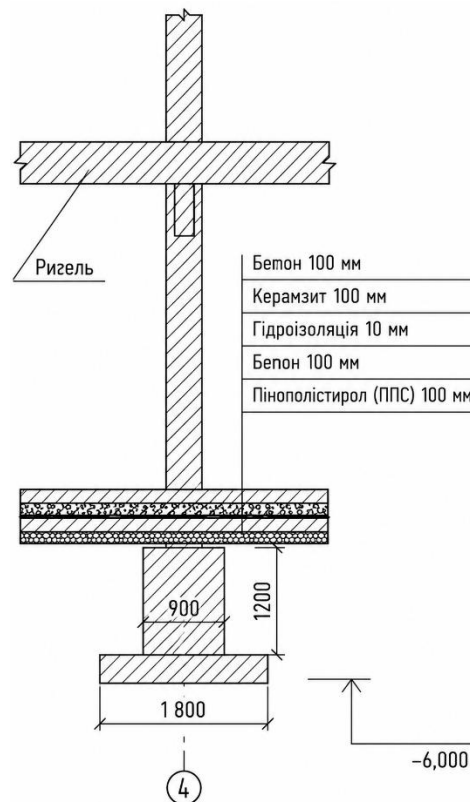


Рисунок 3.4 - Схема фундаменту

Визначимо розміри підосви фундаменту та розрахункового опору ґрунту.

Визначимо площу фундаменту A за формулою 2:

$$A = \frac{F_V}{R_o - \gamma \cdot d},$$

$$A = \frac{45}{25 - 2 \cdot 5,35} = 3,14 \text{ м}^2.$$

Обчислюємо підосвву фундаменту:

$$b = \sqrt{A} = \sqrt{3,14} = 1,77 \text{ м}.$$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту за [11]:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_\gamma k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,0}{1,1} \cdot [0,78 \cdot 1 \cdot 1,77 \cdot 18,8 + 4,11 \cdot 5,35 \cdot 18,8 + 6,67 \cdot 13] = 597,7 \text{ кПа}.$$

Перевіримо умову: $\sigma \leq R$ $\sigma^2 R^2$,

$$\sigma = \frac{45 + 2,5}{3,14} \pm \frac{3,15}{141,75} = (15,1 \pm 0,02) \text{ т/м}^2 = (151 \pm 0,02) \text{ кПа}$$

$$\sigma \leq R$$

$(151 \pm 0,02) \leq 597,7 \text{ кПа}$ кПа умова виконується, отже, обраний розмір підшви фундаменту підходить.

Проведемо розрахунок деформацій основи фундаменту.

$S \leq S_u$ Необхідно виконати розрахунок абсолютного осідання фундаменту.

Розрахунок зводиться до задоволення основної умови [11],

де S_u - осідання основи фундаменту (сукупна деформація основи та споруди);

S - граничне значення осідання основи фундаменту (спільна деформація основи та споруди), що встановлюється згідно з вказівками [11].

Розрахунок осідання основи проводимо методом пошарового підсумовування.

Суть методу полягає в наступному: основа розбивається на елементарні шари; в межах стискуваної товщі визначається осідання кожного шару від додаткових вертикальних напружень; потім осідання всіх елементарних шарів підсумовуються.

Таким чином, основна умова розрахунку основи фундаменту за деформаціями виконана:

$$S = 0,86 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см}.$$

Висновок: у зв'язку з конструктивними особливостями будівлі було прийнято три види фундаменту: стрічковий на природному ґрунті, стовпчастий на природному ґрунті з навантаженням 20 т. і стовпчастий на природному ґрунті з навантаженням 45 т.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Загальні положення

Працівники організацій виконують обов'язки з охорони праці, що визначаються з урахуванням спеціальності, кваліфікації та (або) займаної посади в обсязі посадових інструкцій, розроблених з урахуванням рекомендацій або інструкцій з охорони праці

Представники роботодавців та працівників організацій відповідно до законодавства вживають заходів щодо поліпшення умов та охорони праці, які повинні визначатися під час укладення колективних договорів та угод з охорони праці відповідно до законодавства та рекомендацій.

Під час будівництва рибопереробного заводу учасники несуть встановлену законодавством відповідальність за порушення вимог нормативних документів

4.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, ділянок робіт та робочих місць

Облаштування виробничих територій, їх технічна експлуатація повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил, національних стандартів, санітарних, протипожежних, екологічних та інших чинних нормативних документів.

Виробничі території та ділянки робіт у населених пунктах повинні бути огорожені, щоб уникнути доступу сторонніх осіб.

Висота огорожі виробничих територій повинна бути не менше, а ділянок робіт — не менше 1,2 огорожі, що примикають до місць масового проходу людей, повинні мати висоту не менше 2 м і бути обладнані суцільним захисним козирком.

При виконанні робіт у закритих приміщеннях, на висоті, під землею повинні бути передбачені заходи, що дозволяють здійснювати евакуацію людей у разі

виникнення пожежі або аварії. Біля в'їзду на територію будівельного майданчика встановлено схему внутрішньобудівельних доріг і проїздів із зазначенням місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання тощо

Допуск на територію будівництва сторонніх осіб, а також працівників у нетверезому стані або тих, хто не зайнятий роботами на даній території, забороняється. На входах, в'їздах встановлені контрольно-пропускні пункти. Внутрішні автомобільні дороги будівельної території відповідають будівельним нормам і правилам та обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху.

На виробничих територіях, ділянках робіт і робочих місцях працівники повинні бути забезпечені питною водою, якість якої має відповідати санітарним вимогам. Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби освітлені відповідно до вимог державних стандартів. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається.

Зона монтажу позначена знаками безпеки та попереджувальними написами.

Вимикачі, рубильники та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі, влаштовані в захищеному виконанні. Усі електропускові пристрої розміщені так, щоб виключалася можливість пуску машин, механізмів та обладнання сторонніми особами. Розподільні щити та рубильники мають замикаючі пристрої.

Струмопровідні частини електроустановок, а також розводка тимчасових електромереж напругою до 1000 В ізольовані, огорожені або розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Будівельний майданчик забезпечений аптечками з медикаментами та засобами для надання першої медичної допомоги [24].

Робочі місця та проходи до них, розташовані на перекриттях, покриттях на висоті понад та на відстані менше 3 м від межі перепаду висот, повинні бути огорожені захисними огорожами, а за їх відсутності — захищені уловлювальними сітками. При відстані понад 3 м від межі перепаду висот

допускається встановлення сигнальних огорож, що відповідають вимогам національних стандартів.

При виконанні робіт на висоті, внизу, під місцем робіт, необхідно виділити небезпечні зони. При поєднанні робіт по одній вертикалі нижчерозташовані місця повинні бути обладнані відповідними захисними пристроями (настилами, сітками, козирками), встановленими на відстані не більше 6 м по вертикалі від нижчерозташованого робочого місця.

4.3 Вимоги безпеки при складуванні матеріалів і конструкцій

Складування матеріалів, прокладка транспортних шляхів, установка опор повітряних ліній електропередачі та зв'язку повинні здійснюватися за межами призми обвалення ґрунту незакріплених виїмок (котлованів, траншей), а їх розміщення в межах призми обвалення ґрунту біля виїмок із кріпленням допускається за умови попередньої перевірки стійкості закріпленого укосу за паспортом кріплення або розрахунком з урахуванням динамічного навантаження.

Матеріали (конструкції) слід розміщувати відповідно до вимог цих норм і правил та міжгалузевих правил з охорони праці на вирівняних майданчиках, вживаючи заходів проти самовільного зміщення, просідання, осипання та розкочування матеріалів, що складаються.

Складські майданчики повинні бути захищені від поверхневих вод. Забороняється здійснювати складування матеріалів, виробів на насипних неущільнених ґрунтах.

Матеріали, вироби, конструкції та обладнання при складуванні на будівельному майданчику та робочих місцях повинні укладатися наступним чином [24]:

- стінові панелі — у касети або піраміди (панелі перегородок — у касети вертикально);
- ригелі та колони — у штабель висотою до 2 м на підкладках і з прокладками;

- дрібносортний метал — у стелаж висотою не більше 1,5 м;
- великогабаритне та важке обладнання та його частини — в один ярус на підкладках;
- чорні прокатні метали (листова сталь, швелери, двотаврові балки, сортова сталь) - у штабель висотою до 1,5 м на підкладках і з прокладками.

Складування інших матеріалів, конструкцій та виробів слід здійснювати відповідно до вимог стандартів та технічних умов на них.

Між штабелями (стелажми) на складах повинні бути передбачені проходи шириною не менше 1 м і проїзди, ширина яких залежить від габаритів транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів, що обслуговують склад.

Притуляти (опирати) матеріали та вироби до огорож, дерев та елементів тимчасових і капітальних споруд не допускається [24].

4.4 Безпека транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт

При виконанні транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт залежно від виду транспортних засобів, поряд з вимогами цих правил та норм, дотримуються правила охорони праці на автомобільних перевезеннях, міжгалузеві правила охорони праці та державні стандарти.

Рух автомобілів на виробничій території, вантажно-розвантажувальних майданчиків та під'їзних шляхах до них повинен регулюватися загальноприйнятими дорожніми знаками та вказівниками.

При розміщенні автомобілів на вантажно-розвантажувальних майданчиках відстань між автомобілями, що стоять один за одним (у глибину), має бути не менше, а між автомобілями, що стоять поруч (по фронту), — не менше 1,5 м.

Під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт необхідно дотримуватися вимог законодавства щодо граничних норм перенесення вантажів та допуску працівників до виконання цих робіт.

Відповідальний за виконання вантажно-розвантажувальних робіт зобов'язаний перевірити справність вантажопідйомних механізмів, такелажу, пристосувань, підмостків та іншого вантажно-розвантажувального інвентарю, а також роз'яснити працівникам їхні обов'язки, послідовність виконання операцій, значення поданих сигналів та властивості матеріалу, поданого до навантаження (розвантаження).

Завантаження небезпечного вантажу на автомобіль та його вивантаження з автомобіля повинні здійснюватися тільки при вимкненому двигуні, за винятком випадків наливу та зливу, що здійснюються за допомогою насоса з приводом, встановленого на автомобілі та приводиться в дію двигуном автомобіля. Водій у цьому випадку повинен перебувати біля місця керування насосом.

Навантажувально-розвантажувальні роботи виконуються механізованим способом за допомогою підйомно-транспортного обладнання та засобів малої механізації. Підіймання та переміщення вантажів вручну виконуються з дотриманням норм, встановлених чинним законодавством.

Вантажно-розвантажувальні роботи виконуються відповідно до технологічних карт, проектів виконання робіт, а також правил, нормами, інструкціями та іншими нормативно-технологічними документами, що містять вимоги безпеки при виконанні робіт даного виду.

Рух транспортних засобів у місцях виконання вантажно-розвантажувальних робіт організовано за схемою, затвердженою адміністрацією підприємства, з установкою відповідних дорожніх знаків.

Місця виконання вантажно-розвантажувальних робіт розміщені на спеціально відведених території з рівним покриттям, допускається проведення вантажно-розвантажувальних робіт на спланованих майданчиках з твердим ґрунтом, здатним сприймати навантаження від вантажів та підйомно-транспортних машин.

Усі робочі місця, де проводяться вантажно-розвантажувальні роботи, утримуються в чистоті, проходи та проїзди освітлені, вільні та безпечні для руху

пішоходів і транспорту. Не допускається розміщувати вантажі в проходах і проїздах.

При обслуговуванні вантажопідйомних механізмів та вантажозахватних пристосувань дотримуються такі вимоги:

- всі механізми та пристосування повинні бути зареєстровані у спеціальних журналах, які зберігаються у осіб, відповідальних за їх справний стан;

- вантажопідйомні механізми та вантажозахватні пристосування забезпечені табличками та бирками із зазначенням інвентарного номера, допустимої вантажопідйомності та дати чергового огляду;

- механізми та пристосування зберігаються на стелажах, настилах;

- вантажопідйомні механізми та вантажопідйомні пристосування (такелажне обладнання) відповідають «Правилам влаштування та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», «Правилам безпечної роботи з інструментом та пристосуваннями».

До стропальних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд та відповідне навчання, інструктаж, перевірку знань вимог безпеки.

Кожен працівник, якщо він сам не може вжити заходів щодо усунення порушень Правил та інструкцій з техніки безпеки, зобов'язаний негайно повідомити адміністрацію про всі помічені ним порушення правил та інструкцій, а також про небезпечні для людей несправності машин, механізмів, пристосувань та інструментів, що застосовуються під час роботи.

Відповідальний за виконання вантажно-розвантажувальних робіт зобов'язаний перевірити справність вантажопідйомних механізмів, такелажу, пристосувань, підмостків та іншого вантажно-розвантажувального інвентарю, а також роз'яснити працівникам їхні обов'язки, послідовність виконання операцій, значення поданих сигналів та властивості матеріалу, поданого до навантаження (розвантаження).

Механізований спосіб вантажно-розвантажувальних робіт є обов'язковим для вантажів вагою понад 50 кг, а також при підйомі вантажів на висоту понад 2 м.

Способи стропування вантажів виключають можливість падіння або ковзання застропованого вантажу. Установка (укладання) вантажів на транспортні засоби виконується таким чином, щоб забезпечувати стійке положення вантажу під час транспортування та розвантаження.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт не допускаються стропування вантажу, що знаходиться в нестійкому положенні, а також виправлення положення елементів стропувальних пристроїв на піднятому вантажі, відтягування вантажу при косому розташуванні вантажних канатів [24].

4.5 Безпека праці при виконанні земляних робіт

Під час виконання земляних робіт на території населених пунктів або на виробничих територіях котловани, ями, траншеї та канави в місцях, де відбувається рух людей і транспорту, повинні бути огорожені.

Заходи з техніки безпеки при виконанні земляних робіт, що діють на будівельному майданчику, розроблені та затверджені замовником і генеральним підрядником. Відповідальність за їх дотримання несуть керівники будівельно-монтажних організацій та діючого підприємства.

Технологічні процеси, що виконуються на території будівельного майданчика, належать до робіт підвищеної небезпеки, тому вони повинні виконуватися за нарядами-допусками.

Під час розробки котлованів і траншей виникає небезпека падіння туди працівників і сторонніх осіб. Тому відповідно до вимог [24] котловани та траншеї на території будівельного майданчика та за його межами мають огорожу.

Для проходу робітників у траншеї встановлені драбини шириною 0,6 м.

Забороняється встановлення будівельних і транспортних машин та різного обладнання в межах призми обвалення ґрунту виїмки. Стінки траншей, що

розробляються землерийними машинами, кріпляться безпосередньо за розробкою ґрунту. Під час розробки котловану екскаватор під час роботи встановлюється на спланованій площадці; щоб уникнути самовільного переміщення, його закріплено інвентарними упорами. Під час перерви в роботі екскаватор переміщується від краю котловану на відстань 2 м, а ківш опускається на ґрунт.

Під час роботи екскаватора забороняється перебувати людям у радіусі дії екскаватора, а також виконувати будь-які інші роботи з боку забою.

Одностороння зворотна засипка фундаментів і стін здійснюється лише після досягнення бетоном необхідної міцності. Ущільнення ґрунту трамбуванням поблизу підпірних стін фундаментів та інших конструкцій здійснюється на відстані та в порядку, зазначених у ПВР.

Виконання земляних робіт в охоронній зоні кабелів високої напруги, діючого газопроводу, інших комунікацій здійснюється за нарядом-допуском після отримання дозволу від організації, що експлуатує ці комунікації.

4.6 Безпека праці під час електрозварювальних робіт

Правила з охорони праці під час виконання електрозварювальних та газозварювальних робіт встановлюють державні нормативні вимоги з охорони праці під час виконання електрозварювальних та газозварювальних робіт [27].

Правила поширюються на працівників, які виконують електрозварювальні та газозварювальні роботи, використовують у закритих приміщеннях або на відкритому повітрі стаціонарні, переносні та пересувні електрозварювальні та газозварювальні установки, призначені для виконання технологічних процесів зварювання, наплавлення, різання плавленням (роздільного та поверхневого) та зварювання.

Роботодавець забезпечує утримання електрозварювального, газозварювального обладнання та інструменту в справному стані та їх експлуатацію відповідно до вимог Правил та технічної документації організації-виробника.

Перед початком виконання електрозварювальних та газозварювальних робіт слід переконатися, що поверхня зварюваних заготовок, деталей та зварювального дроту суха та очищена від мастила, окалини, іржі та інших забруднень.

Проведення електрозварювальних та газозварювальних робіт з приставних драбин та сходів допускається за умови використання зварювальником п'ятиточкової страхувальної прив'язі та страхувального фала, закріпленого до страхувального троса або анкерного болта, вище рівня голови зварника, а також за наявності страхувального працівника, який підтримує драбину, сходи знизу.

При виконанні електрозварювальних та газозварювальних робіт на відкритому повітрі над зварювальними установками та зварювальними постами споруджуються навіси з негорючих матеріалів для захисту від прямих сонячних променів та опадів. За відсутності навісів електрозварювальні та газозварювальні роботи під час опадів припиняються.

4.7 Вимоги безпеки при монтажних роботах

Каменяр повинен перебувати на робочому настилі нижче стіни, що зводиться, на від; викладати стіну, стоячи на самій стіні, забороняється. На підмостках між стіною та складеним матеріалом повинен залишатися прохід шириною не менше 50 см.

Забороняється вести кладку стін на висоту більше двох поверхів без влаштування міжповерхових перекриттів або тимчасових настилів по балках.

При кладці стін з внутрішніх риштувань необхідно із зовнішнього боку влаштовувати по всьому периметру будівлі міцні захисні козирки з нахилом до стіни не менше ніж у і шириною не менше. Перші козирки повинні бути укріплені не вище рівня підвіконь другого поверху, вище козирки повинні встановлюватися з перестановкою через поверх.

Перші козирки залишаються на місці на весь час кладки. Кладка карнизів повинна проводитися з дотриманням таких правил:

- При винесенні карниза більш ніж на 30 см за площину стіни кладка його повинна вестися з зовнішніх випускних риштувань.
- У всіх випадках кладки карнизів забороняється стояти безпосередньо на самій стіні.
- При кладці карнизів на випускних конструкціях (залізобетонні плити тощо) вони повинні бути міцно закріплені.
- Перебувати під місцем кладки карнизів забороняється

Подача бетону в опалубку за допомогою віброхобота вимагає попередньої перевірки справності всіх з'єднань його ланок. Підвищеної уваги вимагають струмопровідні шланги електровібраторів, які слід берегти від пошкоджень. Як тільки такий інструмент потрібно перемістити в інше місце, вся електроніка повинна бути знеструмлена. Робітники, які керують віброінструментом, забезпечуються спецодягом: гумовими рукавичками та чоботами.

Окремо інженер з охорони праці передбачає місця на будівельному майданчику, що вимагають зведення огорож і навісів. Особливо небезпечні ділянки на висотних об'єктах позначаються відповідними табличками.

Робочу поверхню опалубки необхідно тримати вільною від матеріалів, які не беруть участі в будівництві згідно з проектом. Тут же не можна збиратися одночасно великій кількості людей для проведення зборів або нарад. Місця для куріння облаштовуються окремо і обов'язково забезпечуються засобами пожежогасіння

Монтажні роботи, проектне встановлення та кріплення залізобетонних виробів і конструкцій заводського виготовлення слід виконувати відповідно до організаційно-технологічних рішень з техніки безпеки, передбачених у проекті виконання робіт.

Монтажник зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, щодо якої його проінструктували та допустили майстер або виконроб.

Під час переміщення вантажу монтажник зобов'язаний до підйому вантажу звернути особливу увагу на те, щоб ніщо не перешкоджало його підйому, подати сигнал, підняти вантаж на 20 – 30 см і переконатися, що канати стропа натягнуті

рівномірно, а вантаж застропований надійно. Після цього підняти вантаж на висоту, що забезпечує переміщення вантажу не менше, ніж на 0,5 м над предметами, що знаходяться на його шляху, і не менше 1,0 м - по горизонталі, подати сигнал на переміщення вантажу. Елемент, що подається, за командою монтажника повинен бути опущений над місцем установки не більше, ніж на 30 см, після чого монтажник повинен підійти, навести і встановити його на місце.

Монтаж сходових маршів і майданчиків будинків (споруд) повинен здійснюватися одночасно з монтажем конструкцій будівлі. На змонтованих сходових маршах слід негайно встановлювати огорожу. Під час зведення будівлі заборонено виконувати роботи, пов'язані з перебуванням людей в одній захватці (ділянці) на поверхах (ярусах), над якими здійснюються переміщення, встановлення та тимчасове закріплення елементів збірних конструкцій та обладнання [25].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєктні рішення навчальної лабораторії з випробування будівельних конструкцій та матеріалів у місті Харків. Запроєктована будівля поєднує навчальну, випробувальну та складську функції, тому прийняті рішення спрямовані на забезпечення зручної організації технологічних процесів, надійної роботи несучих конструкцій, безпечного переміщення важких елементів і належних умов експлуатації об'єкта.

В архітектурно-будівельному розділі охарактеризовано район і майданчик будівництва. Ділянка розташована у м. Харків, має рівнинний рельєф і на момент проєктування є вільною від забудови. Враховано кліматичні умови району, сейсмічність 7 балів, II ступінь вогнестійкості, нормальний рівень відповідальності та II ступінь довговічності будівлі. Ці вихідні дані стали основою для прийняття подальших планувальних і конструктивних рішень.

Рішення генерального плану передбачають раціональну організацію території лабораторії. На ділянці запроєктовано основну будівлю, складське приміщення, трансформатор, автомобільну парковку на 23 місця, дорожнє покриття, озеленення та елементи благоустрою. Під'їзд до об'єкта організовано із західного напрямку, а зв'язок між будівлями забезпечено внутрішніми проїздами.

Об'ємно-планувальне рішення лабораторії відповідає її спеціалізованому призначенню. Будівля має прямокутну форму в плані, два надземні поверхи та підвальний поверх. На першому поверсі розміщено зони випробування будівельних конструкцій і матеріалів, зони випробування ґрунтів і фундаментів, зони розвантаження, зберігання та ущільнення ґрунту. На другому поверсі передбачено навчальні кабінети, приміщення кафедри та санітарно-побутові приміщення, а в підвалі — зону випробувань ґрунтів і зону складування матеріалів.

Функціональна організація будівлі забезпечує поділ приміщень на навчальну зону, зону випробувань і зону складування. Для зв'язку між поверхами передбачено сходи, а між першим і підвальним поверхом — ліфт. Наявність

мостового крана вантажопідйомністю 30 т дозволяє переміщувати дослідні зразки, будівельні конструкції та матеріали в межах випробувальної частини лабораторії.

У роботі розглянуто технологічний процес функціонування лабораторії. Він охоплює проведення навчальних занять, випробування будівельних конструкцій і матеріалів, дослідження ґрунтів та фундаментів, складування матеріалів і переміщення важких елементів за допомогою мостового крана. Прийняте зонування забезпечує логічну взаємодію між навчальною, випробувальною та складською частинами будівлі.

Для внутрішнього оздоблення приміщень прийнято рішення з урахуванням їх експлуатаційного призначення. У випробувальних і складських зонах передбачено шліфовані бетонні підлоги та затирку стін, що відповідає характеру приміщень із підвищеним механічним навантаженням. У навчальній зоні передбачено лінолеум для підлог і вапняне оздоблення стін, що забезпечує придатність приміщень для навчального процесу.

У розділі будівельних конструкцій виконано розрахунок елементів будівлі методом кінцевих елементів. Розрахункова схема прийнята як просторова система, що включає фундаментну плиту, фундаментні елементи, колони, ригелі, плити покриття та зовнішні стіни. Такий підхід дозволив оцінити роботу конструкцій у складі єдиної просторової системи та визначити необхідні параметри армування.

За результатами розрахунку підібрано армування монолітних залізобетонних елементів. Для основних напрямків армування прийнято стрижні класу А400 з відповідним кроком, а в опорних ділянках передбачено додаткове армування. Виконані розрахунки підтвердили, що підібрана арматура задовольняє вимоги міцності та забезпечує надійну роботу залізобетонних конструкцій.

У розділі основ і фундаментів проаналізовано інженерно-геологічні умови майданчика. Геологічний розріз представлений рослинним шаром, насипним ґрунтом, пилюватим супіском, напівтвердим суглинком і гальковим ґрунтом. Для

ґрунтів визначено вихідні та класифікаційні характеристики, виконано оцінку придатності інженерно-геологічних елементів як природної основи.

Глибину закладення фундаментів визначено з урахуванням конструктивних вимог, наявності підвалу, умов промерзання ґрунтів і характеристик будівельного майданчика. У роботі розглянуто варіанти стрічкового та стовпчастого фундаментів на природній основі. Виконано розрахунок розмірів подошви, перевірку напружень під фундаментом і розрахунок осідання методом пошарового підсумовування.

Прийняті фундаментні рішення забезпечують передачу навантажень від каркасної будівлі на ґрунтову основу та відповідають інженерно-геологічним умовам майданчика. Виконані перевірки підтверджують можливість застосування фундаментів на природній основі для запроєктованої лабораторії.

У розділі безпеки життєдіяльності та охорони праці розглянуто вимоги до безпечного виконання будівельних робіт. Окрему увагу приділено облаштуванню будівельного майданчика, утриманню робочих місць, складуванню матеріалів і конструкцій, безпеці транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт, виконанню земляних, електрозварювальних і монтажних процесів.

У роботі вирішено поставлені завдання: охарактеризовано район і майданчик будівництва, розроблено генеральний план, обґрунтовано об'ємно-планувальну та конструктивну схему лабораторії, описано технологічний процес її роботи, прийнято рішення щодо оздоблення й пожежної безпеки, виконано розрахунок будівельних конструкцій, підібрано армування, проаналізовано ґрунтові умови, запроєктовано фундаменти та розглянуто заходи з охорони праці.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Биків, Н. З. (2020). Застосування сплавів з пам’яттю форми для підвищення стійкості конструкцій при динамічних навантаженнях. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 1, 26-26.
9. Бодрова Л.Г., Ковальчук Я.О., Крамар Г.М. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів /Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». /Категорія В/ Випуск №66, Луцьк, 2019. С.165-171.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Левчук, Ю. В., & Баран, Д. Я. (2020). Чисельний метод в дослідженнях напружено-деформованого стану несучих конструкцій. *Матеріали VIII науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“*, 195-195.
12. Філіпчук, С. В., Налєпа, О. І., Голуб, А. О., & Баран, Д. Я. (2023). Аналіз

існуючих архітектурно-конструктивних рішень захисних фортифікаційних споруд. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*, (43), 228-237.

13. Свідер, В. С., & Сорочак, А. П. (2019). Дослідження впливу конструктивних параметрів на несучу здатність просторових ферм. *Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 1, 31-32.

14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.

15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.

18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.

19. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.

20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клеєні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.

22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.

23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.

24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог.— Київ: Мінрегіонбуд Украї-

ни, 2016.

25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.

26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.

27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.

28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. — 64 с.

29. Ковальчук, Я., Шингера, Н., & Рибачок, О. (2014). Моделювання напружено-деформованого стану нижнього пояса будівельної зварної ферми. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*, (3), 107-114.

30. Щепановський, В., Лебедєва-Скочеляс, Н., Янковий, С., & Ясній, В. П. (3.9). Моделювання поведінки залізобетонної балки підсиленої сплавом із пам'яттю форми. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 47-48.

31. Баран, Д., Шманько, Н., Томків, В., Коляса, П., & Ольшанський, А. (2021). Особливості застосування тонкостінних холодно-гнутих профілів для виготовлення несучих будівельних конструкцій. *Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 1, 29-30.

32. ДЯ, Б. (2023). Особливості методики розрахунку сталевій малоелементної ферми з двотавровим верхнім поясом змінної жорсткості. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*, (43), 166-176.

33. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.

34. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.