

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

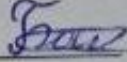
на тему:

«ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТРИЧКОВОГО ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ»

Виконав: студент 2 курсу, групи Б -21м
спеціальності

192 Будівництво та цивільна інженерія


(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Балган Б. Р. 

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

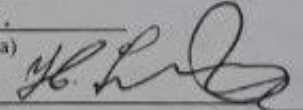
Попович М. М. 

(прізвище та ініціали)

«19» 12 2022 р.

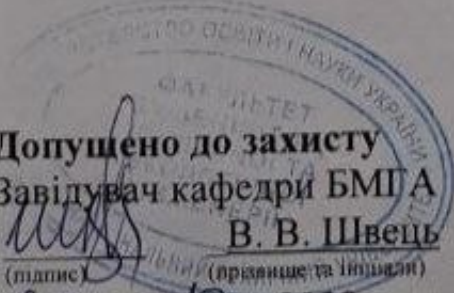
Опонент: к.т.н., проф.

(вчений ступінь, посада)

Юць Ю. В. 

(прізвище та ініціали)

«19» грудня 2022 р.


Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В. В. Швець

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«20» 12 2022 року

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
Рівень вищої освіти магістр
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво



ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БМГА
Швець В.В.

2022 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Балгану Богдану Руслановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення несучої здатності стрічкового фундаменту мілкового закладання
керівник роботи Попович М.М., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від "14" 09 2022 року № 203

2. Строк подання магістрантом роботи 30.11.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Типові технічні рішення підвищення несучої здатності фундаментів. Результати власних попередніх досліджень, результати огляду літературних джерел.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація).

1. Огляд літературних джерел, методи підвищення несучої здатності фундаментів, зокрема мілкового закладання. Вітчизняний та зарубіжний досвід.

2. Методика і результати модельних досліджень несучої здатності стрічкових фундаментів мілкового закладання.

3. Пропозиції по підвищенню несучої здатності стрічкових фундаментів мілкового закладання

4. Технічна частина (розробка конструктивного рішення фундаментів на прикладі об'єкту проектування та розробка технологічної карти з використанням результатів досліджень)

5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту

6. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту).

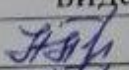
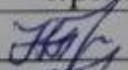


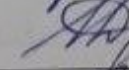
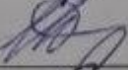
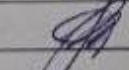

Висновки

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

1. Науково-дослідний розділ – 5 - 10 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

3. Технічна частина – 2 - 4 арк. (архітектурно-будівельні креслення, плани, фасади, розрізи, фундаменти); технологічна карта – 1 арк. (схема виконання робіт; календарний графік виконання робіт; графік руху робочих кадрів по об'єкту; машини, механізми, інструменти та обладнання; техніка безпеки при виконанні робіт; вказівки до виконання робіт); порівняння технологій - 1 арк.

6. Консультанти розділів роботи

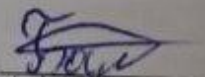
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Науковий розділ	Попович М.М., доц.		
Технічна частина	Попович М.М., доц.		
Охорона праці та ЦЗ	Кобилянська І.М., проф.		
Економічна частина	Сердюк Т.В., доц.		

7. Дата видачі завдання 09.10.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Науково-дослідна частина	10.10-16.10.22	
2	Архітектурно-будівельні рішення	17.10-25.10.22	
3	Технологія будівельного виробництва	26.10-07.11.22	
4	Охорона праці та цивільний захист	08.11-14.11.22	
5	Економічна частина	15.11-23.11.22	
6	Оформлення МКР	24.11-27.11.22	
7	Подання МКР на кафедру для перевірки	28.11-30.11.22	
8	Попередній захист	01.12-03.12.22	
9	Опонування	05.12-10.12.22	

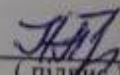
Студент


(підпис)

Балган Б. Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Попович М. М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Балган Б.Р. Підвищення несучої здатності стрічкового фундаменту мілкого закладання. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – промислове та цивільне будівництво. Вінниця: ВНТУ, 2022. 124 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 69 назв; рис.: 32; табл. 37.

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджена технологія влаштування стрічкового фундаменту з підвищеною несучою здатністю за рахунок армування пазух траншей та включення їх в роботу на прикладі піщаних ґрунтів. Встановлено, що підвищення несучої здатності стрічкового фундаменту мілкого закладання залежить від технології їх влаштування.

В даній роботі виконано аналітичний огляд сучасного стану варіантів підвищення несучої здатності стрічкових фундаментів мілкого закладання, проведено лабораторні дослідження. На основі проведених досліджень запропоновано нову технологію та нові конструктивні рішення для підвищення несучої здатності стрічкових фундаментів мілкого закладання.

В технічній частині роботи виконано проектування фундаментів на двоповерховий житловий будинок безкаркасної конструкції з цегляними стінами та розроблена технологічна карта на влаштування фундаментів. Розглянуті питання охорони праці та цивільного захисту. Виконано економічний розділ.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 19 аркушів графічної частини.

Ключові слова: несуча здатність, стрічкові фундаменти, мілке закладання, армування, основа, ґрунт, геосинтетичні матеріали, ущільнення.

ABSTRACT

Balgan B.R. Increasing the bearing capacity of the strip foundation of shallow laying. Master's qualification thesis on specialty 192 - construction and civil engineering, educational program - industrial and civil construction. Vinnytsia: VNTU, 2022. 124 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 69 titles; Fig.: 32; table 37.

In the master's qualification work, the technology of installing a strip foundation with increased bearing capacity due to the reinforcement of trenches and their inclusion in the work on the example of sandy soils was investigated. It has been established that the increase in the bearing capacity of the strip foundation of shallow laying depends on the technology of their arrangement.

In this work, an analytical review of the current state of options for increasing the load-bearing capacity of strip foundations of shallow laying was carried out, and laboratory studies were carried out. On the basis of the conducted research, a new technology and new constructive solutions are proposed for increasing the bearing capacity of strip foundations of shallow laying.

In the technical part of the work, the design of foundations for a two-story residential building of frameless construction with brick walls was carried out and a technological map for the arrangement of foundations was developed. Considered issues of labor protection and civil protection. The economic section is completed.

The master's qualification work contains 19 sheets of the graphic part.

Key words: bearing capacity, strip foundations, shallow laying, reinforcement, base, soil, geosynthetic materials, compaction.

ЗМІСТ

	ВСТУП	5
1	АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ФУНДАМЕНТІВ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ	10
1.1	Класифікація методів покращення ґрунту	10
1.2	Область застосування та методи досліджень ґрунтових подушок	15
1.3	Армування ґрунтів. Загальні принципи	20
1.4	Числові методи розрахунку армованих піщаних подушок	26
	Висновок	29
2	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	30
2.1	Лабораторні випробування з визначення характеристик геосинтетичних матеріалів	30
2.2	Експериментальні дослідження роботи армованих зворотних засипок	38
2.2.1	Перший етап модельних досліджень	39
2.2.2	Другий етап модельних досліджень	41
2.2.3	Результати модельних штампових випробувань	47
	Висновок	48
3	ПРОПОЗИЦІЇ ПО ПІДВИЩЕННЮ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТРИЧКОВОГО ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ	50
3.1	Спосіб підвищення несучої здатності фундаментів	50
	Висновок	53
4	ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	54
4.1	Архітектурно-будівельні рішення	54
4.1.1	Вихідні дані	54
4.1.2	Кліматологічні дані	54
4.1.3	Опис генплану	55
4.1.4	Організація рельєфу	56
4.1.5	Архітектурно-планувальне рішення	56
4.1.6	Конструктивні рішення	57
4.1.7	Теплотехнічний розрахунок	62
4.1.8	Протипожежні заходи	63
4.1.9	Санітарні умови і вимоги	64
4.1.10	Інженерне обладнання будівлі	65
4.1.11	Техніко-економічні показники	67
4.2	Технологія будівельного виробництва. Технологічна карта на виконання робіт нульового циклу	67
4.2.1	Область застосування	67
4.2.2	Перелік процесів та визначення об'ємів робіт	67
4.2.3	Підрахунок об'ємів робіт	68

4.2.4	Вибір методів виробництва робіт та комплексу машин	69
4.2.5	Виробництво робіт по влаштуванню фундаментів	73
4.2.6	Вказівки до виконання робіт	76
4.2.7	Техніка безпеки при виконанні робіт	77
4.2.8	Нормокомплекти для виконання робіт на об'єкті	79
4.2.9	Техніко-економічні показники	85
	Висновок	86
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	87
5.1	Технічні рішення з безпечного виконання роботи	88
5.1.1	Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при улаштуванні фундаментів	88
5.1.2	Електробезпека приміщення	90
5.2	Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	92
5.2.1	Мікроклімат	92
5.2.2	Склад повітря робочої зони	92
5.2.3	Виробниче освітлення	93
5.2.4	Виробничий шум	95
5.2.5	Виробничі випромінювання	95
5.2.6	Психофізіологічні фактори	96
5.3	Безпека в надзвичайних ситуаціях	97
5.3.1	Оцінка радіаційного захисту в приміщенні першого поверху будівлі	97
5.3.2	Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення	99
	Висновок	103
6	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	104
6.1	Визначення кошторисної вартості робіт	104
	Висновок	114
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	115
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	116
	Додаток А. Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи	123
	Додаток Б. Графічна частина	124

ВСТУП

Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення несучої здатності та зниження деформованості ґрунтових основ через зростання навантажень від проєктованих будівель та споруд. Відомо, що витрати на зведення фундаментів різних будівель та споруд можуть доходити до 10-15% від загальної вартості будівництва, а в деяких унікальних споруди витрати на фундаменти досягають до 40% загальних витрат. Тому скорочення витрат на облаштування фундаментів є досить актуальним завданням. Особливо гостро постає питання про скорочення витрат на влаштування фундаментів на слабких, сильно деформованих, структурно-нестійких ґрунтах.

Це питання виникло у зв'язку з ущільнювальною забудовою територій міських поселень, які раніше вважалися непридатними для будівництва (болота, струмки, засипані яри, вироблені кар'єри, сміттєзвалища), а нині перетворилися на території будівельних майданчиків.

При будівництві на слабких, структурно-нестійких ґрунтах традиційно застосовуються три основні технології з улаштування фундаментів: заміна слабого ґрунту на подушки з кондиційних матеріалів (пісок, щебінь та ін.); влаштування пальових фундаментів та штучно покращених ґрунтових основ (осушені, ущільнені, посилені в результаті ін'єктування та ін.).

Всі ці технології мають свої переваги та недоліки. У ряді випадків економічно ефективними є ґрунтові подушки. У класичному виконанні конструкція таких основ передбачає заміну частини слабого ґрунту на шар з більш стабільного матеріалу [4], такого як: щебінь, пісок і т.д. Однак до недоліків цього способу можна віднести: високу трудомісткість будівельного процесу (великі обсяги земляних робіт і т.д.), а також недосконалість існуючих методик розрахунку, часто дають заниження навантажень, які здатна сприйняти конструкція ґрунтової подушки. Значно підвищити навантаження, що передаються на ґрунтові подушки, знизити їх деформованість, а також підвищити надійність дозволяє застосування у

конструкціях ґрунтових подушок армування за допомогою горизонтальних елементів з геосинтетичних матеріалів.

Як горизонтальні армуючі елементи в геотехнічному будівництві великого поширення набули геосинтетичні матеріали.

Характеристики ґрунтів, що володіють, як правило, непоганою міцністю на стиск і зсув, але не мають опору на розтяг, можуть бути значно покращено за рахунок введення армуючих елементів у напрямку відносної деформації розтягування так само, як і в залізобетоні [12].

Важливим фактором є підвищення безпеки експлуатації споруд на армованих основах. У зв'язку з цим актуальним є питання про проведення досліджень та розроблення рекомендацій щодо проектування армованих ґрунтових подушок, зокрема, розташованих вище подошви фундаментів в інженерно-геологічних умовах, представлених слабкими ґрунтами.

Мета роботи – вивчення характеру роботи конструкції стрічкового фундаменту мілкового закладання з армованим геосинтетичними елементами зворотнім засипанням та розробка технології влаштування фундаментів на слабкій основі.

Завдання досліджень:

1. Провести аналіз нормативно-технічної літератури з питань покращення/заміщення слабких ґрунтів, обґрунтувати раціональність застосування ґрунтових зворотних засипок, армованих геосинтетичними елементами.

2. Експериментально дослідити вплив механічних характеристик геосинтетичних матеріалів на роботу армованих ґрунтових зворотних засипок.

3. Розробити ефективну конструкцію стрічкового фундаменту мілкового закладання з підвищеною несучою здатністю.

4. Експериментально дослідити взаємодію зворотної засипки, армованої геосинтетичними елементами, з ґрунтом основи та підтвердити ефективність застосування запропонованої конструкції.

Об'єкт дослідження: зворотна засипка, армована геосинтетичними елементами, як спосіб підвищення несучої здатності стрічкових фундаментів мілкового закладання на слабких ґрунтах основи.

Предмет дослідження: напружений стан основи, покращеної зворотною засипкою, армованою геосинтетичними елементами; методика проектування зворотної засипки, армованої геосинтетичними елементами.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

1. Виявлено вплив міцнісних властивостей, характеру взаємодії «ґрунт-арматура» та типу геосинтетичних матеріалів на роботу зворотних засипок армованих геосинтетичними елементами.

2. Запропоновано спосіб підвищення несучої здатності стрічкового фундаменту мілкового закладання шляхом застосування конструкції зворотної засипки, армованої геосинтетичними елементами (заявка на патент на корисну модель).

3. Отримано нові результати роботи запропонованої технології влаштування стрічкового фундаменту мілкового закладання з влаштуванням зворотного засипання, армованого геосинтетичними елементами на слабкій основі та експериментально доведено її ефективність.

4. Запропоновано методику проектування влаштування стрічкового фундаменту мілкового закладання на слабкій основі з влаштуванням зворотного засипання, армованого геосинтетичними елементами, що враховує механічні характеристики геосинтетичних матеріалів та ефект армування.

Теоретична та практична значущість роботи полягає:

1. У дослідженні впливу механічних характеристик геосинтетичних матеріалів на роботу зворотних засипок, армованих геосинтетичними елементами.

2. У дослідженні зміни напруженого стану слабкої основи, з включенням в роботу зворотного засипання, армованого геосинтетичними

елементами за контактом «подушка-основа», порівняно з природним ґрунтом на однакових глибинах.

3. У розробці методики проектування зворотного засипання при влаштуванні стрічкових фундаментів мілкового закладання на слабкій основі, армованого геосинтетичними елементами.

Результати досліджень запроваджено у навчальний процес у ВНТУ факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії (ФБЦЕІ)) за напрямками підготовки магістрів.

Методологія та методи дослідження. Усі завдання в рамках кваліфікаційної роботи вирішені на основі застосування та використання методів планування експериментів, методів чисельного та математичного моделювання. При виконанні експериментальних досліджень розглядалися масштабні моделі з використанням сучасних засобів вимірювань, автоматизованого збору та обробки інформації. Для теоретичних розрахунків, графічного та теоретичного аналізу результатів використовувалися стандартні сертифіковані програмні комплекси. Проведення теоретичних досліджень виконувалось на основі класичних принципів та методів механіки ґрунтів, геотехніки та механіки композитних матеріалів.

Положення, що виносяться на захист:

1. Результати експериментальних механічних досліджень характеристик геосинтетичних матеріалів.

2. Обґрунтування ефективності застосування конструкції зворотної засипки при спорудженні стрічкових фундаментів мілкового закладання на слабких ґрунтах.

3. Результати експериментальних досліджень взаємодії слабкої ґрунтової основи з зворотною засипкою, армованою геосинтетичними елементами.

Достовірність результатів, основних висновків та рекомендацій, представлених у дослідженні, базується на застосуванні основних

теоретичних положень механіки ґрунтів, геотехніки та механіки композитних матеріалів та підтверджена необхідним обсягом модельних експериментальних досліджень, виконаних на повіреному обладнанні.

Апробація роботи. Основні результати кваліфікаційної роботи обговорювалися та доповідалися на науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві».

Особистий внесок полягає у формулюванні цілей та завдань, пошуку їх рішення шляхом експериментальних та теоретичних досліджень, аналізі отриманих результатів, розроблення принципів розрахунку, формулювання основних висновків щодо роботи.

Публікації. Тези доповіді «Удосконалення технології влаштування стрічкових фундаментів» на конференції «Інноваційні технології в будівництві» [7] <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/paper/viewFile/16595/13846>

За результатами роботи подано заявку для отримання патенту на корисну модель «Спосіб підвищення несучої здатності фундаментів».

Обсяг та структура роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку літератури (69 найменувань, у тому числі 5 іноземною мовою) та 2 додатки. Загальний обсяг роботи складає 124 сторінок, включаючи 32 рисунків, 37 таблиць.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ФУНДАМЕНТІВ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ

Основною метою кваліфікаційної роботи є удосконалення відомого методу влаштування стрічкових фундаментів мілкового закладання. Оскільки з кожним роком будівельних майданчиків із хорошими інженерно-геологічними умовами стає все менше в умовах міської забудови, будівництво доводиться здійснювати на основах, складених слабкими структурно-нестійкими ґрунтами. Згідно з ДСТУ Б В.2.1-2-96 «ґрунти. Класифікація» [15] виділяють такі типи слабких ґрунтів: дисперсні ґрунти з модулем деформації $E \leq 5$ МПа - дуже сильно деформовані та сильно деформовані зі значенням модуля деформації $5 \text{ МПа} \leq E \leq 10 \text{ МПа}$ [15]. Також вченими запропоновано та інші класифікації слабких ґрунтів, які представлені у роботах [9,18]. Відомо, що будівництво будівель та споруд на таких слабких ґрунтах пов'язано з додатковими витратами на влаштування фундаментів [20,21]. У зв'язку з цим зараз достатньо актуальним питанням для будівництва є покращення фізико-механічних властивостей ґрунтів основ та зниження їх деформованості.

Поліпшення/посилення ґрунтів – давній напрямок у геотехніці, який безперервно розвивається. На даний момент накопичений величезний пласт досліджень з різних питань посилення ґрунтів [4]. Поліпшення/посилення ґрунтів включає не тільки поняття про різні методи та технології, але і характеристики всіх матеріалів, що беруть участь у процесі (ґрунтів, елементів посилення, фундаментів тощо), а також обладнання, накопичений досвід досліджень, проектування та виконання робіт [19].

1.1. Класифікація методів покращення ґрунту

Способи поліпшення ґрунту класифікуються різними методами. На 17-му Конгресі з механіки ґрунтів та геотехніки ISSMGE (Міжнародного товариства з механіки ґрунтів та геотехніки) була прийнята найбільш

докладна та повна класифікація, показана в таблиці 1.1. Ця класифікація ґрунтується на залежності поведінки ґрунту від наявності в ньому добавок.

Таблиця 1.1 – Класифікація методів покращення основи

Категорія	Метод	Принцип
Поліпшення основи без добавок у незв'язних ґрунтах	Динамічне ущільнення	Систематичне трамбування ґрунту великим вантажем, скинутим з висоти
	Ущільнення вибухом	Розрідження або ущільнення ґрунту ударною хвилею та вібраціями, породженими вибухом
	Ущільнення електричними імпульсами	Зонд, що генерує електричні розряди, поміщається в невеликий отвір, заповнений рідким розчином, проводиться серія електричних розрядів
	Поверхнєве ущільнення	Ущільнення ґрунту на поверхні або невеликій глибині з використанням різних машин та механізмів
Поліпшення основи без добавок у зв'язних ґрунтах	Метод заміни або переміщення ґрунту	Часткове або повне заміщення шару слабкого ґрунту із заміною на міцний мінеральний ґрунт
	Попереднє завантаження з використанням насипу та збірних вертикальних дрен	Метод попереднього завантаження з використанням насипу використовувався на протязі багатьох років у минулому і вважався одним із сформованих методів поліпшення ґрунту. Значний прогрес у цьому методі було досягнуто, коли дрени були введені як частина технології з використанням попереднього завантаження
	Попереднє обтискання з використанням поєднання насипу та додаткового вакуумного навантаження	Тиск вакууму до 90 кПа використовується для попереднього закріплення стисненого ґрунту так, що його деформованість буде значно менше при прикладанні експлуатаційних навантажень
	Динамічна консолідація з посиленням дренажем або вакуумом	Динамічне ущільнення, за винятком вертикальних або горизонтальних дренажів, використовується для розсіювання порового тиску, що утворився в ґрунті під час ущільнення
	Електроосмос, або електрокінетична консолідація	Під впливом постійного струму вода у ґрунті вступає в реакцію електроліз
	Термічне закріплення	Зміна фізичних чи механічних характеристик ґрунту постійно або тимчасово
	Гідропідривне ущільнення	Пористий ґрунт ущільнюється за допомогою комбінованого змочування та глибинного вибуху діючого вздовж стовбура свердловин

Продовження таблиці 1.1

Категорія	Метод	Принцип
Методи покращення ґрунту використанням штучних включень	Віброзаміщення або кам'яні колони	У цьому методі гранульований матеріал поміщається в свердловину, створену вібратором, і ущільнюється подібним вібратором для формування жорсткої колони
	Динамічне заміщення	Колони динамічного заміщення формуються шляхом розміщення на поверхні мінерального ґрунту та впровадження його в ґрунт, скидаючи з висоти від 9 до 36 м снаряди вагою від 15 до 30 тонн
	Піщані набивні палі	При формуванні піщаних набивних паль пісок подається в ґрунт через обсадну трубу і ущільнюється вібруванням, динамічним або статичним впливом для утворення колони
	Колони, обгорнуті геотекстилем	Технологія являє собою забиття або віброзанурення сталеві обсадної труби діаметром 80 см у несучий ґрунт, далі занурення безшовної циліндричної замкнутої знизу геотекстильної «шкарпетки». Після слід заповнити її піском для формування піщаної колони
	Жорсткі включення	Метод жорстких включень відноситься до використання напівжорстких чи жорстких об'єднаних колон або масивів у слабкому ґрунті в загальному сенсі для поліпшення несучої здатності ґрунту і зменшуючи осідання
	Армовані геосинтетичними матеріалами колони/палі для підтримки насипів	Використання паль, жорстких або напівжорстких колон / включень із геосинтетичних поясів призводить до підвищення стабільності та врегулювання набережних конструкцій
	Мікробна обробка	Принцип мікробної обробки полягає в використанні мікроорганізмів для забезпечення зв'язності та цементації в ґрунті, щоб збільшити міцність на зсув та зменшити проникність ґрунту чи породи
Поліпшення основи з застосуванням розчинного методу	Часткове ін'єктування	Здійснюється шляхом нагнітання цементної суспензії у ґрунт
	Хімічне закріплення	Хімічне закріплення визначається будь-яким ін'єкційним матеріалом, що знаходиться в стані чистого розчину, без частинок у суспензії
	Методи змішування	Найчастіше ґрунт змішується на місці з цементом та/або вапном за допомогою спеціально зробленої машини

Категорія	Метод	Принцип
Поліпшення основи з застосуванням розчинного методу	Струменева цементация	Це метод, що полягає у бурінні свердловини стрижнем невеликого діаметру, як правило, 90-130 мм, а потім в ін'єктуванні рідини під високому тиску при обертанні та вийманні стрижня; спрямований на руйнування і заміщення ґрунту або змішування його з цементним розчином під високим тиском
	Ущільнююче ін'єктування	Ущільнююче ін'єктування включає в себе кероване нагнітання дуже жорсткого, подібного будівельному, розчину при високому тиску в ділянки незв'язних ґрунтів
	Компенсаційне ін'єктування	Принцип полягає в ін'єктуванні достатнього об'єму розчину в ґрунт, щоб компенсувати рух у ґрунті, викликаний розкопками, так що осідання ґрунту чи будівлі зведені до мінімуму. Ін'єктування може бути руйнівним, проникаючим та ущільнюючим
Армування ґрунту	Геосинтетики або механічно стабілізовані ґрунти	Характеристики ґрунтів, що володіють як правило, непоганою міцністю на стиск і зсув, але не працюючих на розтягуючі зусилля, можуть бути [31] суттєво покращені за рахунок введення зміцнювальних елементів у напрямку відносної деформації розтягування так само, як і в залізобетоні
	Ґрунтові анкери та ґрунтові нагелі	Ґрунтові анкери застосовні до ситуацій, де масивні конструкції можуть бути замінені встановленням у ґрунт елементів, що працюють на розтягування. Ґрунтові нагелі нагадують ґрунтові анкери або відтяжки тим, що сталевий стрижень занурюється в попередньо просвердлений отвір. Однак є кілька важливих відмінностей. Нагелі значно менше і коротше, ніж анкера, і водночас анкера влаштовують попередньо напруженими після установки в проектне положення, нагелі – ні (за деякими винятками, у яких застосовується дуже мале попереднє напруження), і не сприймають навантаження до того, як деформується ґрунтова маса. Нагелі, як і анкера, збільшують опір зсуву ґрунтової маси
	Біологічні методи, що використовують рослинність	Коріння рослин може бути типом армування укосів та підпірних стінок. Крім того, вони видаляють ґрунтову воду і навіть створюють всмоктування у ґрунті. Вони також допомагають у запобіганні ерозії земель

З представленої класифікації видно, що нині існує досить велика кількість способів поліпшення фізико-механічних властивостей ґрунтів основи. Кожен із представлених способів має свої переваги та недоліки, а також певну область застосування.

В умовах сучасного будівництва найбільш привабливим методом поліпшення властивостей ґрунтів основ є метод заміщення ґрунту чи влаштування ґрунтових подушок (рис. 1.1).

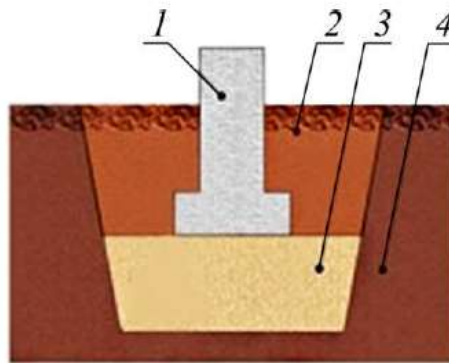


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд піщаної подушки:
1 – фундамент; 2 – зворотне засипання; 3 – піщана подушка; 4 – слабкий ґрунт

Цей метод знайшов широке застосування при будівництві доріг, а також при влаштуванні фундаментів на структурно-нестійких ґрунтах. Привабливість даного методу обумовлена [20]:

- надійністю ґрунтової подушки як основи;
- можливістю використання місцевих будівельних матеріалів;
- простотою проведення робіт;
- використанням доступних механізмів та обладнання;
- простими методами контролю за якістю будівельно-монтажних робіт.

Як і будь-який метод, ґрунтові подушки мають свої недоліки: – відсутність сучасної вітчизняної нормативної бази щодо проектування та влаштування даних конструкцій для промислового та цивільного будівництва; - значна трудомісткість робіт; - велика матеріаломісткість.

1.2. Область застосування та методи досліджень ґрунтових подушок

Як заповнювач в ґрунтових подушках можуть використовуватися як піщані ґрунти, так і інші інертні матеріали та відходи виробництва [29,32].

При використанні піску пилюваті та глинисті частинки, що знаходяться у подушці, при водонасиченні різко знижують його властивості міцності і сприяють розвитку сил морозного пучення, у зв'язку з цим зміст пилюватих та глинистих частинок повинно бути обмежено. Використання місцевих ґрунтів дозволяє заощадити на транспортних витратах з доставки ґрунтів з кар'єру до будівельного майданчика.

У практиці геотехнічного будівництва найбільшого поширення отримали саме піщані подушки, які використовуються для:

- 1) зменшення осідання фундаментів споруди;
- 2) збільшення несучої здатності та стійкості фундаментів;
- 3) зменшення глибини закладання фундаментів;
- 4) вирівнювання деформацій довколишніх фундаментів за рахунок перерозподілу напружень на нижчі шари ґрунту;
- 5) зміцнення водонасичених глинистих ґрунтів, що є основою подушки, за рахунок дренажу порової води в тіло піщаної подушки;
- б) заміни ґрунтів, схильних до морозного здимання, вище глибини промерзання ґрунтів.

За формою піщані подушки можуть бути різного контуру (лінійного та криволінійного) [].

У будівельній практиці виділяють два типи піщаних подушок: висячі (плаваючі) та оперті (з посадкою на мінеральне дно) (Рисунок 1.2) [40].

Висячі подушки мають на увазі часткову заміну слабкого ґрунту на ґрунтову подушку, таким чином, основою таких подушок служить слабкий ґрунт. Оперті подушки проходять всю потужність слабкого ґрунту до більш міцних шарів [40] малостисливих ґрунтів (повна заміна слабкого шару на локальній ділянці).

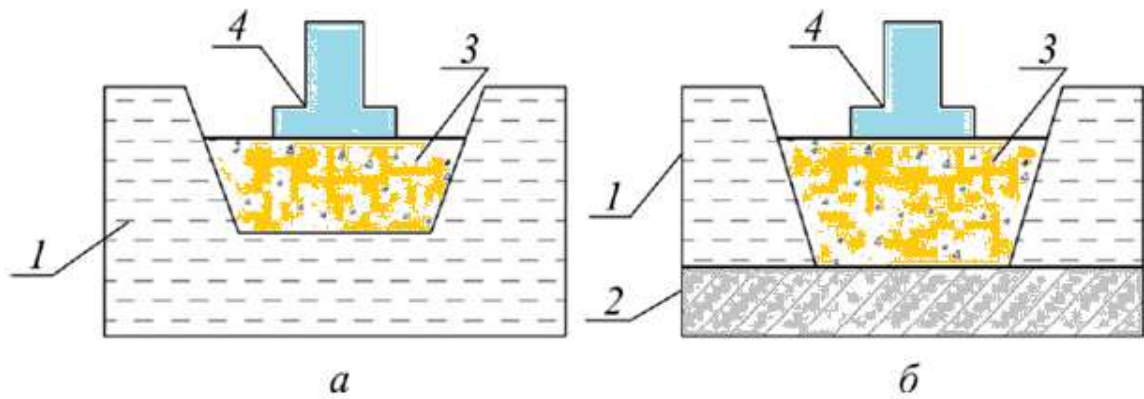


Рисунок 1.2 – Приклад піщаної подушки: *a* – висяча (плаваюча);
б - оперта (з посадкою на мінеральне дно); 1 – шар слабого ґрунту;
 2 – шар малостисливого ґрунту; 3 – ґрунтова подушка; 4 – фундамент

До складу робіт з влаштування подушок входять транспортування та розвантаження матеріалу, його розрівнювання, зволоження, ущільнення та вирівнювання поверхні за заданою позначкою.

Великий внесок у наукові дослідження щодо застосування у будівництві ґрунтових подушок внесли М.Ю. Абелев, Б.І. Далматов, П.А. Коновалов, В.І. Крутов, Р.А. Мангушев Н.М. Морарескул, Р.А. Усманов, Н.А. Цитович та інші вчені.

Експериментальним дослідженням піщаних подушок присвячені роботи Б.І. Далматова, Н.М. Морарескула [19]. В рамках цих робіт авторами незалежно було виконано польові штампіві випробування піщаних подушок у різних інженерно-геологічних умовах.

У роботах [2,5,6] наголошується, що під дією навантаження на подушку осідання має нелінійний характер з перших ступенів застосування навантаження, цей факт пояснюється виникненням зрушень у тілі подушки за рахунок бічного стиснення слабого ґрунту основи. Також було зроблено висновок про те, що зі збільшенням відносної ширини відбувається зростання опору піщані подушки.

Як було зазначено у роботах Б.І. Далматова [19], проектування подушок зводиться до визначення їх геометричних розмірів (висоти та ширини). Їм була розроблена методика розрахунку фундаментної подушки,

подушки; R_c – розрахунковий опір слабого ґрунту основи подушки; a , b – розміри фундаменту у плані.

При визначенні ширини подушки приймають кут розподілу тиску в ній $\alpha = 30^\circ - 45^\circ$, тоді:

$$b_n = b + 2h_n \operatorname{tg} \alpha. \quad (1.3)$$

Після встановлення розмірів піщаної подушки необхідно виконати перевірку підстиляючого шару відповідно до СП 22.13330.2016 та, у разі необхідності, збільшити розмір подушки.

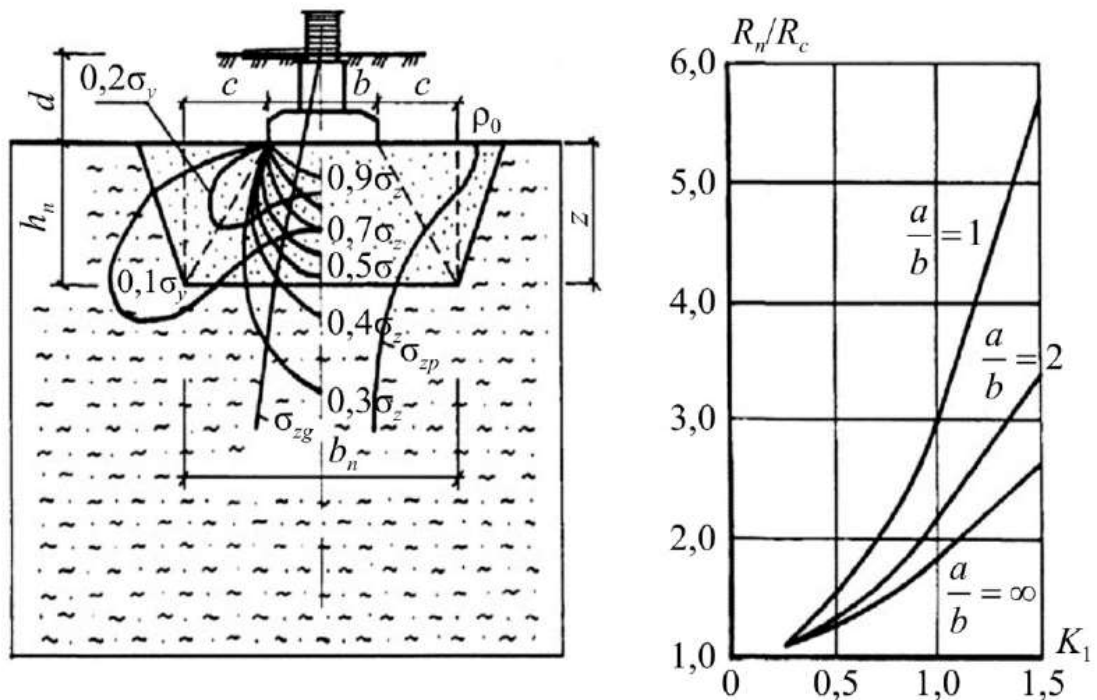


Рисунок 1.4 – Розрахункова схема та номограма для визначення висоти ґрунтової подушки за методом Н.А. Цитовича

У роботах [2,6,20,26] розглядаються питання щодо влаштування та проектування фундаментів у слабких водонасичених ґрунтах при використанні як метод підвищення міцнісних та деформаційних параметрів основи високоущільнених ґрунтових подушок. Були проведені штампові випробування для порівняння роботи чотирьох типів заповнювачів подушки: гравійно-галечникового ґрунту, ПГС, піску, суглинку (Рисунок 1.5).

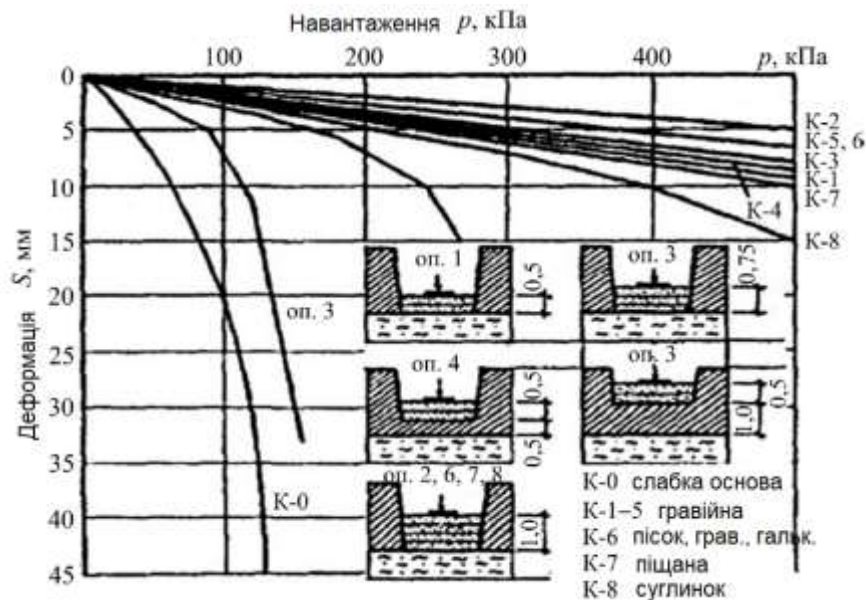


Рисунок 1.5 – Експериментальні залежності осідання від навантаження для різних типів високоущільнених ґрунтових подушок з дослідів Р.А. Усманова

За результатами проведених штампових випробувань чотирьох типів високоущільнених ґрунтових подушок була встановлена глибина активної зони, вона охоплює глибину $0,75 \div 1,0$ від діаметра штампу, що дозволяє оцінити оптимальну висоту ґрунтової подушки. У роботі [21] було зазначено, що існуючі інженерні методи розрахунку, реалізовані в нормативній літературі [26], не дозволяють з достатньою точністю визначати дійсний напружено-деформований стан ґрунтового масиву, покращеного високоущільненими ґрунтовими подушками, і, як наслідок, не дозволяють визначати дійсну несучу здатність та осідання. За результатами виконаних експериментальних досліджень автором був запропоновано емпіричний інженерний метод розрахунку осад високо ущільнених ґрунтових подушок

За описаними вище дослідженнями можна зробити загальні висновки:

1. Мінімальна висота ґрунтової подушки під фундаментом визначається з умови, що осідання подушки та нижчих ґрунтів має бути меншим гранично допустимої величини осідання для даного типу будівлі/споруди.

2. Розміри ґрунтової подушки в плані повинні забезпечувати стійкість ґрунту навколо ґрунтової подушки від дії горизонтальних нормальних

напружень та дотичних сил і визначаються розрахунком.

Незважаючи на те, що дослідження роботи піщаних подушок були виконані великою групою фахівців-геотехніків, цей тип конструкцій не став популярний на території нашої країни через те, що методики розрахунку ґрунтових подушок не відповідають сучасним вимогам проектування та, як це може призвести до перевитрати матеріалів (збільшення вартості будівництва) або до виникнення критичних деформацій у результаті руйнування тіла подушки [14].

1.3. Армування ґрунтів. Загальні принципи

В даний час активно розвивається напрямок у геотехнічному будівництві – армування ґрунтів. Під армованою ґрунтовою подушкою (рис. 1.6) розуміють армований горизонтальними елементами ґрунтовий масив, який замінює на обмеженій глибині слабкий/структурно-нестійкий ґрунт, і обріз отриманого масиву утворює основу фундаменту (див. рис. 1.6). Але суттєвим фактором, що гальмує застосування даних конструкцій на території нашої країни, є відсутність сучасної нормативної бази для влаштування та проектування армоґрунтових конструкцій для промислового та цивільного будівництва.

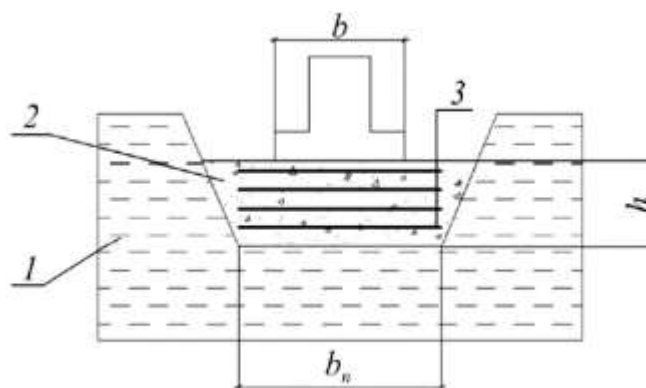


Рисунок 1.6 – Приклад схеми армованої піщаної подушки: 1 – слабкий ґрунт; 2 – піщана подушка; 3 – армуючі елементи; b – ширина підшови фундаменту; b_n – ширина піщаної подушки; h – висота піщаної подушки

Армування ґрунтових масивів дозволяє скоротити витрати на влаштування піщаних подушок шляхом введення армуючих елементів, які

дозволяють збільшити стійкість матеріалів подушки до сил розтягування по напрямку їх укладання [14].

В рамках даної роботи пропонується оптимізувати конструкцію ґрунтових подушок за рахунок використання ефекту армування, а також розробки експериментально підтвердженої методики проектування.

Основні ідеї армування ґрунтів як напрямки у будівництві відомі з давніх часів. Найбільш стародавньою спорудою з існуючих у наш час є зіккурат древнього міста Дур-Куригацу та Велика китайська стіна. Відомо також, що у Стародавньому Римі використовували армований ґрунт під час будівництва земляних дамб [18]. На той момент часу як арматуру використовувалися: гілки, ліани, очерет, тобто природні матеріали. Ідея армування ґрунту знову з'явилася у будівництві лише на початку ХХ століття США. Інженер Манстер створив земляну підпірну стінку з армуючими елементами з дерева та полегшеним облицюванням.

Але безпосереднє відродження ідеї армувати ґрунт відбулося у 60-ті роки ХХ століття завдяки французькому інженеру Анрі Відалю. Він запропонував при влаштуванні насипів застосовувати сталеві стрічки як армуючі елементи.

А. Відаль також є одним із родоначальників застосування перших полімерних матеріалів як армуючих елементів. Широковідомими розробками А. Відаля є підпірні стінки, споруджені на об'їзній автодорозі довкола м. Парижа. Взаємодія між ґрунтом та армуючи ми шарами відбувається за рахунок тертя по контакту «ґрунт-армуючий шар». Термін «армований ґрунт» був уведений у вжиток також А. Відалем визначення нового композитного матеріалу [20].

В даний час покращення/посилення слабких основ різних споруд, земляного полотна, посилення конструкції дорожнього одягу, влаштування насипів з укосами підвищеної крутості, будівництво армоґрунтових підпірних стін - всі ці завдання легко вирішуються з використанням сучасних армуючих матеріалів – геосинтетиків [22,24].

Геосинтетичні матеріали включають різні типи матеріалів на основі полімерних мембран, пластмаси, гуми, каучуку, тканини, бітуму і бетонованих сумішей, що застосовуються в різних галузях промисловості [27].

Однак в даний час область застосування даних матеріалів у нашій країні суттєво обмежена, це пов'язано з малим досвідом застосування та невеликою кількістю відповідних досліджень/випробувань з влаштування та проектування армоґрунтових конструкцій [28].

Основними ефектами, отриманими при впровадженні в ґрунт армуючих елементів є наступні [28]:

- армування призводить до збільшення несучої здатності основи.

Ефективність застосування армованих основ збільшується при підвищенні навантаження [30];

- армування призводить до зниження деформованості основи;

- нерівномірність осідань фундаментів на армованій основі значно менше;

- скорочення трудовитрат та вартості будівництва порівняно з іншими методами покращення ґрунтів.

В даний час існує досить велика кількість різних геосинтетичних матеріалів (понад 400 типів). Кожен із матеріалів використовується відповідно до своїх властивостей у певних областях будівництва [31] (Таблиця 1.2).

Тип армуючого матеріалу визначається розрахунком, а також шляхом техніко-економічних порівнянь. Як правило, в армованих піщаних подушках застосовують два типи армування: горизонтальними прошарками на один або кілька рівнів; криволінійне, за контуром подушки.

Основною характеристикою геосинтетичних матеріалів, що застосовуються як армуючі елементи, є міцність на розрив.

Ця характеристика є першою при виборі геосинтетичних матеріалів для виконання функцій армування.

Таблиця 1.2 – Типи геосинтетичних матеріалів залежно від виконуваних функцій

Тип	Виконувана функція				
	розділення	армування	фільтрація	дренаж	гідроізоляція
Геотекстиль	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Не використовує.
Георешітки	Додаткова	Основна	Не використовує.	Не використовує.	Не використовує.
Геосітки	Додаткова	Не використовує.	Не використовує.	Основна	Не використовує.
Геомембрани	Додаткова	Не використовує.	Не використовує.	Не використовує.	Основна
Геокомпозити	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова

За відсутності значення даного параметра армуючого матеріалу неможливо визначити граничне навантаження на основу з армованими ґрунтовими подушками, так як вона грає основну роль будь-якій відомій методиці розрахунку [38].

Зважаючи на те, що геосинтетичні матеріали складаються з полімерних матеріалів, розривну міцність поділяють на: короткочасну міцність та тривалу міцність (повзучість).

Короткочасна міцність визначається шляхом проведення швидких випробувань на розрив. Тривала міцність визначається під час проведення випробувань на повзучість. Використовуючи тривалу міцність як розрахункове значення міцності, можливо найточніше визначити значення сили граничного опору, яка буде біля основи з армованою ґрунтовою подушкою.

Проте, як показали здійснені дослідження [39], в деяких випадках не обов'язково проводити випробування на повзучість, які вимагають наявності спеціального устаткування [40]. Можна скористатися знижуючими коефіцієнтами для короткочасної міцності залежно від типу полімеру, які представлені в нормативно-довідковій літературі.

Питанням армування піщаних подушок горизонтальними елементами присвячені роботи Д.А. Татьянникова, А.А. Тажигулова [39,40].

У роботі [39] автор досліджував піщані подушки, армовані геотекстилем, що у зоні контакту з фундаментом. За результатами проведених експериментів автором було зроблено висновок про те, що одним із ефектів, одержуваних при впровадженні в ґрунт арматури, є включення у роботу ґрунту в горизонтальному напрямку, і, як наслідок, відбувається збільшення несучої здатності та зменшення осідання основи [39].

В роботі А.А. Тажигулова [39] досліджувалась армована фундаментна подушка раціонального перерізу (Рисунок 1.7).

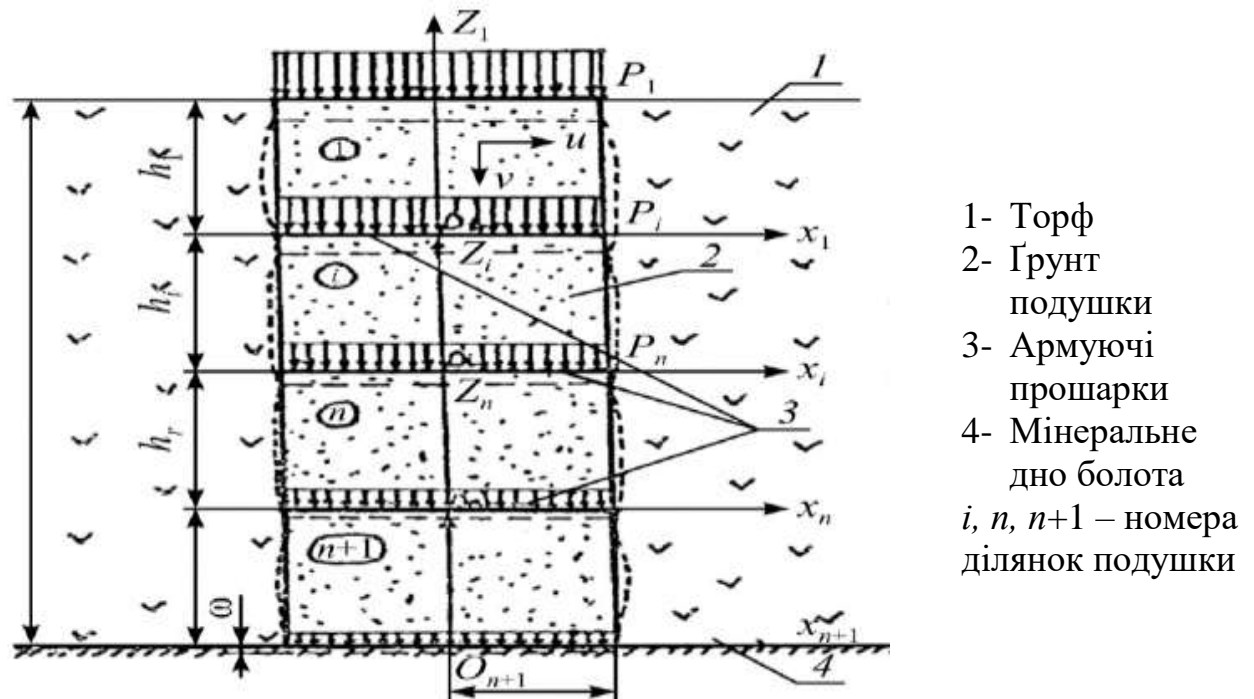


Рисунок 1.7 – Розрахункова схема армованої фундаментної подушки раціонального перерізу

За результатами роботи запропоновано методику розрахунку несучої здатності армованої фундаментної подушки раціонального перерізу з урахуванням особливостей роботи подушки та навколишнього ґрунту.

Армуванням за контуром фундаментної подушки займалися О.М. Краєв, В.Ф. Бай [6,26], у роботі був представлений новий спосіб улаштування подібних конструкцій (Рисунок 1.8).

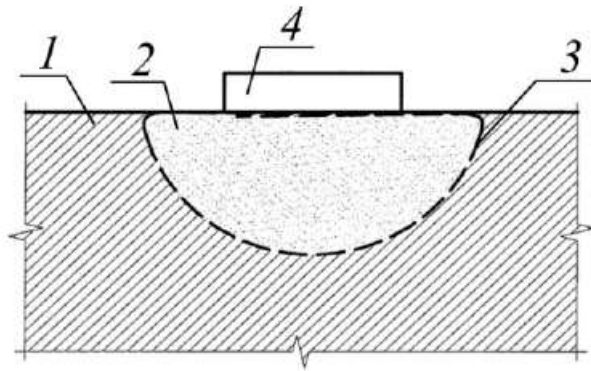


Рисунок 1.8 – Армована по контуру фундаментна подушка: 1 – слабкий ґрунт; 2 – тіло подушки; 3 – тканий геотекстиль; 4 – фундамент

Було розроблено методику розрахунку осідання фундаментної подушки з урахуванням криволінійної поверхні контакту піщаної подушки з ґрунтом основи та її контурного армування геотекстильним матеріалом. Проте у цій роботі автори не приділяють уваги типу та характеристикам, застосовуваних до геосинтетичних матеріалів, а також їх взаємодії з ґрунтом подушки.

У дослідженнях А.Н. Краєва [27] розглядається моделювання роботи армованих піщаних подушок у заболочених ґрунтах. Наведено результати модельних штапових випробувань різних типів армування піщаних подушок: тришарове армування, тришарове армування з відгином кінців полотнищ, тришарове S-подібне армування, тришарове армування з анкеруванням кінців полотнищ, замкнутий контур армуючого матеріалу, три замкнуті контури армуючого матеріалу, три замкнуті контури з попереднім натягом армуючих шарів.

За результатами виконаних досліджень автори роблять висновок про те, що найкращі результати демонструє піщана подушка з попереднім напруженням полотнищ армуючого матеріалу або неподатливим анкеруванням. Однак також автори відзначають, що при розриві шарів армування можливо прогресуючий розвиток деформацій із втратою стійкості основи, що необхідно враховувати під час проектування даних конструкцій.

В роботах П.А. Коновалова, Р.А. Мангушева та ін. [25,32] представлені основні методи та технології улаштування основ фундаментів сталевих резервуарів, у тому числі як один із способів розглядаються армовані піщані подушки. Авторами зазначено, що несуча здатність основи, армованої горизонтальними геосинтетичними шарами, значно вища порівняно з неармованою основою. Наведено основні причини втрати стійкості подібних основ, а саме: великий відсоток армування, при якому можливий розрив армуючих елементів верхніх шарів; ковзання армуючих шарів щодо ґрунту, при цьому відбувається вдавлювання фундаменту в основу; випирання ґрунту з-під тіла фундаменту при розташування армуючого шару на відстані більше $2/3$ від ширини фундаменту. Також авторами відзначено особливість роботи армованих масивів: збільшення щільності ґрунту, що контактує з армуючи ми геосинтетичними елементами, що дозволяє досягати більш високих значень несучої здатності основи за рахунок підвищення тертя між ґрунтом та геосинтетиком.

Найбільш вичерпні дослідження із застосування армованих піщаних подушок були проведені в Європі та відображені у Європейських нормах проектування армоґрунтових конструкцій EBGEO, у яких наводяться вимоги до матеріалів, представлені методика розрахунку та проектування. Однак для впровадження в практику цих норм необхідно здійснювати додаткові наукові дослідження з урахуванням інженерно-геологічних умов України.

1.4. Числові методи розрахунку армованих піщаних подушок

Як було зазначено вище, на території нашої країни відсутні чіткі методики та підходи для влаштування та проектування армоґрунтових конструкцій для промислового та цивільного будівництва, у зв'язку з цим найбільш універсальним способом проектування та дослідження подібних конструкцій залишається застосування числових методів розрахунку.

Числові методи розрахунку займають одну з лідируючих позицій при розв'язанні низки розрахункових завдань у будівництві. Серед числових методів найбільшого поширення набули :

- метод граничних елементів (МГЕ);
- метод кінцевих різниць (МКР);
- метод кінцевих елементів (МКЕ).

В даний час у світовій практиці проектування найбільше поширення набув метод кінцевих елементів (МКЕ) як основний метод, що використовується для розрахунку будівельних конструкцій, основ та фундаментів. Базові ідеї та положення МКЕ були сформульовані ще в 50-ті роки минулого сторіччя.

З того часу метод значно змінився, отримав потужне теоретичне обґрунтування та розвиток . Крім того, як показують дослідження [14,16,21], при вирішенні завдань, пов'язаних з визначенням граничного навантаження на армовані основи, найбільш достовірним є саме метод кінцевих елементів.

Метод кінцевих елементів дозволяє враховувати: природне напружено-деформований стан; неоднорідне напластування ґрунтів; зміна міцнісних та деформаційних параметрів ґрунтів у процесі будівництва та експлуатації споруд; поетапний додаток зовнішніх навантажень на досліджуваний об'єкт. Також МКЕ дозволяє проводити спільний розрахунок за двом граничним станам з урахуванням роботи системи «основа-фундамент», розрахунок напружено-деформованого стану ґрунтів з виявленням зон розвитку пластичних деформацій.

На основі математичного апарату МКЕ існує безліч спеціальних програмних комплексів, здатних вирішувати складні геотехнічні завдання: ANSYS, Midas, GeoSoft, Plaxis, FLAC, Z-Soil, FEMmodels, GTS та ін. У світовій практиці геотехнічного будівництва найбільше найпоширенішим є програмний комплекс Plaxis. Програма Plaxis охоплює безліч областей геомеханіки, включаючи розрахунки з стійкості, несучої здатності та деформацій фундаментів, розрахунок підпірних стінок, анкерів,

геосинтетичних матеріалів, розрахунок тунелів, консолідаційний аналіз ґрунтів та багато іншого. Перша версія Plaxis була розроблена у 1987 році в Технологічному університеті м. Дельф (Нідерланди). На даний момент Plaxis після багаторічних доробок є лідируючою геотехнічною програмою, представленою в кількох версіях (2D та 3D). Більш детальний опис програмного комплексу Plaxis 2D представлено у роботі [40].

У сучасному програмному комплексі Plaxis 2D представлені наступні моделі ґрунту: модель Рейс-Прандтля, Мора-Кулона, «просунута» Мора-Кулона, пружна модель ґрунту, модель ґрунту, що зміцнюється, модель слабкого ґрунту, і Plaxis-Кап модель. У програмі закладені можливості щодо розрахунку геосинтетичних матеріалів. Геосинтетик моделюється за допомогою спеціальних елементів (Geogrid), що зазнають розтягуючого напруження. Для завдання геосинтетика у ПК Plaxis 2D необхідно знати відносне подовження геосинтетичного матеріалу за відповідного навантаження.

Жорсткість G може визначатися при розриві геосинтетичного матеріалу та при різному подовженні (зазвичай від 2 до 5%), залежно від виду матеріалу та конкретного його застосування (рис. 1.9).

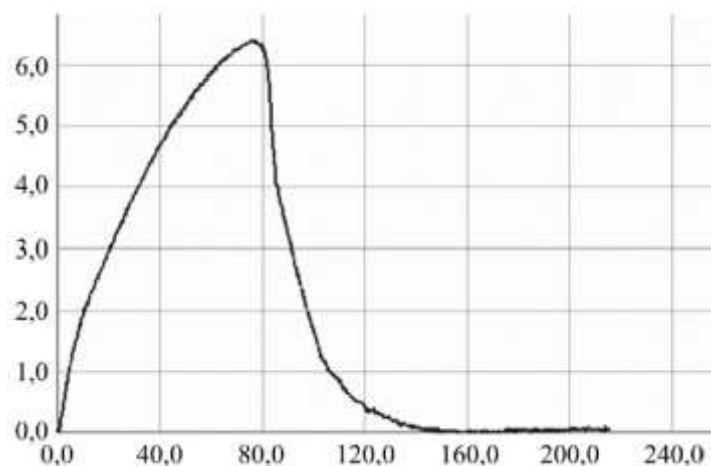


Рисунок 1.9 – Приклад діаграми «навантаження – подовження» за результатами випробувань на розрив

Як показали раніше проведені дослідження [38], а також дослідження інших авторів [41], залежність розтягуючих зусиль, що до відносного

подовження є нелінійним. Врахування цієї залежності дозволяє найбільш ефективно підбирати армуючі геосинтетичні матеріали [31].

Висновок.

На основі виконаного огляду науково-технічної літератури по темі досліджень можна зробити такі висновки:

1. Застосування армованих ґрунтів дозволяє суттєво скоротити витрати на влаштування фундаментів та основ.

2. В даний час в Україні для промислового та цивільного будівництва немає сучасної нормативної бази щодо влаштування та проектування армованих зворотних засипок фундаментів.

3. Недостатньо добре вивчено вплив на роботу фундаментів конструкцій зворотних засипок, армованих геосинтетичними елементами: характеру армування, властивостей міцності і типу геосинтетичних матеріалів.

Завдання подальших досліджень:

1. Експериментально дослідити вплив механічних характеристик геосинтетичних матеріалів на роботу армованих ґрунтів.

2. Розробити ефективну конструкцію зворотного засипання фундаментів, армованого геосинтетичними елементами.

3. Експериментально дослідити взаємодію зворотного засипання фундаментів, армованого геосинтетичними елементами, з ґрунтом основи та підтвердити ефективність застосування запропонованої конструкції.

2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Лабораторні випробування з визначення характеристик геосинтетичних матеріалів

Аналіз науково-технічної літератури, представлений у розділі 1, дозволяє зробити висновок, що значний вплив на несучу здатність армованих ґрунтових подушок має тип та характер армування. Крім того, маловивченим залишається питання про підбір типу армуючого матеріалу виходячи з його механічних характеристик. Таким чином, для впровадження в будівельну практику конструкцій армованих ґрунтових подушок та розробки методики розрахунку необхідно в першу чергу провести експериментальні дослідження армуючих матеріалів.

В даний час у світі здійснюється велика кількість досліджень із застосування різних геосинтетичних матеріалів для поліпшення ґрунтових основ. Однією з найважливіших завдань під час проведення таких робіт є визначення впливу геосинтетичних характеристик матеріалів на властивості армованого ґрунту [31,38].

Відомо [22], що основними механічними характеристиками геосинтетичних матеріалів є:

- міцність матеріалу на розрив (короткочасна міцність та тривала міцність – повзучість);
- відносне подовження матеріалу при відповідному навантаженні;
- коефіцієнт тертя матеріалу по ґрунту подушки;
- опір матеріалу висмикування з ґрунту.

Тому метою досліджень, проведених у цьому розділі, є вивчення механічних характеристик геосинтетичних матеріалів та способів їх визначення, а також вплив механічних геосинтетичних характеристик матеріалів на роботу ґрунтових подушок, армованих геосинтетичними елементами.

За існуючою номенклатурою геосинтетичних матеріалів виділяють приблизно 400 різних видів матеріалів. Вони поділяються залежно від виконуваних функцій, типу полімерів, структури, форми виконання, фізико-механічних параметрів. Детальний огляд представлений у роботах [5,6]. Відповідно до ISO 10318:2005 для виконання армуючих функцій використовують геотекстилі, георешітки і геокомпозити, що є комбінацією з різних типів матеріалів.

Основною вимогою, яка пред'являється до армуючих матеріалів, є те, що матеріали повинні витримувати в поздовжньому і поперечному напрямку розтягувальні зусилля не менше 10 кН/м, при 3% -ному - подовженні. Також матеріали мають бути хімічно і біологічно стійкими і мати високий коефіцієнт тертя по ґрунту.

Тому для проведення експериментальних механічних досліджень характеристик геосинтетичних матеріалів було прийнято два типи матеріалів: георешітка Secugrid (NAUE GmbH & Co), геотекстиль тканий двовісний ТН-50 («Гекса») (Рисунок 2.1) – як основні типи матеріалів, що застосовуються як армуючі елементи згідно [9].



а



б

Рисунок 2.1 – Зразки геосинтетичних матеріалів: а – георешітка Secugrid; б – геотекстиль ТН-50

У таблиці 2.1 представлені прийняті для досліджень геосинтетичні матеріали.

Прийняті типи матеріалів відповідають усім необхідним вимогам, до геосинтетичних матеріалів, які застосовуються в якості армуючих елементів.

Таблиця 2.1 – Паспортні характеристики геосинтетичних матеріалів

Характеристика	Георешітка	Геотекстиль тканий двовісний
Тип полімеру	Поліестер	Поліпропілен
Поверхнева щільність, г/м ²	415	300

Випробування геосинтетичних матеріалів на розрив.

Для проведення випробувань використовувалася випробувальне розривне пристосування, яке конструктивно складається з корпусу, приводу, систем навантаження та контролю деформацій (Рисунок 2.2).

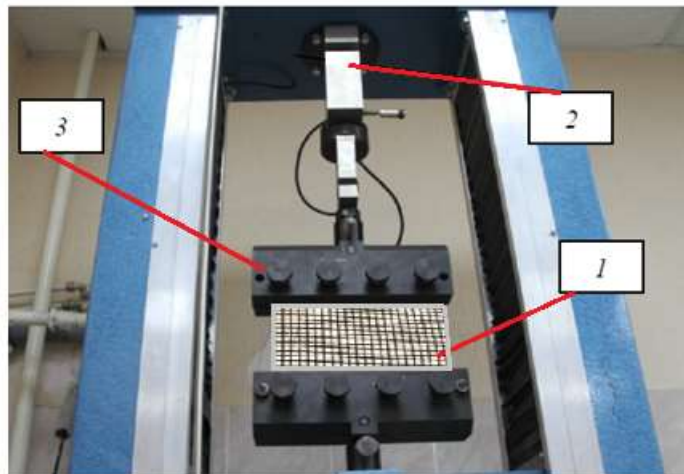


Рисунок 2.2 – Процес випробування: 1 – зразок геосинтетичного матеріалу; 2 – система навантаження; 3 – затискач

Пристосування дозволяє вимірювати силу та деформації при випробуваннях на розтягування на зразках контрольованого (в межах технічних можливостей обладнання) матеріалу (див. таблицю 2.2). Принцип роботи обладнання заснований на прикладання до зразка навантаження, що зростає при русі одного захвату при нерухомому іншому захваті обладнання.

У ході випробування проводиться реєстрація вимірювань подовження та зусилля у зразку для побудови графіка залежності "навантаження - подовження" (рис. 1.9).

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики випробувального станду

Характеристика	Значення
Найбільше граничне навантаження, Н	1000
Найменше граничне навантаження, Н	1
Дискретність відліку при вимірюванні навантаження, Н	1
Дискретність відліку при вимірі подовження, мм	0,1
Межі допустимої відносної похибки вимірювання навантаження при прямому ході, % від вимірюваного навантаження	± 1
Діапазон вимірювання переміщення активного захвату, мм	0–100
Межі допустимої похибки вимірювань переміщення активного захвату, мм	± 1
Межі допустимої похибки вимірів деформації (подовження), мм	± 1

Відбір та підготовка зразків для випробувань на розрив проводилися []. Зразки рівномірно вирізаються по всій ширині та довжині рулону на відстані не менше ніж 100 мм від кромки; зразки не повинні мати дефектів (складок, дір і т.д.). Основні положення щодо випробувань на розрив прийняті за ГОСТ Р 55030-2012. Під час проведення випробувань розміри зразка приймалися рівними 200×200 мм за вільної довжини зразка 100 мм. Число зразків, що випробовуються у кожному напрямку, має бути не менше шести.

Якщо всі зразки хоча б однієї з їх груп при випробуванні вислизали з затискачів або деформувалися на відстані менше 5 мм від затиску, в цьому у разі виконувались додаткові випробування на подвоєній вибірці.

В рамках дослідження проведено випробування з трьома зразками для обох типів матеріалів у кожному напрямі.

У результаті підготовки до випробування забезпечувалося рівномірне закріплення. Розрив, що стався через неправильне затискання зразка (нерівномірність, вислизання), не враховувався.

Більшість досліджень з вивчення властивостей міцності геосинтетичні матеріали зводяться до визначення міцності на розрив та відносної деформації при розриві. Основою геосинтетичних матеріалів є полімери, які під впливом постійного навантаження мають властивість продовжувати деформуватися і, так само, як армуючі елементи, що включаються в роботу не миттєво, а тільки при високих навантаженнях.

У зв'язку з цим при випробуванні на розрив необхідно встановлювати залежність розвитку міцності від подовження матеріалу (жорсткість) У цьому випадку, на думку дослідників [27], можливо при розрахунках враховувати максимальне значення жорсткості за необхідних значень відносної деформації. Як було зазначено у розділі 1, для виконання розрахунків із застосуванням різних програмних комплексів необхідно знати параметр жорсткості для геосинтетичних матеріалів.

Для обчислення лінійної жорсткості, що виражається в кН/м, використовують таку формулу

$$G = \frac{Fc100}{\varepsilon}, \quad (2.1)$$

де F – навантаження за деформації ε , кН; ε – встановлена деформація, %;

c – параметр, що визначається з формули (2.2) або (2.3) залежно від типу матеріалу.

Для тканин щільної структури, нетканих полотен або аналогічних матеріалів параметр c визначається за формулою:

$$c = 1/B, \quad (2.2)$$

де B – номінальна ширина зразка, м.

При визначенні параметра для грубого тканого геотекстилю, геосіток, георешіток або аналогічних матеріалів з відкритою структурою користуються формулою:

$$c = N_m/N_s \quad (2.3)$$

де N_m – мінімальна кількість елементів розтягування на 1 м ширини випробуваного зразка; N_s – кількість елементів розтягування зразка для випробування.

Одним із основних завдань випробувань геосинтетичних матеріалів на розрив є побудова залежності «деформація – лінійна жорсткість». За результатами проведених серій випробувань на розрив було отримано експериментальне поле точок залежності лінійної жорсткості від відносної деформації для обох типів матеріалів у поздовжньому та поперечному напрямку.

Перед побудовою експериментальних графіків проведено статистичну обробку отриманих даних, яка полягала в оцінці отриманих приватних значень при значенні довірчої ймовірності $\alpha = 0,95$ та підборі апроксимуючої залежності, при якій досягається мінімальне значення середньоквадратичного відхилення (далі – статистична обробка).

В результаті отримані наступні залежності, які наведені на Рисунку 2.3 та Рисунку 2.4.

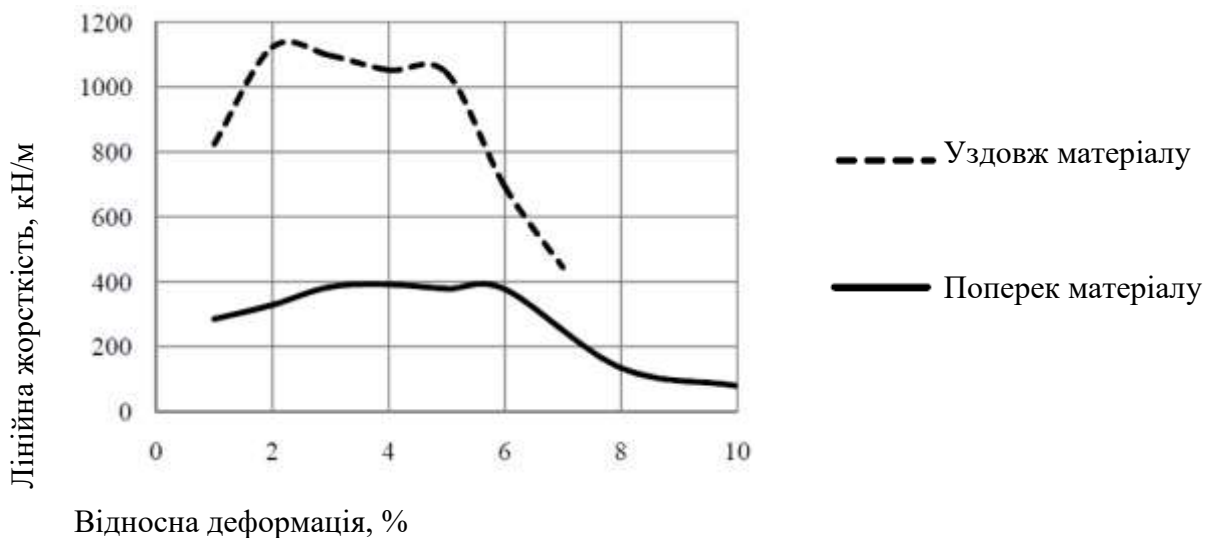


Рисунок 2.3 – Графік залежності «відносна деформація – лінійна жорсткість» вздовж і поперек матеріалу георешітки

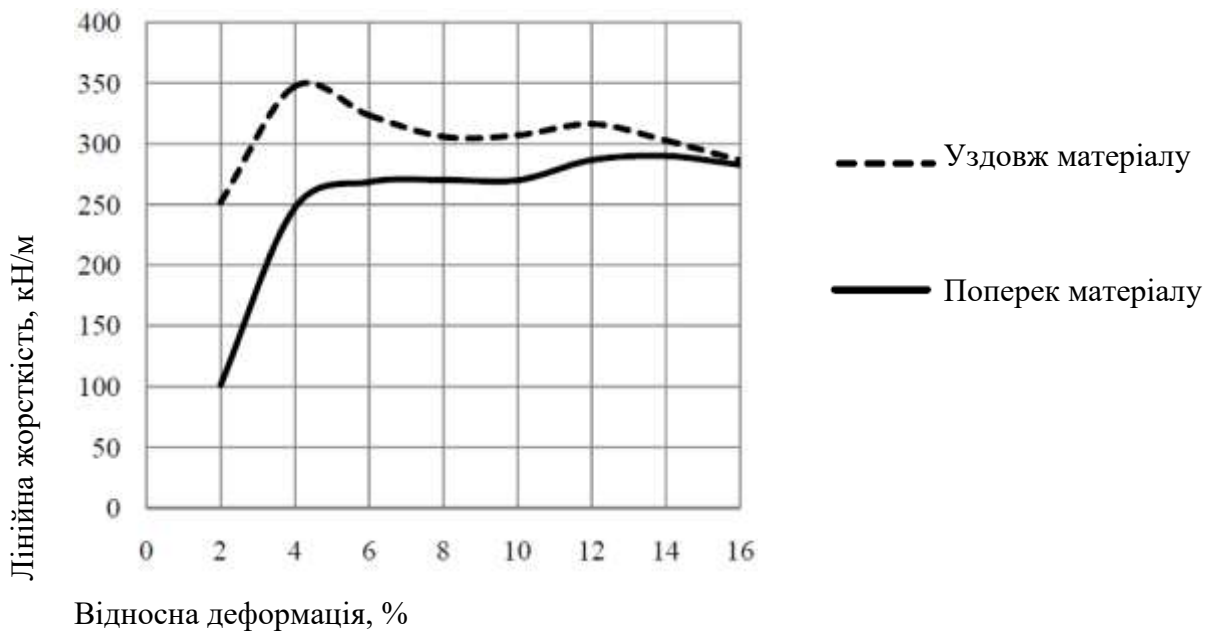


Рисунок 2.4 – Графік залежності «відносна деформація – лінійна жорсткість» вздовж і поперек матеріалу тканого геотекстилю

З аналізу даних графіків можна дійти невтішного висновку у тому, що величина лінійної жорсткості геосинтетичних матеріалів збільшується пропорційно відносній деформації до максимального значення (піка), а потім починає зменшуватись. Причому значення жорсткості георешітки вздовж матеріалу перевищують значення поперек матеріалу у кілька разів. Таким чином, для розрахунку армогрунтових конструкцій слід приймати максимальне значення жорсткості для діапазону відносних деформацій, який приймається відповідно до чинних нормативно-технічних документами на проектування армогрунтових конструкцій. Також при вирішенні «зворотних завдань» можливе встановлення необхідних параметрів відносної деформації залежно від максимальної твердості. На етапі проектування та виконання робіт необхідно укладати матеріал у піщаних подушках таким чином, щоб навантаження прикладалося вздовж волокон із більшою жорсткістю.

У таблиці 2.3 подано значення максимальних лінійних жорсткостей для гранично встановлених значень щодо деформації. Дані значення є основними вихідними даними для проектування армованих ґрунтових подушок [38].

Таблиця 2.3 - Зведена таблиця результатів випробувань на розрив геосинтетичних матеріалів

Матеріал	Максимальне значення лінійної жорсткості (кН/м)		Межі відносної деформації (%)		Розривне зусилля, (кН/м)	
	вздовж	поперек	вздовж	поперек	вздовж	поперек
Георешітка	1122	392	1-3	2-5	78	28
Геотекстиль тканий	350	282	3-6	10-16	47,4	46,6

За підсумками виконаних випробувань на розрив двох типів геосинтетичних матеріалів можна зробити такі висновки: найбільші міцнісні (розривне зусилля, максимальне значення лінійної жорсткості) та деформаційні (відносна деформація) характеристики має георешітка. Це пов'язано як із структурою даного матеріалу, так і з різним типом полімеру, з якого було виготовлено цей геосинтетичний матеріал.

Проведені випробування відображають значення короточасних міцнісних та деформаційних параметрів геосинтетичних матеріалів. Для проектування армогрунтових конструкцій, за відсутності даних безпосередніх випробувань, можна використовувати довідкові знижувальні коефіцієнти для короточасних значень міцності, що підтверджено проведеними експериментальними дослідженнями зміни міцності геосинтетичних матеріалів під навантаженням.

Сьогодні основною зовнішньою відмінністю решітки від сітки є жорсткість її конструкції, ні ребра, ні вузлове з'єднання не допускають зміну форми осередки та деформацій конструкції при впливі навантаження, поки не перевищить значення, при якому почнуть розвиватись пластичні деформації. У сітки ж форма комірки не постійна (лабільна), ребра або вузлові з'єднання допускають зміну її форми без руйнування. Фактично призначення у сітки та решітки однакове – утримання елементів. Це є загальною ознакою що об'єднує «георешітки» і «геосітки».

2.2 Експериментальні дослідження роботи армованих зворотних засипок

Основною метою цих досліджень є встановлення параметрів роботи армованих зворотних засипок фундаментів під навантаженням. Вказану мету було досягнуто шляхом проведення наступних експериментальних досліджень, які виконувались у два етапи. Перший етап складався у визначенні раціональної конструкції армованої зворотної засипки шляхом дослідження в спеціальному лотку з використанням методу фото фіксації результатів досліджень. На другому етапі проводилися модельні штампові випробування у ґрунтовому лотку з метою встановлення якісних характеристик роботи армованих ґрунтових засипок.

Модельні випробування фундаментів з армованими ґрунтовими засипками.

Для подальшого вивчення роботи стрічкових фундаментів мілкового закладання з армованою зворотною засипкою були проведено модельні штампові випробування у спеціальному лотку. Як ґрунт основи використовували пісок середньої крупності.

Метою модельних експериментів є отримання якісних залежностей взаємодії армованої зворотної засипки разом з фундаментом та слабкою ґрунтовою основою.

Ця мета досягається шляхом вирішення наступних завдань:

1. Отримати графіки залежності «осідання-навантаження» для різних конструкцій влаштування фундаментів мілкового закладання.
2. Оцінити характер деформацій при максимальних навантаженнях, досягнутих при випробуванні моделей фундаментів.
3. Виявити найбільш раціональну конструкцію влаштування фундаментів.

2.2.1 Перший етап модельних досліджень

Модельні експерименти виконувались в експериментальному лотку, розміром $0,5 \times 0,4 \times 0,012$ (м) з прозорими стінками, що створювало умови спостереження роботи конструкції фундаменту і ґрунту основи. Загальний вигляд лотка і процес випробування показано на рисунку 2.2. В якості ґрунтової основи використовували дрібний пісок, маловологий, насипної щільності з коефіцієнтом пористості $e = 0,65 - 0,75$. Ґрунт засипався в лоток пошарово. Шар світлого ґрунту товщиною 10 мм чергувався з шаром темного товщиною 2 мм. Навантаження прикладалася ступенями по 2 Н. Нова ступінь навантаження прикладалася після стабілізації осідання від попередньої. Осідання штампа вимірювалися на кожному ступені навантажування. Після випробування штампа ґрунт укладався заново з відповідним ущільненням і використовувалася інша конструкція влаштування фундаментів.

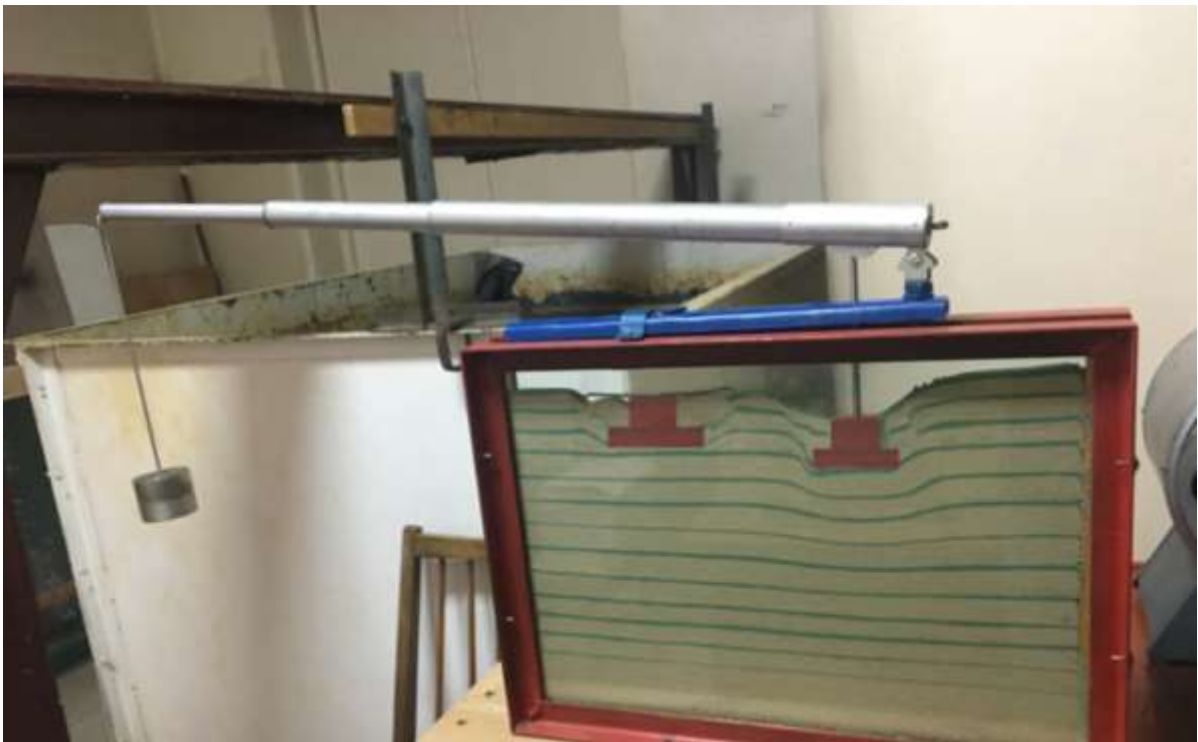
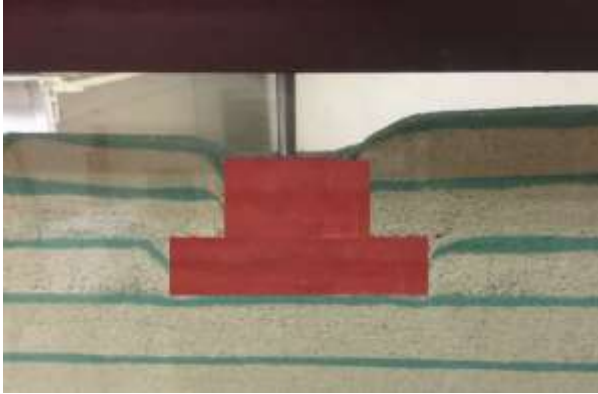


Рис. 2.2 - Випробування моделі фундаменту

Підготовлені до випробувань моделі фундаментів показано на рис. 2.3.

а)



б)



Рис. 2.3 - Випробування моделі фундаменту: а) – без армування зворотної засипки; б) – з армуванням зворотної засипки

Характер деформацій ґрунту навколо фундаментів в процесі навантаження при випробуваннях показано на рисунку 2.4.

При навантаженні фундаменту виконаного по звичайній технології і з армованою зворотною засипкою спостерігаються деформації ґрунту вище і нижче підшви фундаменту. При чому при рівній величині навантаження спостерігається різні величини деформацій. При роботі фундаменту з неармованою зворотною засипкою навантаження сприймає ґрунт під підшвою фундаменту, ґрунт вище підшви фундаменту не включається в роботу і осідає разом з осіданням фундаменту в процесі навантаження, що видно на рис. 2.4 по деформаціям кольорових прошарків.

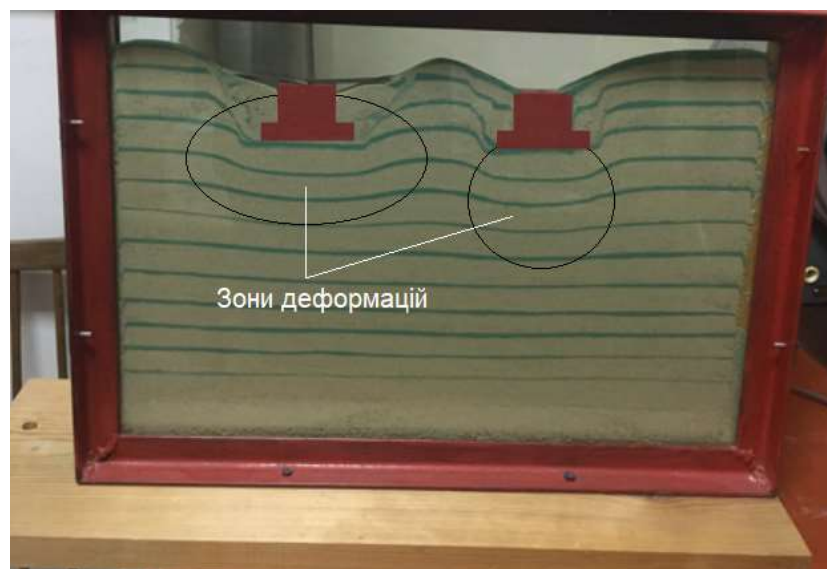


Рис. 2.4 - Характер деформацій ґрунту навколо моделей фундаментів

Осідання фундаменту з армованою зворотною засипкою менше ніж звичайного за рахунок того, що в роботу по передачі навантаження на ґрунт основи включається ґрунт розташований вище подошви фундаменту, який сприймає частину навантаження через армовану зворотню засипку.

При влаштуванні армованої засипки ґрунт засипки ущільнюють і щільність його завжди вище природної щільності навколишнього ґрунту, що дозволяє працювати засипці разом з конструкцією фундаменту.

2.2.2 Другий етап модельних досліджень

Обладнання для модельного експерименту включало: експериментальну установку, ручну трамбівку, набір ріжучих кілець, будівельний рівень.

Установка складалася з лотка розмірами 1200×1200×900 (h) мм, опорної рами, двох рам для кріплення 2-х прогиномірів, моделі стрічкового фундаменту з плоскою подошвою і вставок, гідравлічного домкрату. Вертикальні переміщення моделей стрічкового фундаменту фіксувалися за допомогою 2-х прогиномірів, зібраних на базі індикаторів годинникового типу ИЧ-10.

Стінки лотка і дно виконано зі сталі товщиною 3 мм. Загальний вигляд експериментальної установки наведено на рис. 2.5.

Ґрунт в лоток вкладався і ущільнювався пошарово шляхом відсипання шарів товщиною 10 - 15 см і ущільнення кожного шару ручним трамбуванням до необхідної щільності з контролем кожного шару. Контроль однорідності укладання ґрунтової основи здійснювався шляхом відбору ґрунтових кілець з кожного шару основи для виконання стандартних лабораторних випробувань, спрямованих на визначення міцнісних та деформаційних характеристик ґрунту [15], та виміром щільності ґрунту. Характеристики ґрунтової основи представлені у таблиці 2.4.



Рис. 2.5 - Загальний вигляд експериментальної установки

1 – силові кутники 50×50, 2 – лоток з піском, 3 – рама для кріплення прогиномірів, 4 – стінка лотка, 5 – модель стрічкового фундаменту, 6 – модель стрічкового фундаменту, 7 – індикатор годинникового типу ИЧ-10

Таблиця 2.4 – Фізико-механічні характеристики ґрунту основи

Найменування ґрунту	Характеристика ґрунту			
	Питома вага, γ , кН/м ³	Питоме зчеплення, c , кПа	Кут внутрішнього тертя, ϕ , град	Модуль деформації, E , МПа
Пісок середньої крупності	16	1,4	35	30

Експериментальні роботи проводилися з дотриманням механічної та геометричної подібності. Стрічковий фундамент моделювався жорстким металевим штампом довжиною 675 мм завширшки $b = 75$ мм.

На першому етапі проводилося влаштування траншеї і вкладання на дно траншеї моделі стрічкового фундаменту (рисунок 2.6).



Рис. 2.6 – Траншея і стрічковий фундамент в траншеї

Проводили зворотне засипання пазах траншеї з пошаровим ущільненням ґрунту (рисунок 2.7).



Рис. 2.7 – Послідовність зворотного засипання пазах траншеї

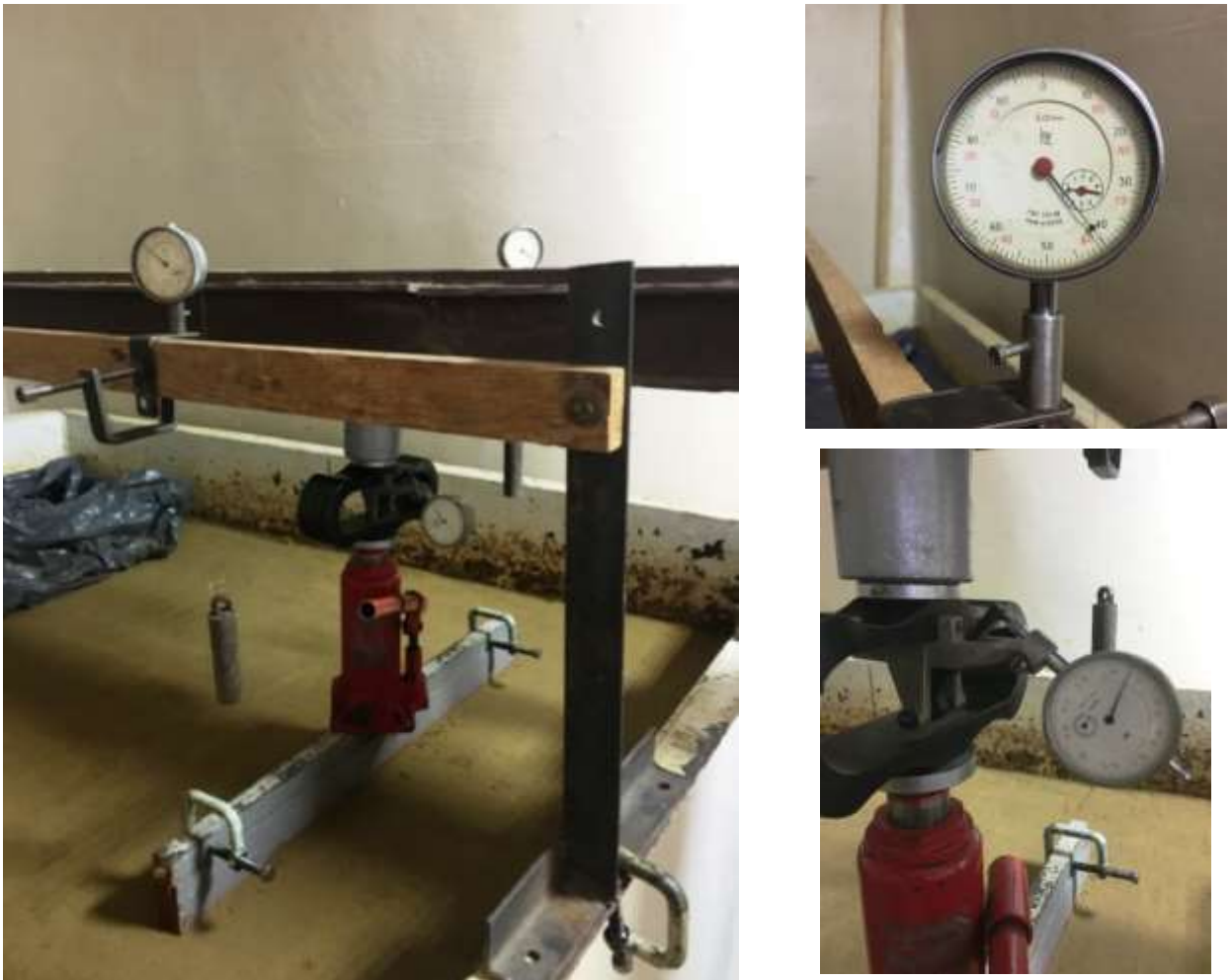


Рис. 2.8 – Процес випробування та контроль навантаження і осідання

Навантаження на штамп передавалась за допомогою гідравлічного домкрату вантажопідємністю 5 тонн. Домкрат спирався у спеціально виготовлену металеву упорну балку. Вимірювання осідання штампу здійснювалося за допомогою двох індикаторів часового типу ІЧ-10 як середнє арифметичне двох вимірів.

З метою вивчення впливу армуючих елементів проводилося випробування влаштування фундаментів по відомій технології і технології розробленій авторами.

Основні положення щодо проведення штампових випробувань були прийняті за ГОСТ 20276-2012 та на основі робіт [5,6,11]. Навантаження на штамп прикладалася ступенями, рівними 10 кПа, до досягнення граничного навантаження. Від одного ступеня навантаження до іншого перехід

відбувався після умовної стабілізації осідання, що дорівнює 0,1 мм за 1 годину.

Проведені випробування стрічкових фундаментів влаштованих за відомою технологією і виконана розкопка ґрунту фундаменту, яка показала деформацію ґрунту зворотної засипки при осіданні фундаменту під навантаженням (рисунок 2.9).



Рис. 2.9 – Результат деформації ґрунту

Наступне випробування проведено для армованого зворотного засипання. Для армування використовували армуючу сітку - тканий геотекстиль ТН-50, яку вкладали одним шаром. Механічні характеристики геосинтетичного матеріалу представлені у таблиці 2.3.

На підготовленій основі розробили траншею з поперечними розмірами попереднього дослідження і вклали армуючу сітку (рисунок 2.10).



Рис. 2.10 – Укладання геотекстилю для створення схеми проведення випробувань



Рис. 2.11 – Підготовка до випробування пропонованої схеми



Рис.2.12 - Підготовка до випробування пропонованої схеми



Рис. 2.13 – Робота фундаменту з армованою зворотною засипкою

2.2.3 Результати модельних штампових випробувань

За результатами проведених серій модельних штампових випробувань було отримано експериментальне поле точок залежності «осадки штампуг від навантаження» для кожної схеми випробувань. Перед побудовою експериментальних графіків проведено статистичну обробку отриманих даних, полягає в підборі апроксимуючої залежності, при якій досягається мінімальне значення середньоквадратичного відхилення (далі – статистична обробка). Отримані графіки залежності «осідання-навантаження» наведено на рисунку 2.14. З аналізу отриманих залежностей на графіку (див. рис. 2.14) можна зробити висновки про те, що застосування піщаної подушки як способу покращення слабкої основи дозволяє знизити його деформованість в середньому на 35% порівняно з неармованою основою в аналізованому діапазоні тисків.

Впровадження в тіло подушки армуючих геосинтетичних матеріалів дозволяє в середньому знизити осадку штампуг на 20% при геотекстилю в порівнянні з основою з використанням неармованої піщаної подушки. Армуючі геосинтетичні матеріали активно включаються в роботу не відразу при прикладенні навантаження, а при тиску 30 кПа - 40 кПа.

Цей факт пов'язаний з особливістю роботи армуючих геосинтетичних матеріалів під час навантаження.

Отримані результати зведено до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати модельних експериментів

№ п/п	Схема проведення випробування	Навантаження кН, при осіданні $s = 20$ мм	Коефіцієнт покращення осідання $s = 20$ мм
1	Неармована зворотна засипка	68	1
2	Зворотна засипка армована геотекстилем	90	1,32

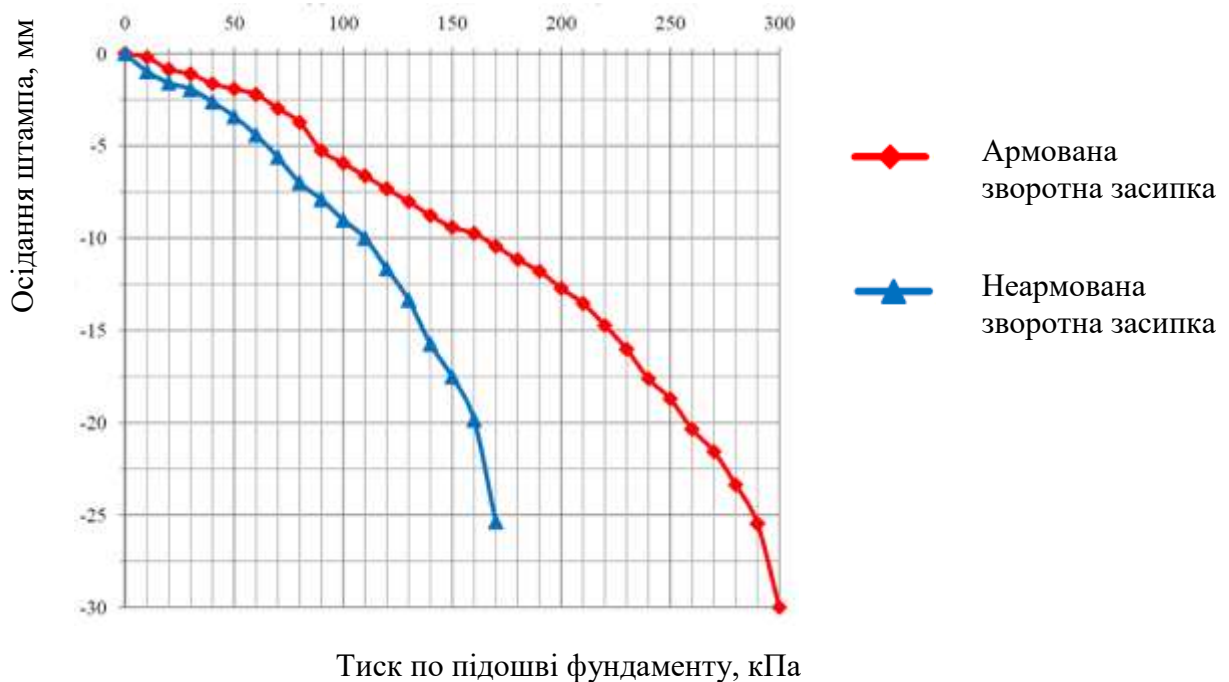


Рисунок 2.14 – Графіки залежності «осідання-тиск по підшві штампів» для різних схем проведення випробувань

Висновок

За результатами виконаних модельних штампових випробувань можна зробити такі висновки:

- впровадження в тіло зворотної засипки армуючих геосинтетичних матеріалів дозволяє знизити осідання штампів при однакових значеннях ступенів тиску в порівнянні з неармованою піщаною подушкою. При використанні геотекстилю ця величина досягає – 20% в порівнянні з неармованою основою.

- додатковий жорсткий елемент зворотної засипки (по пропозиції автора - шар ґрунту просочений скріплюючим розчином) сприяє об'ємній роботі конструкції фундаменту і зворотної засипки.

- найбільш раціональною конструкцією армованої піщаної подушки є подушка, армована геотекстилем;

Це пов'язано з найкращим сприйняттям навантаження геотекстилем за рахунок розміру чарунок та високого опору розтягу.

3 ПРОПОЗИЦІЇ ПО ПІДВИЩЕННЮ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТРІЧКОВОГО ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ

3.1 Спосіб підвищення несучої здатності фундаментів

Розробка відноситься до галузі будівництва і може бути використана для зведення фундаментів мілкового закладання на природній основі при зведенні будівель і споруд різного типу і призначення в різних умовах експлуатації.

Відомий спосіб збільшення несучої здатності фундаментів із зміною напруженого стану шляхом влаштування шпунтових огорож або опускних колодязів навколо фундаментів (Поліщук О.І. Систематизація способів посилення фундаментів реконструйованих і відновлюваних будівель // Зб. праць 5 Міжнародної конференції з проблем пального фундаментобудування - М., 1996. - Том III, С.185-189). При цьому пропонується використати попередньо напружені підкоси, шпренгельні системи, залізобетонні або металеві обойми.

Недоліком таких способів є складність технології влаштування та висока собівартість конструктивних елементів.

Відомий спосіб підготовки основи циліндричного резервуару на слабких нерівномірно стисливих ґрунтах, що включає влаштування котловану, влаштування з пошаровим ущільненням ґрунтової подушки, розкладку на кожному шарі, що ущільнюється, армуючих полотен і кільцевих жорстких елементів, натяг армуючих полотен та кріплення їх до кільцевих елементів (Патент РФ №2308574, МПК E02D 27/00, 2006).

Недоліком способу є висока трудомісткість його здійснення та необхідність застосування спеціальних пристроїв для натягу та кріплення армуючих полотен.

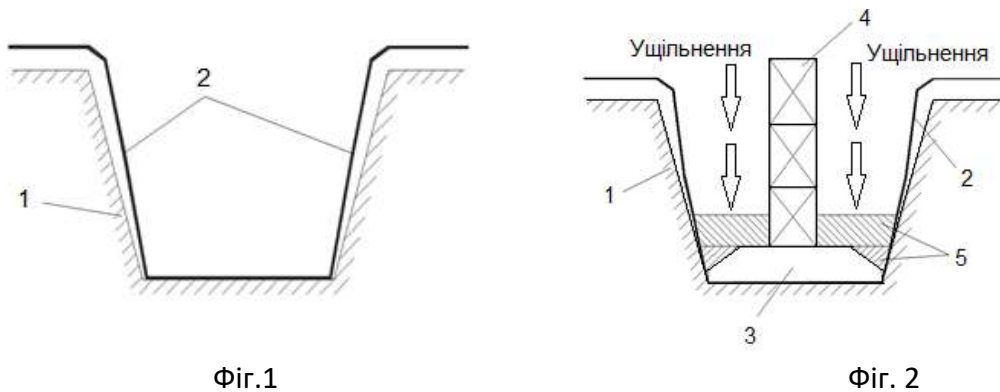
Найбільш близьким є спосіб підвищення несучої здатності і стійкості фундаментів на слабких водонасичених основах (Пат. RU 2361979, E02D 27/08. опубл. 20.07.2009), який включає розміщення в ґрунті основи по контуру фундаменту армуючих елементів у вигляді геосинтетичного

водопроникного матеріалу, зворотне засипання ґрунту і його трамбування, зведення фундаменту.

Недоліком такого способу підвищення несучої здатності фундаменту є низька несуча здатність через використання армування ґрунту основи тільки під подошвою фундаментів.

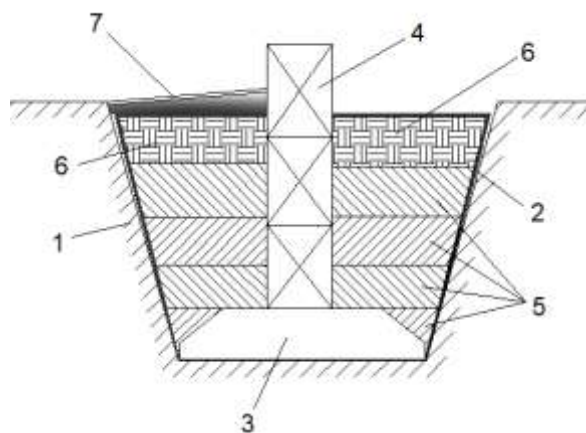
В основу розробки поставлена задача створення способу підвищення несучої здатності фундаментів, в якому за рахунок нових операцій та їх послідовності досягається підвищення ефективності використання та зменшення собівартості.

Суть способу підвищення несучої здатності фундаментів пояснюється кресленнями (рисунок 3.1), де на фіг. 1 зображено поперечний переріз траншеї з розміщенням армуючого елемента. На фіг. 2 показано варіант фундаменту в процесі зворотного засипання ґрунту. На фіг. 3 показано фундамент після ущільнення ґрунту зворотного засипання.



Фіг.1

Фіг. 2



Фіг. 3

Рисунок 3.1 – Спосіб підвищення несучої здатності фундаментів

Армуючі елементи 2 не мають згинальної жорсткості і дозволяють включити в роботу ґрунт, що знаходиться за межами армуючих елементів 2 вище підшви опорних подушок 3, при цьому влаштування шарів зворотного засипання 5 з пошаровим ущільненням ґрунту і просоченням хоча б одного верхнього шару закріплюючим розчином 6 змінюють роботу фундаменту. Затиснені армуючі елементи 2 працюють на розтягування і сприймають частину напружень, передаючи частину навантаження на ґрунт вище підшви фундаменту.

Поставлена задача досягається тим, що в способі підвищення несучої здатності фундаментів, який включає розміщення в ґрунті основи по контуру фундаменту армуючих елементів у вигляді геосинтетичного водопроникного матеріалу, зворотне засипання ґрунту і його трамбування, зведення фундаменту спочатку влаштовують виїмку в ґрунті, розміщують армуючі елементи по контуру виїмки з виступом за межі на половину ширину верхньої основи виїмки, проводять зведення фундаментів, пошарове зворотне засипання ґрунту з його ущільненням, причому хоча б один з верхніх шарів просочують закріплюючим розчином, після завершення зворотного засипання краї армуючого елемента загортаються внахлест у верхній частині зворотного засипання.

По результатах досліджень проведено патентний пошук і підготовлено і подано в патентний відділ ВНТУ комплект документів для підтвердження наукової новизни і отримання патенту на корисну модель. На рисунку 3.2 показана заява на державну реєстрацію корисної моделі.

Періодичний номер заявки, випускний записаний		Дата оформлення		
(22) Дата подання заявки	Пріоритет	(31) МПК	ЕВ	(21) Номер заявки
(84) Реєстраційний номер та дата подання міжнародної заявки, установлені відомством-оперувачем				
(87) Номер і дата міжнародної публікації міжнародної заявки				
ЗАЯВА про державну реєстрацію винаходу (корисної моделі)		НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ» (УКРПАТЕНТ) вул. Глушкова, 1, м. Київ-42, 01601		
Подати/включити/внести документи, прощу (просьба) виплати: - патент: України на винахід - патент: України на корисну модель				
(71) Заявник(и)				Код за Є.УПДЮС* (для українських заявок)
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021				02970693
(зазначається тільки в/в або міжнародною заявкою), його (їх) місце проєктування або місця/місць/одиниць та код держави згідно із стандартом ВООБ 37.3 Дані про місце проєктування винахідницько-винахідника надаються за кодом (72)				
Прощу (просьба) встановити пріоритет заявки пункту формули винаходу за заявкою № _____, за датою: - патентом попередньої заявки в державі – учасниці Паризької конвенції (навести дані за кодами (31), (32), (33)) - патентом до Уставної попередньої заявки, з якої відсилаю про заявку (навести дані за кодом (67)) - патентом до Уставної попередньої заявки (навести дані за кодом (66))				
(31) Номер попередньої заявки	(32) Дата подання попередньої заявки	(33) Код держави подання попередньої заявки згідно із стандартом ВООБ 37.3	(67) Номер та дата заявкою до Уставної попередньої заявки, з якої відсилаю про заявку	(66) Номер та дата заявкою до Уставної попередньої заявки
(84) Назва винаходу (корисної моделі) ФУНДАМЕНТИ		СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ		
(86) Адреса для листування: відділ з питань інтелектуальної власності, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, 21021				
Телефон: (0432) 561 – 281		Телеграф	Факс	
(84) Показ (ін) та реєстраційний номер представляє у справах інтелектуальної власності або патент (ін) і інші документи				

Перелік документів, що додаються	Кількість стор.	Кількість прим.		
X патент: винаходу	3	3		
X формула винаходу	1	3		
X аршини та інші ілюстраційні матеріали	1	3	Платити гроші за внесення грошей на особому зачеті й одержати патенту (без подання документів), якщо винахідник(и) не є заявником(ами)	
X реферат	1	3		
X документ про статус збору на патентну заявку	1	1	X документ, який підтверджує наявність плати для зменшення збору або звільнення від сплати збору	
X документ, який підтверджує наявність плати для зменшення збору або звільнення від сплати збору	1	1		
- документ про реєстрацію патенту			X документ про передачу прав винахідником(ами) або винахідниками/винахідницею(ю) патентом/патентами	
- копія попередньої заявки, яка підтверджує право на пріоритет				
- переведення заявки українською мовою			X документ про право спадкування	
- документ, який підтверджує наявність довірчої особи (завірності)				
- інші документи				
- міжнародний патент на винахід				
(73) Винахідник(и) Богдан Русалевич БАЦІВАН (для винахідників осіб - тільки код держави)				Місце проєктування та код держави згідно із стандартом ВООБ 37.3 (для винахідників осіб - тільки код держави)
Максим Максимович ПОПОВИЧ		вул. Спаська 41, кв. 48, м. Вінниця, 21029		
Богдан Русалевич БАЦІВАН		вул. Кашчара, 100, м. Вінниця, 21021		
Я (ми) _____ (назва (и/к))				
Прощу (просьба) не вступати з мене (нас) як винахідник(и) при публікації винахідний способом заявки на винахід патенту				
Підпис(и) винахідник(и)				
Підпис(и) заявник(и)				
Перший проректор з наукової роботи та міжнародного співробітництва		Володимир ТРАККО		
Дата підпису		Якщо заявником є юридична особа, то підпис: особа, що має на це повноваження, із зазначенням посади співробітника. Якщо всі винахідники вступають заявником, то їх підписи надаються за кодом (72)		
М. П.				

Примітка: Потрібно додати значок "X".

Рисунок 3.2 – Заява на державну реєстрацію корисної моделі

Висновок

Запропоновано новий спосіб підвищення несучої здатності фундаментів. Ефективність способу підвищення несучої здатності фундаментів досягається за рахунок вкладання армуючих елементів з включенням в роботу ґрунту зворотного засипання, що зменшує розміри фундаменту і відповідно витрату матеріалів.

Підготовлено матеріали для державної реєстрації новизни розробок.

4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Вихідні дані

Проект розроблено для Вінницької області м. Гайсин. Житловий будинок призначений для продажу населенню.

Кліматичний район будівництва – I- Північно-західний.

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для захисних конструкцій згідно [66].

- найбільш холодної п'ятиденки - 21°C ;
- найбільш холодних діб - 26°C .

Швидкісний натиск вітру - 47 кг/м^2 для III району по [68].

Вага снігового покриву – 136 кг/м^2 для IV району по [68].

Сейсмічність району не перевищує 6 балів.

Будинок відноситься по відповідальності до класу СС1. По ступеню вогнестійкості – до II класу. Тривалість зимового періоду – 186 діб.

4.1.2 Кліматологічні дані

Глибина промерзання ґрунту	1,0 м;
Нормативне снігове навантаження	136 кг/м^2 ;
Швидкісний натиск вітру	47 кг/м^2 ;
Розрахункова зимова температура	-22°C ;
Літня розрахункова температура для вентиляції	22°C ;
Зимова розрахункова температура для вентиляції	-9°C ;

Основою фундаментів є глина напівтверда. Її характеристики - $\gamma = 19,1 \text{ кН/м}^3$; $c = 52 \text{ кПа}$. Шари ґрунту, що залягають вище представлені суглинком просадочним. Максимальний рівень ґрунтових вод, з врахуванням прогнозування на підняття знаходиться на глибині 17 м.

4.1.3 Опис генплану

Генеральний план розроблено відповідно до вимог ДБН 360–92 „Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень”. Генплан ділянки розроблено в узгодженні з планом забудови вулиці.

Для будівництва будинку відводиться ділянка прямокутної форми з розмірами 72×60 м, площею 4320 м². Будівля розміщена з врахуванням нормативної орієнтації по сторонах світу. План організації об'єкту вирішено на топографічному плані в масштабі 1:500.

Інсоляція основних приміщень здійснюється через віконні прорізи з чотирьох сторін фасаду та знаходиться в нормі. У відповідності санітарними та протипожежними нормами проектуємий будинок знаходиться на достатній відстані від існуючих будинків. Проект вертикального планування ділянки виконано методом проектних відміток. Планувальні відмітки назначені виходячи з умов максимального збереження природного рельєфу та існуючих зелених насаджень, створення зручного та безпечного руху транспорту та пішоходів. Відведення поверхневих вод передбачено по спланованих площинах на рельєф і на існуючу вулицю.

Горизонтальна прив'язка виконується до існуючої будівлі - 31 м та до червоної лінії що складає 19,5 м.

Вертикальна прив'язка виконується до репера який вмонтований в сусідню будівлю і складає від 120.00 до 128.00 м , абсолютна відмітка нуля знаходиться на відмітці 130.00 м від рівня моря.

Архітектурно-планувальне рішення ділянки передбачає впорядкування зелених насаджень. Запроектовані різновидності деревно-кущових порід, що підібрані у відповідності з природно-кліматичними умовами даного району, а також квітникові клумби. Основу запроектованого озеленення ділянки складають ландшафтні групи дерев, кущів, плодови дерева, багаторічні трави, квіти. Решта ділянки вимощена плиткою або покрита асфальтом, також знаходиться басейн і альтанка.

Основні показники по генплану наведені в таблиці 4.1.1.

Таблиця 4.1.1 – Техніко-економічні показники генерального плану

Найменування показника	Од. вим.	Величина
Площа ділянки.	м ²	4320
Площа забудови.	м ²	423
Процент забудови.	%	9.8
Площа проїздів.	м ²	187.2
Площа тротуарів.	м ²	220.48
Площа вимощення.	м ²	134.5
Площа зони відпочинку.	м ²	356.1
Площа озеленення.	м ²	2997.72
Процент озеленення.	%	69

4.1.4 Організація рельєфу

Організацію рельєфу вирішують методом проектних горизонталей з врахуванням природних умов, влаштуванням стоку поверхневих вод, розміщенням під'їзних шляхів.

Вертикальне планування вирішується на генплані в масштабі 1:500. По вертикальному плануванні проектом передбачено створення зручних входів в будівлю, під'їздів та підходів до них.

4.1.5 Архітектурно-планувальне рішення

В плані будинок має складну форму. З розмірами в осях 23,9 × 20,5 м. Конструктивна схема будинку – з всіма несучими стінами. Будинок складається з 2 поверхів. Висота поверху 3.3 м. Евакуація людей передбачена через 3 дверей та сходову клітку. Будинок складається із 16 приміщень.

На першому поверсі знаходиться - хол, тераса, спальня, гараж на дві машини, котельня, коридор, санвузол, робочий кабінет, кухня, їдальня, тераса.

На другому поверсі – спортивна кімната, кімната відпочинку, спальня, санвузол, спальня.

Специфікація приміщень наведена в таблиці 4.1.2.

Таблиця 4.1.2. - Специфікація приміщень

№ п / п	Назва приміщення	Одиниці виміру.	Площа приміщень S
1	2	3	4
1	Хол	м ²	62,5
2	Тераса	м ²	18,2
3	Спальня	м ²	22,3
4	Гараж	м ²	45,5
5	Котельня	м ²	8,6
6	Коридор	м ²	16,1
7	Санвузол	м ²	14,7
8	Робочий кабінет	м ²	18,9
9	Кухня	м ²	18,4
10	Вітальня	м ²	26,5
11	Тераса	м ²	24,9
12	Спортивна кімната	м ²	26,5
13	Кімната відпочинку	м ²	18,4
14	Спальня	м ²	18,9
15	Санвузол	м ²	14,65
16	Спальня	м ²	41
17	Сходова клітка	м ²	44

4.1.6 Конструктивні рішення

Конструктивна схема будинку вирішена з несучими поздовжніми та поперечними стінами. Просторова жорсткість будівлі забезпечується спільною роботою стін та перекриття.

В даному проекті запроектований стрічковий монолітний залізобетонний фундамент. І хоч такий фундамент має великі робочі затрати, але на відмінно від збірного цей фундамент не має швів. Глибину закладання фундаменту в зв'язку із відсутністю підвалу в даному проекті прийнято 2,1 м. Ширина подошви фундаменту під зовнішні стіни 800 мм, а під внутрішні 1000 мм. Висота подошви фундаменту 300 мм.

Всі стіни є несучими крім перемичок. Зовнішні стіни виконують огорожуючу та теплоізоляційну функцію. Крім того вони несуть навантаження від перекриття. Внутрішні стіни – тільки навантаження від перекриття. За варіантом дипломного проекту товщина зовнішніх стін 510 мм., а внутрішніх

380 мм. Стіни виконані з червоної цегли. Тип кладки – двохранний, товщина горизонтальних і вертикальних швів 10 мм. Цоколь облицьовано природнім каменем. В будівлі використовують несучі перемички (ПБУ) та не несучі (ПБ). Перемички виготовляють на заводі з залізобетону. Мінімальна величина обпирання несучих перемичок 250 мм, ненесучих 120 мм. Колона також виконана з цегли і опирається на фундамент стовпчатого типу. Всі характеристики що до стін однакові і до колони. Вона починається на першому поверсі і підтримує перекриття на другому поверсі.

Перекриття виконується монолітне. Перекриття поряд із стінами є основними конструктивними елементами будівлі, які поділяють її на поверхи. Важливою вимогою, що визначає експлуатаційної якості перекриття, є жорсткість. Також перекриття повинні мати достатню звукоізоляцію. Теплозахисні вимоги ставлять до надпідвальних та горищних перекриттів опалювальних будівель. В цегляних стінах площа обпирання плит перекриття = 200 ± 10 мм. Несучим елементом є цегляні стіни – внутрішні (380 мм) та зовнішні (510 мм). Перекриття опирається на зовнішні та внутрішні стіни. Прив'язка зовнішніх стін 200 мм, внутрішніх – осьова. Величина обпирання на зовнішні стіни 200 мм, внутрішні 190 мм.

В санвузлах, в зв'язку з вологістю підлогу виконано з керамічної плитки, в інших кімнатах крім спальні підлогу виконано з ламінату. В спальнях підлога виконана з паркету.

Перегородки виконано з цегли і вони мають товщину 120 мм.

Вікна і вітражі є основними вертикальними конструкціями для забезпечення природного освітлення. Необхідною умовою, які повинні мати вікна, є теплозахисні властивості їх, що дає змогу уникнути необґрунтованих втрат теплоти й забезпечити звукоізоляцію приміщень. В даному котеджі всі вікна виготовлені з якісної деревини під замовлення. Всі вікна складаються з двох частин. Перша відчиняється всередину, друга на зовні. Щілини між вікнами та стінами заповнюють монтажною піною та покривають шпаклівкою.

Вхідні двері виконано під замовлення з металу. Висота дверей по всьому будинку 2.1м та виконані з деревини. Оздоблення дверей, як і у сходів: тонування під дуб та покриття двома шарами лаку. До стін дверні блоки кріпляться за допомогою цвяхів 150 мм., щілини між дверними блоками та стіною заповнюють монтажною піною та забивається наличником під колір самих дверей. До перегородок двері кріпляться так само як і до стін.

Дах запроектований похилий з металочерепиці. Кут похилу дорівнює 20°. Водовідведення забезпечується за допомогою воронки та водостічних труб, виготовлених з металопластику. Водостічні труби за допомогою металевих смужок кріпляться до стін.

Стандартні розміри сходинок: висота 150 мм, ширина 300 мм. Довжина маршу відсутня так як сходи виконані кругові. Огорожа виконана з скла з дерев'яними перилами. Стійки безпосередньо приварні до сходів.

Таблиця 4.1.3 - Специфікація конструкцій заповнення прорізів

Умовна марка	Серія стандарт	Розміри	Кількість	Примітка
Вікна				
В – 1	На замовлення	1500*1800	11	металопластик
В – 2	На замовлення	1400*1800	9	металопластик
В – 3	На замовлення	2500*1800	2	металопластик
В – 4	На замовлення	900*1800	3	металопластик
В – 5	На замовлення	1000*1800	1	металопластик
Двері				
Д – 1	На замовлення	1200*2100	4	металопластик
Д – 2	На замовлення	900*2100	5	металопластик
Д – 3	На замовлення	1500*2100	1	броньовані
Д – 4	На замовлення	700*2100	6	металопластик

Зовнішнє оздоблення.

Стіни будинку покрито штукатурним розчином на гіпсовій основі та пофарбовано в блідо-жовтим кольором. Цоколь облицьовано природнім каменем світло коричневого кольору. Вікна виготовлено з деревини, оброблено вогнестійкими речовинами, тоновано спеціальними фарбами та покрито лаком. Зовнішні двері виготовлено з металу на замовлення.

Внутрішнє оздоблення.

Стіни та перегородки в основному вирівняно гіпсовою шпаклівкою, пофарбовано фарбами. В санвузлах стіни виконано з керамічної плитки. В робочих кімнатах стелю виконано з гіпсокартону, пошпакльовано та пофарбовано.

Специфікація залізобетонних виробів та елементів горіщного перекриття наведені в таблицях 4.1.4, 4.1.5.

Таблиця 4.1.4 – Специфікація залізобетонних перемичок

Залізобетонні перемички					
3ПБ 16-37	1.0,38.1-1, В.1	3ПБ 16-37	15	102	
2ПБ 16-2	1.0,38.1-1, В.1	2ПБ 16-2	22	65	
3ПБ 13-37	1.0,38.1-1, В.1	3ПБ 13-37	31	86	
2ПБ 13-1	1.0,38.1-1, В.1	2ПБ 13-1	60	54	
2ПБ 10-1	1.0,38.1-1, В.1	2ПБ 10-1	32	43	
2ПБ 19-3	1.0,38.1-1, В.1	2ПБ 19-3	54	81	
2ПБ 17-2	1.0,38.1-1, В.1	2ПБ 17-2	8	71	
3ПБ 18-37	1.0,38.1-1, В.1	3ПБ 18-37	12	120	
5ПБ 25-37	1.0,38.1-1, В.1	5ПБ 25-37	2	338	
1ПБ 10-1	1.0,38.1-1, В.1	1ПБ 10-1	20	20	
5ПБ 25-37а	1.0,38.1-1, В.1	5ПБ 25-37а	6	338	
3ПБ 13-37	1.38.1-1	3ПБ 13-37	2	86	
3ПБ 16-37	1.38.1-1	3ПБ 16-37	4	102	
5ПБ 34-20	1.38.1-1	5ПБ 34-20	5	463	
5ПБ 25-37	1.38.1-1	5ПБ 25-37	2	338	
5ПБ 27-37	1.38.1-1	5ПБ 27-37	1	375	

Таблиця 4.1.5 - Специфікація елементів горіщного перекриття

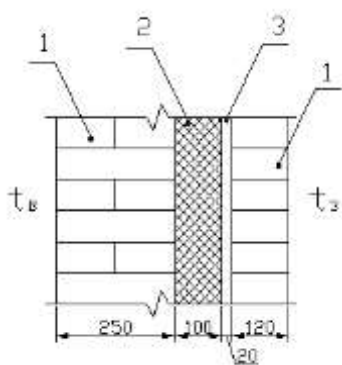
Найменування	Категорія деревини	Переріз, мм	Довжина, м	Одиниця вимірювання	Кількість	Об'єм, м ³
Діагональна нога	II	80x200	8,8	шт.	3	0,42
Діагональна нога	II	80x200	7,6	шт.	5	0,61
Діагональна нога	II	130x200	9,3	шт.	3	0,73
Діагональна нога	II	80x200	8,1	шт.	2	0,26
Кобилка	II	50x130	1500	шт.	50	0,5
Наріжник	II	80x180	Σ208,0	шт.	-	3,0
Діагональна нога	II	80x200	4,5	шт.	2	0,15
Діагональна нога	II	80x200	2,5	шт.	2	0,08
Підкіс	II	100x100	1,6	шт..	6	0,1
Стойка	II	100x100	2,4	шт.	10	0,24
Стойка	II	100x100	1,3	шт.	4	0,05
Стойка	II	100x100	3,1	шт.	1	0,03
Стойка	II	100x100	0,75	шт.	4	0,03
Стойка	II	100x100	3,5	шт.	1	0,035
Стойка	II	100x100	1,2	шт.	2	0,024
Стойка	II	100x100	3,2	шт.	1	0,032
Балка	II	150x200	3,8	шт.	4	0,46
Балка	II	150x200	3,2	шт.	3	0,29
Мауерлат	II	130x130	Σ81,0	шт.	-	1,4
Верхній прогін	II	100x150	Σ31,0	шт.	-	0,47
Нижній прогін	II	100x130	Σ25,4	шт.	-	0,33
Розшивки	II	70x70	Σ38,0	шт.	-	0,19
Підкіс	II	100x100	2,4	шт.	2	0,05
Стойка	II	100x100	0,8	шт.	1	0,003
Підкіс	II	100x100	3,5	шт.	2	0,07
Підкіс	II	100x100	3,1	шт.	2	0,06
Підкіс	II	100x100	1,4	шт.	1	0,02
Затяжка	II	50x150	2,5	шт.	1	0,019
Підкіс	II	100x100	2,5	шт.	2	0,05
Балка	II	150x200	1,8	шт..	1	0,054
Кобилка	II	50x130	2100	шт.	22	0,3
Діагональна нога	II	130x200	8,8	шт.	1	0,23
Слухове вікно				шт.	2	
Всього						10,3
Неврахована деревина						0,5
Всього						10,8
Металеве огороження				57.0 м.п.		795,0 кг

4.1.7 Теплотехнічний розрахунок

Досвід будівельної теплофізики пропонує використання в якості сучасних конструкцій зовнішніх стін багатошарову конструкцію.

Тому необхідно розрахувати товщину шару утеплювача з пінополістиролу ГОСТ 15558-86 для цегляної стіни, оздобленої штукатуркою. Згідно карти схеми температурних зон України, м. Гайсин відноситься до 1 температурної зони. Нормативне значення опору теплопередачі для даної температурної зони $R_H=4,0 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ [67].

На рисунку 4.1.1 представлено схему конструкції стіни.



1. Цегляна кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині
2. Пінополістирол екструдований
3. Повітряний прошарок
4. Штукатурка

Рисунок 4.1.1 – Схема конструкції стіни

Термічний опір однорідної одношарової конструкції обчислюємо за формулою:

$$R = \delta / \lambda, \quad (4.1)$$

де: R -термічний опір однорідної конструкції, $\frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}}$;

δ - товщина шару однорідної конструкції, м;

λ - коефіцієнт теплопровідності, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^0\text{C}}$ /ДБН В.2.6- 31:2006/

Термічний опір шарів дорівнює:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0.02}{0.93} = 0.022 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}} ;$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0.12}{0.81} = 0.15 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}} ;$$

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0.25}{0.81} = 0.310 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm} ;$$

$$R_1 = R_2 = 0.022 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm} ;$$

Загальний опір теплопередачі конструкції знаходимо за формулою:

$$R_{заг.} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_3} , \quad (4.2)$$

де α_6 - коефіцієнт теплосприйняття поверхні захисної конструкції /ДБН В.2.6- 31:2006/;

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі /для зимових умов/ зовнішньої конструкції /ДБН В.2.6- 31:2006/;

R_i - термічний опір захисної конструкції,

Порівняємо R^H з $R_{заг}$

$$R^H = 4,0 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm} = R_{заг}$$

Відповідно формули (2.1)

$$4,0 = 0.022 + 0.15 + 0.310 + 0.022 + \frac{\delta_3}{0.044} \Rightarrow \delta_3 = 0.093 \text{ мм}$$

Приймаємо пінополістирол екструдований з коефіцієнтом

теплопровідності $\lambda = 0.044 \frac{Bm}{m \cdot ^\circ C}$.

В якості утеплювача приймаємо пінополістирол товщиною 120 мм.

Загальна товщина стіни без оздоблюючих шарів складає

$$\delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 10 + 120 + 120 + 250 + 10 = 510 \text{ мм}$$

4.1.8 Протипожежні заходи

Ступінь вогнестійкості будівлі згідно [51] - II. По відношенню до існуючої забудови будівля розміщена у відповідності з протипожежними нормами. Віддаль між ними складає 18 м. До житлового будинку передбачено під'їзд пожежних машин. Евакуація будівлі здійснюється еваковиходом з

надземної частини. Внутрішнє гасіння пожежі передбачається вогнегасниками ОХП-10, які розташовані в протипожежному комплексі.

Зовнішнє гасіння пожежі передбачається від протипожежних баків з водою ємністю $2 \times 50 \text{ м}^3$, які розташовані на відстані 1 м від будівлі.

В будівлі передбачена протипожежна сигналізація з встановленням приладу ППС-3. Проектом передбачено відключення проточно-витяжної вентиляції при включенні пожежної сигналізації.

Електропроводка виконується дротами в сталевих трубах, кабелями АВВГ, ВВГ в скобах. Також проектом передбачено установку системи оповіщення людей про пожежу і управління евакуацією.

Система забезпечує:

- передачу звукових сигналів;
- трансляцію мовних повідомлень про пожежу;
- передачу в окремі зони будівлі повідомлень про місце пожежі, про шляхи евакуації та дії, які забезпечують особисту безпеку.

Технічні засоби системи складаються із комплекту підсилювачів звуку, та магнітофонів, гучномовців, дзвінків а також засобів керування ними.

4.1.9 Санітарні умови і вимоги

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря в кімнатах житлового будинку має відповідати оптимальним нормам. Для підтримання в приміщенні нормативної температури повітря в холодну пору року передбачається система водяного опалення. Теплоносієм для систем опалення є гаряча вода з параметрами $T_1=95^\circ\text{C}$, $T_2=70^\circ\text{C}$.

Кімнати мають природне бічне освітлення через вікна, та штучне освітлення електричними лампами.

Природне освітлення нормується за допомогою коефіцієнта природного освітлення, який для різних кімнат неоднаковий.

Основним джерелом шуму є автотранспорт. Для зниження рівня звукового тиску до нормативно-допустимого, проектом передбачається наступні заходи:

- зелені насадження, служать захисним екраном ;
- проектом передбачено використання вікон, конструкція яких знижує проникнення шуму та пилу в приміщення.

4.1.10 Інженерне обладнання будівлі

Опалення

Схема опалення прийнята однотрубна з прокладкою магістральних трубопроводів по горищному поверху. За опалювальні прилади прийняті радіатори МС-140 та реєстри із сталевих труб. Прокладання трубопроводів опалення з верхньою розводкою і відкритою. Дільниці трубопроводу ізолюються для зменшення тепловтрат. Трубопроводи прокладаються із сталевих водогазопровідних труб по ГОСТ 3262-75.

Водопостачання

Джерелом водопостачання житлового будинку служить існуюча мережа водопроводу із сталевих труб $\varnothing 50$ мм. Існуючий напір в точці підключення становить 18 м водяного стовпа.

Розрахункові витрати холодної води становить $2,4 \text{ м}^3/\text{добу}$. В будівлі запроектована тупикова система холодного водопостачання. Для обліку витрат води на вводі водопроводу встановлюють водомірний вузол.

Гаряче водопостачання запроектоване автономне від водопідігрівачів розташованих в котельні. Мережі гарячої води запроектовані із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб ГОСТ 3265 - 75. Розрахункові витрати води становлять $1,04 \text{ м}^3/\text{добу}$. В будівлі запроектована тупикова система гарячого водопостачання.

Вентиляція

Повітрообмін в приміщеннях та принципове рішення систем вентиляції прийняті за індивідуальним проектом.

Приплив повітря у приміщення природний неорганізований через квартири, канали в стінах та інфільтрацією через захисні конструкції. Витяжка з приміщень – природна через стінові канали, додатково передбачено вентилятори для періодичного провітрювання. Вентиляційні канали передбачено розмірами 120×270 мм.

Каналізація

Каналізація - господарсько-фекальна запроектована мережею каналізаційних трубопроводів на очисні споруди. Передбачається самостійна мережа каналізації і прокладається із керамічних труб ГОСТ 286-82. Каналізаційні колодязі виконуються із збірних залізобетонних елементів. Для перекачки стоків на очисні споруди використовується каналізаційна насосна станція продуктивністю 5м³/год, напором 10 м, в якій встановлені насоси.

Електропостачання

Електропостачання житлового будинку передбачається від існуючої трансформаторної підстанції потужністю 100 кВт. Облік електроенергії передбачається на ввіді до будинку.

Проектом передбачено наступні види освітлення: природне і комбіноване.

Для освітлення приміщень прийняті світильники з лампами розжарювання. Типи світильників і висота їх встановлення повинні відповідати розрахункам і нормативам. Житловий будинок забезпечений слабострумними мережами, радіофікацією і телефонами. Змонтована антена для прийому телесигналу.

4.1.11 Техніко-економічні показники

Таблиця 4.1.5 – Техніко-економічні показники

Найменування показників	Одиниці виміру	Кількість
Площа ділянки	m^2	4320
Площа забудови	m^2	372,94
Житлова площа	m^2	163
Будівельний об'єм будівлі	m^3	3403
Кількість поверхів	<i>поверх</i>	2
Загальна площа	m^2	979,9
Площа озеленення	m^2	3947
Площа твердого покриття	m^2	1184

4.2 Технологія будівельного виробництва

Технологічна карта на виконання робіт нульового циклу

4.2.1 Область застосування

Дана технологічна карта розробляється на виконання робіт нульового циклу: виконання земляних робіт та влаштування стрічкового монолітного фундаменту, будівля без підвалу, глибина траншей $h = -2,10$ м.

4.2.2 Перелік процесів та визначення об'ємів робіт

1. Зрізування рослинного шару;
2. Розробка ґрунту траншей;
3. Доробка ґрунту вручну;
4. Влаштування щебеневої підсіпки під фундамент;
5. Вкладання геосіток;
6. Влаштування опалубки;
7. Влаштування стрічкового фундаменту бетонного;
8. Зворотна засипка пазух фундаменту;
9. Ущільнення ґрунту зворотної засипки.

4.2.3 Підрахунок об'ємів робіт

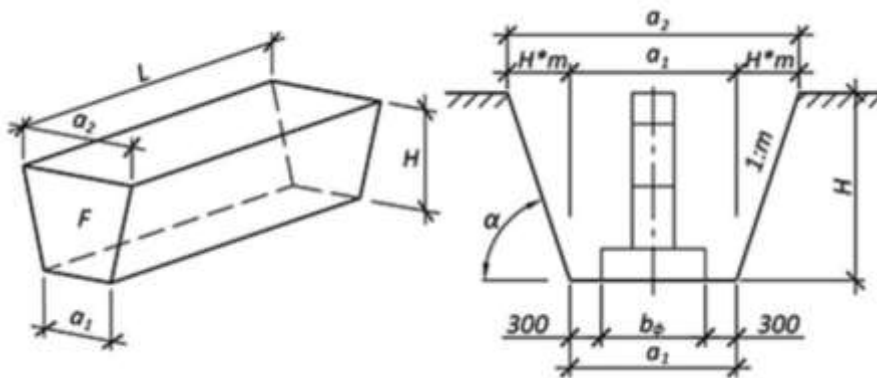
Рослинний шар на ділянці товщиною 10 см зрізується на площі майбутньої будівлі. Його об'єм становить:

$$V_{\text{зріз.р.ш.}} = \delta_{\text{р.ш.}} * S_{\text{зад.}} = 0,10 \times 23,9 \times 20,5 = 49,0 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Відмітка дна траншеї – 1,90 м, а з врахуванням піщаної подушки – 2,10 м. Відмітка планування – 0,6 м.

Основою фундаментів є глина напівтверда. Її характеристики - $\gamma = 19,1 \text{ кН/м}^3$; $c = 52 \text{ кН}$. Шари ґрунту, що залягають вище представлені суглинком просадочним. Максимальний рівень ґрунтових вод, з врахуванням прогнозування на підняття знаходиться на глибині 17 м. Для таких ґрунтів у відповідності до вимог ДБН А.3.2-2-2009 „Охорона праці і промислова безпека у будівництві” [] траншеї виконують з відкосами 1:0,25.

Таким чином для умов ґрунту, в якому будуть влаштовуватись фундаменти, при глибині траншеї 2,10 м, вони можуть виконуватись без кріплень. Ширина траншей під стрічкові фундаменти та інші підземні конструкції – повинна включати ширину конструкції з урахуванням опалубки, товщини ізоляції та кріплень з додаванням 0,2 м з кожної сторони []. Ширину траншеї приймаємо рівною 1100 мм.



Об'єм траншей:

$$V_{\text{транш.}} = 2,1 \times (6,9 + 3,0 \times 2 + 8,5 + 6,9 + 3,7 \times 6 + 5,0 + 8,7 + 2,7 + 2,8 \times 3 + 3,8 \times 2 + 4,1 \times 4 + 5,9 \times 2 + 6,6 + 12,2 \times 2 + 4,5 \times 2 + 1,5 \times 2) \times 1,1 = 356,4 \text{ (м}^3\text{)}$$

Об'єм ґрунту ущільнення:

$$V_{\text{ущільн.}} = V_{\text{зв.зас.}} \cdot K_{\text{р.}} = (356,4 - 213,84) \times 1,1 = 121,18 \text{ (м}^3\text{)}$$

Об'єм монолітних фундаментів: $V_{\text{фунд.}} = 356,4 \times 0,6 = 213,84 \text{ (м}^3\text{)}.$

4.2.4 Вибір методів виробництва робіт та комплексу машин

Для зрізання рослинного шару ґрунту на всій площі приймаємо бульдозер ДЗ-8, який має такі технічні характеристики [21]:

тип відвалу – неповоротний;

довжина відвалу – 3.03 м;

висота відвалу – 1.1 м;

управління – канатне;

потужність, кВт (к.с.) – 79 (108);

марка транспорту – Т-100;

маса бульдозерного обладнання – 15.8 т.

Бульдозер буде розробляти рослинний шар за 2 проходи по всій площі клиновидною схемою зрізання за човниковою схемою зрізання.

Розробку траншей виконуємо на спланованій ділянці. Допустима крутизна відкосів для глини 1:0,25 ($\alpha = 76^\circ$) [21, табл.1]. Об'єм земляних робіт при відриванні траншей визначається згідно проекту, складеному у відповідності до розмірів, позначками закладання фундаментів і прийнятою крутизною відкосів.

Ширина траншеї регламентується державними будівельними нормами [21, табл.1]: при необхідності роботи людей у траншеї найменша відстань просвіту між боковою поверхнею споруджуваної будівлі та дошками закріплень повинна складати не менше 0,7 м, отже приймаємо 0,75 м.

Траншеї розроблятимуться до відмітки – 2.10 м екскаватором оберненою лопата. Загальний об'єм ґрунту екскавації:

$$V_{\text{екск.}} = V_{\text{тран}} = 356,4 \text{ (м}^3\text{)}$$

При розробленні ґрунту землерийними машинами з метою недопущення порушень природної структури ґрунту в основах, відривання виконують з недобором. Під п'ятном фундаментів на товщину 15 см ґрунт буде розроблятися вручну. Об'єм ручної доробки ґрунту:

$$V_{\text{ручна дор.}} = 0,15 \times 154 \times 2,5 = 57,85 \text{ (м}^3\text{)}$$

При виконанні земляних робіт розроблений ґрунт може бути повністю чи частково вивезений за межі будівельного майданчика, а залишок ґрунту при частковому вивезенні зберігається для зворотної засипки.

Вивезення ґрунту здійснюється в тому об'ємі, який є зайвим, тобто дорівнює об'єму який займають фундаменти. В даному випадку зайвий ґрунт буде розподілений на присадибній ділянці в тих місцях де є зниження від загального рівня ділянки. Так як об'єм екскавації невеликий, місткість ковша екскаватора при об'ємі ґрунту $356,4 \text{ м}^3$ за рекомендаціями [21, табл. 4, 5] повинна бути $0,5-0,8 \text{ м}^3$, траншеї неглибокі, то приймемо екскаватор обладнаний оберненою лопатою марки ЭО-4321 з ковшем місткістю $0,8 \text{ м}^3$.

Знаючи загальну довжину штабеля $\sum l_{шт} = 2 \cdot 20,5 + 2 \cdot 23,9 = 88,8 \text{ (м)}$, який розмістимо вздовж траншей, визначаємо, з деяким наближенням, площу поперечного перерізу штабеля $S_{шт}$. Приймаємо, що штабель у поперечному перерізі має форму рівнобедреного трикутника з кутами в основі 45° , що дозволено для тимчасових штабелів, і площею поперечного перерізу $S_{шт}$.

$$V_{шт} = V_e = 356,4 \text{ м}^3$$

$$S_{шт} = \frac{V_{шт}}{\sum l_{шт}} = \frac{356,4}{88,8} = 4,0 \text{ м}^2$$

Знаючи $S_{шт}$, та беручи до уваги максимальну висоту вивантаження екскаватора ЭО-4321 з урахуванням небезпечної висоти піднімання $0,5 \text{ м}$, приймаємо висоту штабеля ($h_{шт} = 5,1 - 0,5 = 4,6 \text{ м}$) рівною $h_{шт} = 1,0 \text{ м}$, а ширину основи штабеля $b_{шт} = 2 \times h_{шт} = 4 \times 1,0 = 4,0 \text{ м}$.

Штабелі ґрунту для зворотної засипки можуть розташовуватись на відстані не менше $1,0 \text{ м}$ від бровки траншеї з таким розрахунком, щоб штабелі не заважали виконанню робіт по зведенню підземної частини споруди.

При розробці ґрунту в траншеї екскаватором ЭО-4321 відповідно до [28, рис.35,36] вибираємо схему розробки траншеї торцевою проходкою з переміщенням екскаватора вздовж і по центру траншеї в зв'язку з тим, що умови будівництва нормальні.

Далі за [21, табл.65] вибираємо технічні характеристики екскаватора:

Таблиця 4.2.1 - Технічна характеристика екскаватора ЭО-4321, що обладнаний оберненою лопатою.

Тип ходового обладнання	Пневмоколісний
Місткість ковша, м ³	0,8
Маса, т	12
Найбільша глибина копання, м:	
Траншеї	5,3
Котловану	4,5
Найбільший радіус копання на рівні стоянки, м	8,4
Радіус вивантаження, м:	
Початковий	5,8
Кінцевий	5,1
Найбільша висота вивантаження, м	4,4

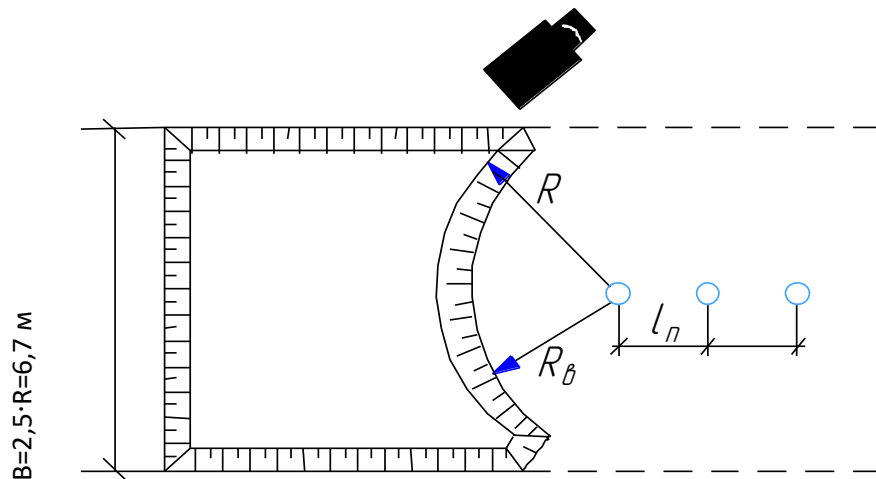


Рисунок 4.2.1 - Схема розробки траншей торцевою проходкою вздовж траншеї

Виконаємо розрахунок експлуатаційної продуктивності екскаватора при роботі у відвал і на транспортні засоби за формулою:

$$P_{\text{э}} = 60 \cdot c \cdot q \cdot n_{\text{т}} \cdot k_e \cdot k_{\text{ч}}, \quad \text{м}^3/\text{зм}$$

де c – тривалість зміни, год., $c=8,2$ год.; q – місткість ковша, м³; $q=0,8$ м³;

$n_{\text{т}}$ - кількість циклів в хвилину при роботі у відвал $n_{\text{т}}=60/t_{\text{ц}}=60/25=2,4$ шт. ,

$n_{\text{т}}$ - кількість циклів в хвилину при роботі у транспортні засоби $n_{\text{т}}=60/t_{\text{ц}}=60/27=2,22$ шт. ,

$t_{\text{ц}}$ - нормативна тривалість циклу екскавації при роботі у відвал $t_{\text{ц}}=25$ с [21, табл.69];

$t_{ц}$ - нормативна тривалість циклу екскавації при роботі у транспортні засоби $t_{ц}=27$ с [21, табл.69];

$k_{ч}$ - коефіцієнт використання за часом, $k_{ч}=0,7$ [21, табл.42];

$k_{с}$ - коефіцієнт використання місткості ковша, $k_{с}=0,9$ [21, табл.44].

Отже при роботі у відвал

$$P_{\rho} = 60 \cdot 8,2 \cdot 0,8 \cdot 2,4 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 595,2 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Отже при роботі у транспортні засоби

$$P_{\rho} = 60 \cdot 8,2 \cdot 0,8 \cdot 2,22 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 550,5 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Виконаємо деякі розрахунки для визначення довжини робочого пересування екскаватора l_n .

Найбільший радіус копання на рівні дна виїмки:

$$R_{к.г}^{\max} = R_{к} - m \cdot h_{к} = 8,4 - 0,25 \cdot 2,6 = 7,1 \text{ м}$$

Найменший радіус копання на рівні дна виїмки:

$$R_{к.г}^{\min} = \frac{K}{2} + m \cdot h_{к} + 0,5 \text{ м} = \frac{4,0}{2} + 0,25 \cdot 2,6 + 0,5 = 3,8 \text{ м}$$

Довжина робочого пересування $l_n = R_{к.г}^{\max} - R_{к.г}^{\min} = 7,1 - 3,8 = 3,3 \text{ м}$.

Вибір засобів для ущільнення ґрунту.

Ущільнення ґрунту виконуємо після зворотної засипки траншей. Ґрунт ущільнюють електротрамбівкою ИЭ-4502 (див. табл. 4.2.2) Тобто весь об'єм ущільнювальних робіт механізований.

Таблиця 4.2.2 – Технічна характеристика електротрамбівки ИЭ-4502

Параметри	Величина
Глибина ущільнення (за 2 проходки), см	40
Розміри трамбуєчого башмака	350×450
Характеристики електродвигуна	
Потужність, кВт	0,4 (0,5)
Напруга, В	220
Частота току, Гц	50
Частота ударів	9,3
Габарити, мм	970×475×960
Маса, кг	81,5

4.2.5 Виробництво робіт по влаштуванню фундаментів

Визначення об'ємів опалубних, арматурних та бетонних робіт.

Опалубка. Тип опалубки - дерев'яна щитова розбірно-переставна (схема встановлення опалубки див. аркуш ГЧ).

Площа опалубки для фундаментів:

$$\Sigma F_{\text{ОП}} = 154 \times 2 \times 2,1 = 648 \text{ (м}^2\text{)}$$

Вага сітки і каркасів для фундаментів: $M = 1730 \text{ кг}$

Об'єм бетону в фундаментах $\Sigma V_{\text{БЕТ}} = 293 \text{ (м}^3\text{)}$

Використовуємо спосіб вкладання бетону в фундаменти – за допомогою автобетононасосу.

Потрібний темп вкладання бетонної суміші, приблизно дорівнює продуктивності механізму і складає $50,0 \text{ м}^3/\text{зм}$.

Бетонна суміш постачається на будівельний майданчик автосамоскидами марки ЗИЛ-ММЗ-555 (приймаємо за рекомендаціями [21, табл. 38]).

Таблиця 4.2.3 – Технічна характеристика автосамоскида марки ЗИЛ-ММЗ-555

Показники	Величина
Вантажопідйомність, т	4,5
Габаритні розміри, м:	
Довжина	5,48
Ширина	2,48
Висота	2,35
Об'єм кузова, м ³	3,1
Радіус повороту, м	7,8
Висота завантаження, м	1,9
Тривалість, хв:	
Розвантаження з маневруванням	1,2
Маневрування при завантаженні	1
Встановлення під завантаження (розвантаження)	0,3 (0,6)
Маса автомобіля, т	3,9

Підберемо автобетононасос. Згідно заданого темпу вкладання бетонної суміші $50 \text{ м}^3/\text{зм}$ і параметрів траншей (ширина $2,5 \text{ м}$) приймемо для бетонування автобетононасос марки СБ-126А.

Таблиця 4.2.4 - Технічна характеристика автобетононасосу марки СБ-126А

Параметри	СБ-126А
Тип	Автобетононасос із розподільчою стрілою
Продуктивність, що регулюється, м ³ /год	5-65
Виліт розподільчої стріли, м	18
Кут повороту стріли, град	360
Дальність подавання бетонної суміші, м:	
по горизонталі	350
по вертикалі	80
Найбільша крупність заповнювача, мм	40
Діаметр бетонопроводу (внутрішній), мм	125
Об'єм приймального бункера, м ³	0,7
Габаритні розміри, мм:	
довжина	10000
ширина	2500
висота	3800
Маса бетононасосу, т	8
Висота завантаження бетонної суміші, мм	1400

Враховуючи те, що для розвантаження сіток, каркасів та інших матеріалів потрібно підібрати кран, то приймемо з урахуванням маси найважчих елементів при виконанні робіт легкий автомобільний кран марки КС-1562А [28, табл. 2.7].

Калькуляція працевитрат та заробітної плати

Калькуляція працевитрат та заробітної плати розрахована за розцінками по РЕКН, заробітна плата відповідає розцінкам 2021р. з урахуванням розряду. Калькуляція працевитрат та заробітної плати виконана в програмі АВК-5 (див. економічну частину)

Таблиця 4.2.5 – Технічна характеристика автомобільного крана КС-1564А

Показники	Величина
Довжина стріли, м	10,3
Виліт гака, м:	
найменший	5,6
найбільший	10
Вантажопідйомність, т при вильоті гака:	
найменшому	2
найбільшому	0,6
при русі з вантажем, т	-
Висота підйому, м, при вильоті гака:	
найменшому	10
найбільшому	5,5
Колія коліс, м	
передніх	1,63
задніх	1,69
Маса крана у робочому стані, т	7,4

Технологічний розрахунок

Всі технологічні розрахунки ведуться у формі таблиці, що наведена у графічній частині роботи (лист техкарта), з врахуванням усіх попередньо виконаних розрахунків і калькуляції трудовитрат.

Відомість машин, механізмів, обладнання та інструмента

Виконуємо згідно [21,табл.21] та [27, дод.2,3] та по попереднім даним.

Таблиця 4.2.7 – Відомість машин, механізмів, обладнання

Назва і марка	Основні технологічні параметри	Кількість
Бульдозер ДЗ-37	Трактор-тягач МТЗ-50	1
Екскаватор ЭО-4321(обернена лопата)	Об'єм ковша $q=0,8 \text{ м}^3$	1
Електротрамбівка ИЭ-4502	Розміри трамбууючого башмака 350×450	10
Автосамоскид КрАЗ-222Б	Вантажопідйомність 10 т, $q=8,0 \text{ м}^3$	12

Таблиця 4.2.8 – Відомість інструментів

Назва інструмента	Тип, марка	Кількість
Теодоліт	НВ-1	1
Нівелір	Т-2	1
Кирка-молоток	КМ-1	4
Кирка однобока	КО-1	2
Кирка двобока	КД-1	2
Лом звичайний	ЛО-24	1
Штикова лопата	ЛКО-1	12
Совкова лопата	ЛКП-1	2
Лопата підбиральна	ЛП-1	12
Сокира будівельна	А-1	2
Ножівка по дереву	А-2	1
Рулетка в закритому корпусі	ЗПКЗ-2	1
Висок сталевий будівельний	ОТ-600	2
Кувалда ковальська гостроноса	К-8	1
Кувалда ковальська тупоноса	К-2	1
Фарборозпилювач ручний	Продуктивність 230 м ³ /год	1

4.2.6 Вказівки до виконання робіт

Виробництво земляних робіт в зоні розміщення підземних комунікацій (електрокабелі, газопроводи та ін.) допускається тільки з письмової згоди організації, що відповідає за експлуатацію цих комунікацій. До дозволу повинен прикладатися план (схема) з вказівками розміщення і глибини закладання комунікацій, який складений на основі виконавчих креслень.

При наближенні до ліній підземних комунікацій земляні роботи повинні виконуватись під наглядом майстра чи виконроба, а в безпосередній близькості від комунікацій, крім цього, під наглядом працівників організацій, що відповідальні за експлуатацію цих комунікацій.

Розробка ґрунту механізованим способом в цих умовах дозволяється на відстані не меншій 2 м від бокової стінки і не меншій 1 м над верхом труби, кабелів, споруди. Залишений ґрунт доробляється вручну.

При розробці траншей на місцях руху людей і транспорту навколо місця

виконання робіт встановлюють суцільне огороження висотою 1,2 м із системою освітлення. Потрібно до початку розробки ґрунту відвести поверхневі води. До початку робіт треба зробити під'їзні шляхи до будівельного майданчика.

Проїзди, прохід, вантажно-розвантажувальні ділянки і робочі місця потрібно систематично очищувати від снігу і криги, будівельного сміття, в зимовий час дороги посипати піском, шлаком чи золою.

Проходи для робочих, які розміщені на відкосах з уклоном більше 20° повинні бути обладнані драбинами з перилами.

Робочі місця в темний період повинні бути освітлені.

Для виконання робіт в зимовий період треба передбачити приміщення для обігріву робітників, забезпечити теплим одягом.

Котлован треба розробляти екскаватором тільки з кільцевою подачею транспорту і завантаженням його з боку бокового борта.

Усі роботи виконувати за календарним графіком виробництва, щоб запобігти суміщенню процесів, не запроектованих графіком.

Допускається переміщення бульдозером ґрунту при уклоні місцевості не більшому $i=0,01$.

Зворотна засипка траншей виконується бульдозером. Засипку виконують шарами товщиною 40 см, а потім ущільнюють ручними трамбівками.

4.2.7 Техніка безпеки при виконанні робіт

Для проходу робочих в траншеї потрібно встановлювати приставні драбини.

Забороняється встановлення та рух будівельних машин та автотранспорту в межах призми обвалення ґрунту виїмки без кріплень.

Котловани та траншеї, що розроблені в зимовий період року з початком відлиги, після тривалих атмосферних опадів чи обігріву ґрунту тепляками підлягають огляду і, у випадку необхідності, додатковому розкріпленню.

В зоні дії робочих органів землерийних машин (екскаваторів, бульдозерів і т.д.) виробництво інших робіт і знаходження людей заборонено.

За станом відкосів виїмок потрібно вести систематичний нагляд, оглядаючи

грунт перед початком кожної зміни. При появі тріщин слід приймати заходи проти раптового обвалу ґрунту, передчасно забрати робочих з небезпечних місць.

Стінки траншей, що розробляються землерийними машинами, треба закріплювати готовими щитами, що спускаються зверху, не допускаючи робочих до виїмки без кріплень. Кріплення повинні виконуватись безпосередньо за розробкою ґрунту.

Кожну землерийну машину потрібно обладнати звуковою сигналізацією. Значення сигналів повинні бути роз'яснені всім робочим, що пов'язані з роботою машини.

Екскаратори під час роботи повинні встановлюватись на спланованій ділянці і закріплюватись інвентарними упорами. Заборонено застосовувати з цією метою камені, дошки, колоди та інші предмети.

При роботі екскаватора забороняється виконувати будь-які роботи з боку забою і знаходитись в радіусі дії екскаватора плюс 5 м.

Під час перерви в роботі необхідно перемістити від країв траншеї на відстань не меншу 1,5 м, а ківш опустити на ґрунт. Зачищати ківш допускається тільки в опущеному стані.

Під час руху одноковшового екскаватора стрілу його треба встановлювати чітко по напрямку ходу, а ківш піднімати над землею на 0,5-0,7 м. Забороняється пересування екскаватора із завантаженим ковшем.

Переміщення екскаватора під час ожеледиці допускається тоді, якщо будуть вжиті заходи проти ковзання коліс.

Завантаження ґрунту на автомобілі за допомогою екскаватора повинно виконуватись з боку заднього чи бокового борту машини. Заборонено знаходитись людям, а також водію самоскида між землерийною машиною і транспортними засобами під час завантаження ґрунту.

Ущільнення ґрунту трамбуванням біля підпірних стінок фундаментів виконується на відстані і в порядку, встановленому проектом виконання робіт.

Послідовність операцій по спорудженню насипу (насип ґрунту,

розрівнювання, зволоження, трамбування, розпушення) повинна відповідати проекту виконання робіт. Швидкість руху автомобілів біля об'єктів, що будуються, не повинна перевищувати 10 км/год, на поворотах-5 км/год.

Автосамоскиди при розвантаженні по насипу, а також при засипці виїмок потрібно розміщувати не ближче 1, 5 м від бровки природного відкосу.

Очищувати підняті кузови автосамоскидів треба скребками чи лопатами з подовженим ручником. Робочі, які виконують очищення повинні знаходитись на землі.

Завантаження вантажів на бортові автомобілі навалом допускається тільки до рівня бортів кузова.

Будівельні машини, механізми, обладнання, інвентар, інструменти повинні відповідати характеру виконуваної роботи і бути в справному стані. Рухомі частини цих машин і механізмів в місцях можливого доступу людей повинні бути огорожені. Заборонено залишати працюючими машини і механізми без нагляду.

На усіх ділянках будівництва, у обладнання, машин, механізмів, на автошляхах і в інших небезпечних місцях повинні бути встановлені попереджувальні та вказівні написи чи знаки безпеки.

При завантаженні автомобілів екскаваторами чи кранами водію та іншим особам заборонено знаходитись в кабіні автомобіля, не захищеного козирком.

4.2.8 Нормокомплекти для виконання робіт на об'єкті

Таблиця 4.2.9 - Нормокомплект інструменту, пристроїв, інвентарю, обладнання для проведення арматурних робіт

Назва	Тип (ДЕСТ)	Марка	Призначення
1	2	3	4
Ножиці ручні	Електричні	ИЭ-55-01	Різання листового металу товщиною до 2,5 мм
Молоток рубильний	Пневматичний	ИП-6000	Рубання дротів і профільованого металу з енергією удару 12,5 Дж
Машина ручна шліфувальна	Електричний	ИЭ-2004А, ИЭ-6103, ИЭ-8201А	Очищення металу від корозії та фарби, зачищення зварних швів та поверхонь

Продовження таблиці 4.2.9

1	2	3	4
Молоток зачисний зубильний	Пневматичний	ИП-4118	Те саме
Щітка кутова	ТУ 494-01-104	-	Те саме, продуктивністю 6 м ² /год
Точило	Електричні	БЭТ-1	Заточування інструмента
Молоток слюсарний	ГОСТ 11042-72	МС	Виконання допоміжних операцій
Молоток шанцевий	ГОСТ 11042-72	МША	Те саме
Кувалда ковальська го-строноса	ГОСТ 11042-72	-	Те саме
Ножиці для різання ар-матури	-	И 1-00	Різання бухтової гладенької ар-матури Ø до 6 мм
Гострозубці торцеві	-	180	Перекушування дроту Ø до 1 мм
Зубило слюсарне	ГОСТ 7211-72	20x60	Рубання дроту
Ключ накладний	-	-	Допоміжні операції
Плоскогубці комбіновані	-	200	В'язання арматури
Висок сталевий	ГОСТ 7948-71	ОТ-400	Перевірка вертикальності
Штангенциркуль	-	ЩТЦ-1-125	Лінійні вимірювання
Рулетка металева	ГОСТ 7502-69	РЗ-20	Лінійні вимірювання
Пристрої для в'язання арматури	-	-	В'язання арматури дротом
Каска захисна	ТУ 205-ЭССР	САЛВО	Забезпечення безпеки арматурника
Пенал для електродів	Ленінград-буд	-	Перенесення та зберігання електродів
Ящик інструментальний зварника	Ленінград-буд	-	Перенесення та зберігання на робочому місці ручного інструменту
Драбина навісна	15747 Р	-	Виконання електрозварювальних робіт
Рукавиці	ГОСТ 12.4.010-75	-	Забезпечення безпечних умов праці
Костюм брезентовий	ГОСТ 12.4.038-78	-	Забезпечення безпечних умов праці під час електрозварювальних робіт

Таблиця 4.2.10 - Нормокомплект інструменту, пристроїв, інвентарю, обладнання для проведення опалубних робіт

Назва	Тип (ДЕСТ)	Марка	Призначення
1	2	3	4
Машина ручна сверд-лильна	Електрична	ИЭ-1003Б ИЭ-1017А ИЭ-1034	Свердління отворів в конструкціях і деталях
Машина ручна сверд-лильна кутова	Пневма-тична	ИП-1016А	

Продовження таблиці 4.2.10

1	2	3	4
Шурупверт ручний	Електричний	ИЭ-3601Б ИЭ-3603	Закручування шурупів, болтів та гайок при монтажі опалубки і кріпленні закладних деталей
Гайковерт ручний	Електричний	ИЭ-3113 ИЭ-3121	
Машина деревообробна	Електрична	ИЭ-6009	Розпилювання матеріалів, випилювання і різання деталей із дощок
Пила ручна дискова	Електрична	ИЭ-5106 ИЭ-5108	
Долото ручне	Електричний	ИЭ-5601А ИЭ-5607	Вибирання отворів і гнізд прямокутної форми
Рубанок	Електричний	ИЭ-5701А ИЭ-5708	Стругання і фугування деревини
Машина ручна шліфувальна із гнучким валом	Електрична	ИЭ-8201А	Зачищення і шліфування поверхні опалубки
Машина ручна різьбонарізальна	Пневматична	ИП-34034	Нарізування різьби
Ножиці ручні ножові	Електричні	ИЭ-5403А	Різання листового металу
Молоток пучковий	Пневматичний	ИП-5000	Очищення щитів опалубки від бетону та бруду
Щітка кутова	Пневматична	ИП-2104	
Фарборозпилювач	Пневматичний	СО-71	Змащування щитів опалубки перед встановленням
Станок заточний	Електричний	ИЭ-9703	Заточування інструмента
Точило	Електричне	Б ЭТ-1	
Молоток теслярський	ГОСТ 11042-72	МПЛ	Забивання, видирання цвяхів
Сокира будівельна	-	А-2	Обтесування деревини
Пила поперечна дворучна по дереву	ГОСТ 979-70	1-1250	Поперечне розкроювання брусів, брусків, дощок
Ножівка по дереву широка	ТУ 14-1-302-72	-	Поперечне розкроювання дощок, брусків
Обценьки будівельні	ГОСТ 14184-69	КС-250	Видирання цвяхів
Рубанок металевий	ГОСТ 14665-77	-	Чисте стругання деревини
Рубанок-шерхебель	ГОСТ 14666-79	-	Грубе стругання деревини
Долото теслярське	ГОСТ 1185-80	-	Вибирання гнізд, пазів, шипів
Стамеска плоска	ГОСТ 1185-80	-	Вибирання і зачищення пазів, гнізд, шипів
Коловорот	ГОСТ 7467-75	-	Закручування болтів, шурупів
Ключ гайковий	-	-	Закручування болтів, гайок
Викрутка	-	-	Закручування шурупів
Лом-цвяходер	ГОСТ 1405-72	ЛГ-24	Видирання цвяхів, рихтування щитів
Лом монтажний	ГОСТ 1405-72	ЛМ-20	Рихтування щитів

Продовження таблиці 4.2.10

Кувалда ковальська	-	ККО	Виконання допоміжних операцій
Скребок металевий	-	ШИ-28	Очищення поверхонь опалубки від напливів бетону
Добійник сталевий	-	-	Добивання цвяхів
Ключ гайковий розвідний	-	19, 20	Закручування болтів, гайок
Ножиці для різання арматури	-	И 1-10	Різання бухтової арматури і дроту
Розводка для пил	-	-	Розведення зубців ручних пил
Напильники різні	-	-	Заточування зубців пил
Брусок шліфувальний	-	БП-40x20	Заточування інструменту
Конопатка сталева	ИР-154	К-50	Проконопачування швів в щитах опалубки
Гострозубці торцеві	-	180	Перекушув.дроту діаметром до 1,5 мм
Щітка сталева прямокутна	ТУ 494-01-104	-	Очищення поверхонь
Щітка махова	ГОСТ 10597-80	КМ-60	Нанесення мастила на щити малої площі
Висок сталевий будівельний	ГОСТ 7948-71	ОТ-400	Перевірка вертикальності встановлення щитів
Кутник металевий	-	500x240	Розмічання і перевірка прямих кутів
Ватерпас будівельний	ГОСТ 9416-76	УС 6-750	Перевірка горизонтальності і вертикальності поверхонь
Ватерпас гнучкий	ТУ 25-11-760-72	-	Перенесення горизонтальних відміток
Рейсмус рейковий	-	-	Розмічання виробів
Рулетка металева в закритому корпусі	ГОСТ 7502-69	РЗ-20	Виконання лінійних вимірів
Шнур розмічальний в корпусі	ТУ 22-3527-26	-	Розмічання і перевірка прямих ліній
Каска пластмасова для будівельників	ТУ 205 ЭССР	САЛВО	Забезпечення безпечних умов праці
Пояс запобіжний	ГОСТ 14185-77	-	
Драбина складана	Мінбуд	-	Встановлення і кріплення щитів на висоті
Драбина приставна	Пром-сталькон-струкція	-	

Таблиця 4.2.11 - Нормокомплект інструменту, пристроїв, інвентарю, обладнання для проведення залізобетонних і бетонних робіт

Назва	Тип (ДЕСТ)	Марка	Призначення
1	2	3	4
Машина штукатурно-затиральна	Електрична	ИЭ-6103	Затирання і загладжування поверхонь
Молоток відбійний	Електричний	ИЭ-4207 ИЭ-4210	Оброблення швів раніше викладеного бетону, обрубубання напливів бетону, пробивання отворів, енергія удару 4,5-10 Дж
Лом	Пневматичний	ИП-4604	Те саме, енергія удару 90 Дж

Продовження табл.4.2.11

Перфоратор ручний	Електричний	ИЭ-4709 ИЭ-4712	Те саме, енергія удару 2,5-25 Дж
Лопата для розчину	ГОСТ 3620-76	ЛР	Розподіл бетонної суміші
Лопата копальна прямокутна	ГОСТ 3620-76	ЛКП-1 ЛКП-2	
Лопата підбиральна	ГОСТ 3620-76	ЛП-1 ЛП-2	
Гребок для бетонних робіт	-	-	Розрівнювання бетонної суміші
Гладило стрічкове	-	ГЛ	Загладжування верхнього шару
Кельма для кам'яних і бетонних робіт	ГОСТ 9533-71	КБ	Загладжування верхнього шару та допоміжні операції
Скарпель	ТУ 22-4399-79	-	Сколювання дрібних напливів бетону
Молоток теслярський	ГОСТ 11042-72	МПЛ	Виконання допоміжних операцій
Лом звичайний	ГОСТ 1405-72	ЛО-24 ЛО-28	
Гострозубці торцеві	-	200	
Скребок металевий	-	ШИ-28	Очищення риштувань та кузовів автосамоскидів
Кувалда ковальська гостроноса масою 3 кг	-	ККО	Виконання допоміжних операцій
Правило оцинковане довжиною 2 м	-	-	Виконання контрольних операцій
Щітка сталева прямокутна	-	ЩСП	Очищення поверхонь
Шпатель універсальний	-	ЩМ-180	Усування дрібних дефектів
Ножиці для різання арматури	-	И 1-10	Різання бухтової арматури і дроту
Ватерпас будівельний	ГОСТ 9416-76	УС2-300 УС2-500	Перевірка горизонтальності та вертикальності поверхонь
Ватерпас гнучкий	ТУ 25-11-760- 72	-	Перенесення горизонтальних позначок
Рейка контрольна	-	-	Перевірка рівності поверхонь
Висок сталевий будівельний	ГОСТ 7948-71	ОТ-400 ОТ-600	Перевірка вертикальності конструкцій
Шнур розмічальний в корпусі	ТУ 22-3527-26	-	Розмічання і перевірка прямих ліній
Рулетка металева	ГОСТ 7502-69	РЗ-20	Лінійні виміри
Рулетка жолобчаста	ГОСТ 7502-69	РЖ-2	
Рукавиці	ГОСТ 12.4.010- 75	-	Забезпечення безпечних умов праці
Чоботи гумові	ГОСТ 5394-74	-	
Каска захисна	ТУ 18-2312-74	-	Забезпечення безпечних умов праці
Візок на пневмоколісній ході V=0,12 м ³	№ 2751-00-00 СКБ	Т-200	Перевезення бетонної суміші в межах поверху

Таблиця 4.2.12 - Загальні виробничі норми витрат матеріалів в будівництві на виготовлення 100 м² щитів опалубки

Матеріал	Одиниця виміру	Прямокутні щити із дощок товщиною, мм		ДВП	ДСП
		25	40		
Дощки, мм:					
25	м ³	2,7	-	-	-
40	м ³	-	4,2	0,969	0,969
Цвяхи будівельні, мм:					
100	кг	-	10	0,67	0,67
70	кг	6,5	-	5,83	5,83

Таблиця 4.2.13 - Загальні виробничі норми витрат матеріалів в будівництві на вкладання бетонної суміші в конструкції (на 1 м³ бетону)

Матеріал	Одиниця виміру	Конструкції		
		Бетонні	Залізобетонні із витратами арматури на 1 м ³ , кг	
			до 150	більше 150
Суміш бетонна	м ³	1,02	1,015	1

Таблиця 4.2.14 - Загальні виробничі норми витрат матеріалів в будівництві на догляд за бетоном (на 100 м² поверхні)

Матеріал	Одиниця виміру	Норма витрат
Вода	л	350
Рогожа	м ²	150

Відомість машин, механізмів, устаткування, реманенту та інструмента

Виконуємо згідно [21,табл.21] та по попереднім даним.

Таблиця 4.2.15 – Відомість машин, механізмів, устаткування

Назва і марка	Основні технологічні параметри	Кількість
Автосамоскид марки ЗИЛ-ММЗ-555	Вантажопідйомність 4,5 т,	1
Автобетононасос марки СБ-126А	Темп роботи 5-65 м ³ /год	1
Кран КС-1562А	Вантажопідйомність 2 т, q=7,4м ³	1

Відомість матеріалів та напівфабрикатів

Таблиця 4.2.16 – Потреба в паливно-мастильних матеріалах

Назва матеріалу	Одиниця виміру	ЗИЛ-ММЗ-555	
		На 100 км	Всього
Дизельне пальне	Л	28	1428
		На 100 л	
Моторні мастила	Л	2,9	41,412
Трансмісійні мастила	Л	0,4	5,712
Спеціальні мастила	Л	0,15	2,142
Пластичні мастила	Л	0,35	4,998

4.2.9 Техніко-економічні показники

В цьому підрозділі розраховуємо та наводимо (для даного комплексу робіт) наступні техніко-економічні показники :

1. Тривалість виконання земляних робіт нульового циклу:

$$T_{заг} = 22 \text{ дні}$$

2. Загальна трудомісткість виконання комплексу робіт:

$$Q_{заг}^{\phi} = 221 \text{ люд-зм}$$

3. Визначимо трудомісткість на одиницю кінцевої продукції (земляні роботи):

$$T_{од} = \frac{Q_{заг}}{V} = \frac{29,85}{356,4} = 0,08 \frac{\text{люд-зм}}{\text{м}^3},$$

4. Визначимо трудомісткість на одиницю кінцевої продукції (бетонні роботи):

$$T_{од} = \frac{Q_{заг}}{V} = \frac{191,12}{293} = 0,65 \frac{\text{люд-зм}}{\text{м}^3},$$

5. Виробіток на одного робітника за зміну (земляні роботи):

$$B = \frac{V}{Q_{заг}} = \frac{365,4}{29,85} = 12,24 \frac{\text{м}^3}{\text{зм}}$$

6. Виробіток на одного робітника за зміну (бетонні роботи):

$$B = \frac{V}{Q_{заг}} = \frac{293}{191,12} = 1,53 \frac{\text{м}^3}{\text{зм}}.$$

7. Собівартість виконання одиниці об'єму даного комплексу робіт

$$C = \frac{1,08 \cdot (\sum C_{\text{маш-зм}} \cdot T_{\text{маш-зм}} + C_{\delta}) + 3n}{V} = \frac{1,08 \cdot (18,87 \cdot 10 + 19,43 \cdot 12) + 1,5 \cdot 22429}{293} = 116,38 \frac{\text{грн}}{\text{м}^3}.$$

де $C_{\text{маш-зм}} = 18,87 \text{ грн}$ - середня вартість машино-зміни екскаватора ЭО-4332 (табл.81 [21]);

$C_{\text{маш-зм}} = 19,43 \text{ грн}$ - середня вартість машино-зміни бульдозера ДЗ-8 (табл.80 [21]);

$T_{\text{маш-зм}}$ - тривалість роботи машин;

$3n = 22429 \text{ грн}$ – заробітна плата згідно калькуляції.

Висновок

1. Обраний будівельний об'єкт приватний житловий будинок на дві сім'ї в м. Гайсин. Усі конструктивні рішення відповідають чинним нормам України.
2. Прийнято основні планувальні, естетичні, архітектурно-будівельні та конструктивні рішення.
3. Розроблено технологічну карту на влаштування фундаменту по пропонованій автором технології.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській кваліфікаційній роботі здійснюється оцінка впливу форми стрічкового фундаменту на несучу здатність, розглядаються питання щодо безпечної організації робочих місць при улаштуванні фундаментів та вимоги до мікроклімату робочих приміщень під час проектування одно-секційного житлового будинку.

Пріоритет життя і здоров'я працівників щодо результатів виробничої діяльності підприємств – один з основних принципів державної політики в галузі охорони праці. У зв'язку з цим актуальною стає думка про необхідність формування культури забезпечення безпеки праці на етапах проектування, виготовлення й експлуатації продукції, про створення технологій із внутрішньо властивою безпекою.

Міжнародний досвід засвідчує, що організація праці, яка ігнорує вимоги гігієни і безпеки праці, підриває економічну ефективність підприємств і не може бути основою для сталої стратегії їх розвитку. В концепції ООН про «сталий людський розвиток» безпека праці розглядається як одна із основних (базових) потреб людини.

На працівника під час виконання поставленого завдання можуть мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори (згідно ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 [49]):

1. Фізичні: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена чи понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена чи понижена вологість повітря; підвищений рівень електромагнітного випромінювання; підвищена чи понижена іонізація повітря; недостатня освітленість робочої зони; відсутність чи нестача природного освітлення.

2. Психофізіологічні: статичне перевантаження; розумове перевантаження; емоційні перевантаження.

Відповідно до визначених факторів здійснюємо планування щодо безпечного виконання роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при улаштуванні фундаментів

Виконання робіт на будівельних майданчиках має здійснюватися із дотриманням вимог нормативних документів, зокрема, таких як ДБН.В.2.1-10:2018 [50], ДБН А.3.2-2-2009, ДБН В.1.1-7:2016 [51] та інших.

До виконання робіт з улаштування фундаментів допускаються робітники за професіями тесляр, арматурщик, електрозварник, бетонщик, монтажник залізобетонних конструкцій особи, які досягли 18-річного віку, пройшли попередній та періодичні медичні огляди у встановленому порядку, навчені і проінструктовані відповідно до вимог керівних документів з питань охорони праці.

До числа небезпечних і шкідливих виробничих факторів при влаштуванні фундаментів відносяться: обертові частини машин та обладнання, переміщувані вантажі, електричний струм, гострі кінці арматурних стержнів, вібрація, можливість обвалення штабелів блоків і стін з блоків, ґрунту.

Перед початком роботи в обов'язковому порядку перевіряються робочі місця і проходи до них на відповідність наступним вимогам:

- при роботі на висоті від рівня землі понад 1,3 м робочі місця повинні бути обладнані риштуванням шириною не менше 2 м - для кам'яних робіт, 1 м - для монтажних;
- для проходу до робочих місць, що знаходяться в котлованах і траншеях, а також для переходу по ділянках покладеної арматури повинні бути встановлені сходи, перехідні містки і трапи з огорожами;
- зона електропрогрівання бетону повинна мати огороження і позначена попереджувальними написами і плакатами;
- на естакадах для подачі бетонної суміші автосамоскидами між відбійним брусом і огорожею повинні бути обладнані проходи шириною не менше 0,6 м;

- огороження обертових частин машин і устаткування повинні знаходитися в справності та надійно закріплені;
- корпусу зварювальних трансформаторів, електродвигунів і приладів управління повинні бути заземлені;
- в темний час доби необхідне хороше освітлення робочих місць.

При збірці елементів опалубки в декілька ярусів кожен подальший ярус слід встановлювати тільки після закріплення нижнього. Розміщення на опалубці устаткування і матеріалів, не передбачених проектом виробництва робіт, а також перебування людей, що безпосередньо не беруть участь у виробництві робіт з улаштування опалубки, не допускається. Інвентарна опалубка повинна містити в своєму складі інвентарні огороження, що попереджають падіння людини. Інвентарні огорожувальні пристрої при установці опалубки повинні обгороджувати всю захватку, підготовлену для бетонування.

Розбирання опалубки всіх типів роблять після досягнення бетоном заданої міцності і з дозволу виконавця робіт, а особливо відповідальних конструкцій – за переліком, встановленим проектом, з дозволу головного інженера. Робітники повинні спускатися в котлован тільки по драбинах або приставних сходах. Арматурні стрижні і сталеві вироби слід переміщати і встановлювати тільки в рукавицях.

При під'їзді технологічних транспортних засобів (автобетонозмішувач, бетоновоз) бетонщик, який приймає бетонну суміш, повинен знаходитися в полі зору машиніста автобетонозмішувача.

Очистку лотка і завантажувального отвору автобетонозмішувача від залишків бетону слід проводити тільки при нерухомому барабані. При вивантаженні бетонної суміші з кузова бетоновоза робочий, який приймає бетонну суміш, повинен знаходитися в зоні, де виключається його травмування при раптовому перекиданні бетоновоза. Очистку піднятих кузовів автомобілів-самоскидів після розвантаження бетонної суміші слід проводити скребками або лопатами з подовженою рукояттю.

При укладанні бетонної суміші стріловими і баштовими кранами бетоняр повинен знати правила стропування бункерів-бадей, сигнали, що подаються кранівнику, безпечні прийоми роботи із застосуванням бункерів-бадей.

При укладанні бетонної суміші забороняється:

- здійснювати підйом бункера-бадді, не переконавшись у надійності стропування;
- відкривати затвор при його заклинюванні в підвішеному стані бункера;
- працювати з несправним механізмом відкривання затвора;
- розгойдувати підвішену бункер-баддю.

При ущільненні бетонних сумішей глибинними, майданчиковими вібраторами робітник-бетоняр повинен знати: правила безпечної роботи з ручними електричними машинами, а також правила гігієни та санітарії при роботі з віброінструментом.

Сигнали машиністу крана повинна подавати одна особа, знало порядок обміну сигналами. Забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, засипаних снігом, землею, затиснених іншими конструкціями. До підйому конструкції монтажник повинен перевіряти відповідність маси, зазначеної у маркуванні конструкції, вантажопідйомності крана.

5.1.2. Електробезпека приміщення

У приміщенні, де виконувалося проектування одно-секційного житлового будинку та здійснювалася оцінка впливу форми подошви стрічкового фундаменту на несучу здатність для живлення обладнання та системи освітлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220. Приміщення, згідно з ПУЕ відноситься до приміщення без підвищеної небезпеки (сухе, мало заповишене, з нормальною температурою повітря, ізольованими підлогами і малим числом заземлених приладів) [52].

Електротехнічне устаткування: апаратури, кабелі, розподільні пристрої всіх видів і напруг по своїх номінальних параметрах задовольняє умовам роботи як при нормальних режимах, так і при коротких замиканнях, перенапругах, перевантаженнях.

Для забезпечення безпеки установлюються наступні технічні рішення:

- забезпечено недоступність струмопровідних частин (застосована схована проводка, кабель прокладений у спеціальних ринвах).
- забезпечено ізолювання струмопровідних частин з використанням ізоляції, опір якої не нижче 1кОм/В, передбачені постійний контроль і профілактика ізоляції.
- напруга освітлювальної мережі приймається 220 В із заземленою нейтраллю.

Згідно із [52] в якості захисту від ураження людей електричним струмом застосовується заземлення. Крім того безпека експлуатації при нормальному режимі роботи забезпечується застосуванням ізолювальних пристроїв, огороженням струмоведучих частин, використанням малих напруг. Особи, що обслуговують електроустановки повинні користуватися ЗІЗ – спецвзуття та рукавиці. Засоби захисту необхідно періодично випробувати, їх слід захищати від механічних пошкоджень, впливу факторів, що погіршують їх діелектричні властивості.

Відповідальність за організацію безпечної експлуатації електроустановок покладена на роботодавця, який повинен:

- призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електроустановок; створити та укомплектувати електротехнічну службу з числа осіб, які досягли 18-річного віку, які мають відповідну освіту, пройшли медичний огляд і не мають протипоказань;
- розробити і затвердити посадові інструкції працівників та інструкції з безпечного виконання робіт;

– забезпечити навчання і перевірку знань працівників, своєчасний огляд електроустановок та проведення профілактичних, протиаварійних та прийнятно-здавальних випробувань.

Для безпосереднього виконання функцій з організації експлуатації електроустановок призначається особа, відповідальна за електрогосподарство.

5.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат у робочій зоні визначає з одного боку характер виробничих процесів, з іншого – природні джерела теплоти і вологості, що дають ефект нагрівання або охолодження організму

Нормується мікроклімат на робочому місці розробника згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [53].

Робота проектувальника за енерговитратами відноситься до категорії I б [54]. Допустимі параметри мікроклімату для цієї категорії наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	40-60	0,1-0,3
Холодний	20-24	75	0,2

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату в приміщенні передбачено: централізована парова система опалення, система кондиціонування, систематичне (раз за зміну) вологе прибирання.

5.2.2. Склад повітря робочої зони

Для гігієнічної оцінки умов праці на робочих місцях з метою їх контролю на відповідність діючим санітарним правилам і нормам, гігієнічним нормативам та видачі відповідного гігієнічного висновку використовують такі документи:

– Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України від від 08.04.2014 № 248 [54];

– Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини, затверджений наказом МОЗ 20.06.2022 № 1054 [55];

В приміщенні, де здійснюється проектування одно-секційного житлового будинку можливими шкідливими речовинами у повітрі є вуглекислий газ, пил та озон. Джерелами цих речовин є офісна техніка. Пил потрапляє у приміщення ззовні. ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Вуглекислий газ	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	4

Параметри іонного складу повітря на робочому місці, повинні відповідати допустимим нормам (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см ³	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Забезпечення складу повітря робочої зони здійснюється за допомогою системи кондиціонування та вологого прибирання.

5.2.3 Виробниче освітлення

Правильно спроектоване і виконане виробниче освітлення покращує умови зорової роботи, знижує стомлюваність, сприяє підвищенню продуктивності

праці, благотворно впливає на виробниче середовище, надаючи позитивну психологічну дію на працюючу, підвищує безпеку праці і знижує травматизм.

Штучне освітлення в приміщенні здійснюється системою загального рівномірного освітлення. Природне освітлення здійснюється через вікна, орієнтовані переважно на північний схід.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні відповідно до [56] зазначені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Високої точності	0,3 -0,5	III	г	великий	світлий	700	300	5	2	3	1,2

Для забезпечення достатнього освітлення передбачені такі заходи:

1) для місцевого освітлення передбачені пересувні лампи на спеціальних шарнірах. Кріплення світильника передбачає можливість його переміщення у відповідності з індивідуальними особливостями працівника;

2) у полі зору працюючого з дисплеєм не повинні знаходитися вікна і освітлювальні прилади;

3) віконні отвори в приміщенні бути обладнані регульованими світлозахисними пристроями (жалюзі);

4) для забезпечення нормованих значень освітленості в приміщеннях з ПК необхідно проводити чистку вікон і світильників по необхідності, але не рідше двох разів на рік і своєчасну заміну перегорілих ламп.

5.2.4 Виробничий шум

Джерелами шуму під час проектування одно-секційного житлового будинку є: рух транспорту на вулиці, працююча техніка (ПК, принтер, сканер) та персонал, що знаходиться у приміщенні.

Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку відображені в ДСН 3.3.6.037-99 [59]. Допустимі рівні звукового тиску для виконання роботи наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного широкополосного шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення допустимих параметрів шуму доцільно забезпечити звукоізоляцію з вулиці (встановленням метало-пластикових вікон)

5.2.5. Виробничі випромінювання

У виробничих умовах випромінювання можуть бути небезпечним чи шкідливим виробничим чинником. На робочому місці, де здійснюється проектування одно-секційного житлового будинку наявне електромагнітне випромінювання. Усі електромагнітні поля та випромінювання діляться на природні та антропогенні. Антропогенні випромінювання. Під систематичним впливом ЕМП та випромінювань спостерігаються загальна слабкість, підвищена втома, пітливість, сонливість, а також розлад сну, головний біль, біль в ділянці серця. Виникає ряд симптомів, які є свідченням порушення роботи окремих органів -шлунку, печінки, селезінки, підшлункової та інших залоз.

Гранично допустимі значення характеристик ЕМП для умов праці, в яких знаходиться проектувальник, вказана в таблиці 5.6

Таблиця 5.6 - Гранично допустимі значення характеристик ЕМП

Найменування параметрів	Допустиме Значення
Напруженість електромагнітного поля по електричній складовій на відстані 50 см від поверхні відеомонітора	10 В / м
Напруженість електромагнітного поля по магнітній складовій на відстані 50 см від поверхні відеомонітора	0,3 А / м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати для дорослих користувачів	20 кВ / м
Напруженість електромагнітного поля на відстані 50 см навколо ВДТ по електричній складовій повинна бути не більше:	
в діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц;	25 В / м
в діапазоні частот 2 - 400 кГц	2,5 В / м
Щільність магнітного потоку повинна бути не більше:	
в діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц;	250нТл
в діапазоні частот 2 - 400 кГц	25 нТл
Поверхневий електростатичний потенціал не повинен перевищувати	500 В

Для забезпечення безпеки проектувальника необхідно дотримуватися вимог НПАОП 0.00-7.15-18 та встановленого режиму часу під час роботи з ПК.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Вивчення трудової діяльності передбачає визначення фізіологічного змісту праці (фізичне навантаження; нервова й емоційна напруженість; ритм, темп і монотонність роботи, обсяги інформації, яку одержують і переробляють). Ці дані дозволяють визначити навантаження на організм під час роботи і розробити раціональні режими праці та відпочинку, раціональну організацію робочого місця, провести професійний відбір і таким чином забезпечити оптимальну працездатність людини на протязі тривалого часу.

Оцінка психофізіологічних факторів під час проектування п одно-секційного житлового будинку здійснюється відповідно до Гігієнічної класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [54].

Робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни;

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

Зміст роботи – творча діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;

Сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій;

Розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

Зосередження (%за зміну) – до 5-75%;

Щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

Навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) – 4-6год.

Навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Режим праці:

Тривалість робочого дня – більше 8 год;

Змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.3.1 Оцінка радіаційного захисту в приміщенні першого поверху будівлі

Вплив радіації на організм людини. При вивченні дії випромінювання на організм людини встановлено такі особливості:

- навіть незначна кількість поглиненої енергії випромінювання спричинює глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії іонізуючого випромінювання;
- випромінювання має генетичний ефект;
- органи живого організму мають різну чутливість до випромінювання;
- окремі організми неоднаково реагують на опромінювання;
- опромінювання залежить від частоти, одноразове опромінювання у великій дозі спричинює більш глибокі зміни.

Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

Окремі радіоактивні речовини концентруються в різних внутрішніх органах. Елементи, які акумулюються в м'яких тканинах організму, легко виділяються. Джерела α -випромінювання (радій, уран, плутоній), β -випромінювання (стронцій, іпрітрій) і γ -випромінювання (цирконій) відкладаються в кістках у вигляді хімічно зв'язаних сполук з кістковою тканиною, тому важко виводяться з організму.

Деякі речовини харчових продуктів (пектинові, барвники) утворюють нерозчинні сполуки зі стронцієм, кобальтом, свинцем, кальцієм та іншими важкими металами, які не перетравлюються і виводяться з організму. Отже, ці

речовини виконують радіозахисну функцію. Тому пектин, а також пектиномісткі продукти (чорна смородина, агрус, полуниці та ін.), використовують у спеціальному харчуванні для виведення радіоактивних елементів з організму.

Первинним процесом дії радіоактивних речовин в організмі людини є іонізація. Збуджена при цьому енергія іонізуючого опромінювання передається на різні речовини організму людини. У разі дії на прості речовини (гази, метали та ін.) будь-яких змін фізико-хімічної природи у них не спостерігається. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони розпадаються (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини організму людини. Більш суттєву роль відіграє механізм непрямой дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

В організмі людини знаходиться 60-70% води. В результаті іонізації молекули води під впливом радіоактивних речовин утворюються вільні радикали гідроперекису (HO_2) і перекису (H_2O_2) водню, які як сильні окислювачі мають високу хімічну активність і вступають у реакції з білком, ферментами та іншими структурними елементами біологічної тканини, що призводить до зміни біологічних процесів в організмі. Внаслідок цього порушуються процеси обміну, пригнічується активність ферментних систем, затримується ріст тканин, виникають нові хімічні сполуки - токсини - сильні отрути. Все це призводить до порушення життєдіяльності окремих систем та організму в цілому. Патологічні процеси в організмі, у тому числі загибель клітин, ріст пухлин, пов'язують з хромосомними ураженнями соматичних клітин, причому рівень аутогенних ушкоджень хромосом зростає з віком людини.

5.3.2. Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення

Коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення, в якому перебуватимуть люди розраховуватимемо за формулою [12]

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M}$$

Основні характеристики

1. Зовнішні стіни цегляні (51 см), маса $1\text{ м}^2 - 976$ кг.
2. Внутрішні стіни цегляні (38 см), маса $1\text{ м}^2 - 608$ кг.
3. Внутрішні стіни цегляні (25 см), маса $1\text{ м}^2 - 400$ кг.
4. Внутрішні стіни цегляні (12 см), маса $1\text{ м}^2 - 192$ кг.
5. Площа віконних прорізів: ОК-1 – $2,58\text{ м}^2$; ОК-2 – $2,05\text{ м}^2$.
6. Площа дверних прорізів: ПР2, ПР3 – $1,65\text{ м}^2$; ПР4 – $1,87\text{ м}^2$.
7. Висота підвіконників – $0,9$ м;
8. Площа підлоги для розрахунку приміщення – $17,2\text{ м}^2$;
9. Висота приміщення – 3 м;
10. Ширина зараженої ділянки, що примикає до приміщення – 3 м;
11. Маса 1 м^2 перекриття – 290 кг/м^2 ;
12. Плоскі кути приміщення:

Кут $\alpha_1 = 126^\circ$. Проти кута розташовані:

- 3 стіни цегляні (12 см) площею 18 м^2 з прорізом площею $1,65\text{ м}^2$;
- 2 стіни цегляні (25 см) площею 18 м^2 ;
- стіна цегляна (38 см) площею 18 м^2 ;
- стіна цегляна (51 см) площею 18 м^2 .

Кут $\alpha_2 = 54^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна цегляна (51 см) площею $9,1\text{ м}^2$ з прорізом площею $2,58\text{ м}^2$;
- стіна цегляна (38 см) площею $9,1\text{ м}^2$ з прорізом площею $1,65\text{ м}^2$;
- стіна цегляна (12 см) площею $9,1\text{ м}^2$ з прорізом площею $1,65\text{ м}^2$.

Кут $\alpha_3 = 126^\circ$. Проти кута розташована:

- стіна цегляна (12 см) площею 18 м^2 ;
- стіна цегляна (51 см) площею 18 м^2 .

Кут $\alpha_4 = 54^\circ$. Проти кута розташована:

- стіна цегляна (51 см) площею $9,1\text{ м}^2$ з прорізом площею $2,58\text{ м}^2$.

1. Визначаємо сумарні маси 1 м^2 стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут $\alpha_1 = 126^\circ$.

Маса 1 м^2 3-х стін цегляних (12 см) площею 18 м^2 з прорізом площею $1,65 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,65}{18} = 0,09; \quad G_{\text{пр}} = 192(1 - 0,09) \times 3 = 524,2 \text{ (кг)}$$

Маса 1 м^2 2-х стін цегляних (25 см) площею 18 м^2

$$G_{\text{пр}} = 400 \times 2 = 800 \text{ (кг)}$$

Маса 1 м^2 стіни цегляної (38 см) площею 18 м^2

$$G_{\text{пр}} = 608 \text{ (кг)}$$

Маса 1 м^2 стіни цегляної (51 см) площею 18 м^2

$$G_{\text{пр}} = 976 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м^2 стін і перегородок плоского кута α_1

$$G_{\Sigma}^1 = 524,2 + 800 + 608 + 976 = 2908,2 \text{ (кг)}$$

Кут $\alpha_2 = 54^\circ$.

Маса 1 м^2 стіни цегляної (51 см) площею $9,1 \text{ м}^2$ з прорізом площею $2,58 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{2,58}{9,1} = 0,29; \quad G_{\text{пр}} = 976(1 - 0,29) = 692,9 \text{ (кг)}$$

Маса 1 м^2 стіни цегляної (38 см) площею $9,1 \text{ м}^2$ з прорізом площею $1,65 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,65}{9,1} = 0,18; \quad G_{\text{пр}} = 608(1 - 0,18) = 498,6 \text{ (кг)}$$

Маса 1 м^2 стіни цегляної (12 см) площею $9,1 \text{ м}^2$ з прорізом площею $1,65 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,65}{9,1} = 0,18; \quad G_{\text{пр}} = 192(1 - 0,18) = 157,4 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м^2 стін і перегородок плоского кута α_2

$$G_{\Sigma}^2 = 692,9 + 498,6 + 157,4 = 1348,9 \text{ (кг)}$$

Кут $\alpha_3 = 126^\circ$.

Маса 1 м² стіни цегляної (12 см) площею 18 м²

$$G_{\text{пр}} = 192 \text{ (кг)}$$

Маса 1 м² стіни цегляної (51 см) площею 18 м²

$$G_{\text{пр}} = 976 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м² стін плоского кута α_3

$$G_{\Sigma}^3 = 976 + 192 = 1168 \text{ (кг)}$$

Кут $\alpha_4 = 54^\circ$.

Маса 1 м² стіни цегляної (51 см) площею 9,1 м² з прорізом площею 2,58 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{2,58}{9,1} = 0,29, \quad G_{\text{пр}} = 976(1 - 0,29) = 692,9 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м² стін плоского кута α_4

$$G_{\Sigma}^4 = 692,9 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса стін і перегородок буде

$$G_{\Sigma}^1 = 2908,2 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^2 = 1348,9 \text{ (кг)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 1168 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^4 = 692,9 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса стін і перегородок проти першого, другого і третього кутів більша за 1000 кг/м², тому при визначенні коефіцієнта K_1 , що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами, їх не враховуватимемо

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 54} = 4$$

За мінімальною сумарною масою стін визначаємо коефіцієнт $K_{\text{ст}} = 114$

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання $K_{\text{ш}} = 0,47$ (висота приміщення складає 3 м).

Коефіцієнт K_0 , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги до вікон 0,9 м розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{II}} = 0,8 \frac{2,58}{17,2} = 0,12$$

де $S_0 = 2,58 \text{ м}^2$ – загальна площа зовнішніх віконних і дверних прорізів приміщення; $S_{II} = 17,2 \text{ м}^2$ – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в приміщенні, розташованому в житловій будівлі, від екранувальної дії сусідніх споруд $K_M = 0,55$.

Тоді

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1) K_M} =$$

$$= \frac{0,65 \times 114 \times 4}{(1 - 0,47)(0,12 \cdot 114 + 1) 0,55} = 69$$

Висновок

В розділі було проаналізовано умови праці робітників при виконанні робіт при влаштуванні фундаменту, запропоновані заходи покращання умов праці з дотриманням вимог нормативних документів по охороні праці. А також виконано розрахунок протирадіаційного захисту приміщення житлового будинку.

Проведені для приміщення першого поверху будівлі розрахунки показали, що коефіцієнт протирадіаційного захисту цього приміщення складає 69, тому дане приміщення може бути використане для тривалого перебування людей в умовах радіаційного забруднення, для чого необхідно забезпечити можливість його герметизації.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Визначення кошторисної вартості робіт

Кошторисна документація до магістерської кваліфікаційної роботи складена у відповідності до Наказу Мінрегіону «Про затвердження кошторисних норм України у будівництві» від 15.06.2021 № 156 [61].

Для вибору найдоцільнішого варіанту влаштування стрічкових фундаментів мілкового закладання розглянуто техніко-економічне порівняння варіантів:

Варіант 1 - влаштування стрічкових фундаментів мілкового закладання запропонованої технології і конструкції – з використанням в якості несучої конструкції зворотної засипки пазух траншей.

Варіант 2 - влаштування стрічкових фундаментів мілкового закладання відомої технології і конструкції з використанням ґрунтової подушки.

Порівняння технологічної послідовності виконуваних робіт при будівництві стрічкових фундаментів мілкового закладання за відомими і за пропонуваними технологіями представлено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Порівняння технологій будівництва стрічкових фундаментів

Найменування робіт	1 варіант	2 варіант
1. Розробка ґрунту котловану екскаватором	+	+
2. Улаштування ґрунтової подушки	-	+
3. Улаштування бетонної підготовки	+	+
4. Вкладання геосітки	+	-
5. Улаштування монолітного залізобетонного стрічкового фундаменту	+	+
6. Арматура для фундаменту:	+	+
7. Укладка блоків фундаменту	+	+
8. Кількість блоків фундаменту	+	+
9. Зворотна засипка пазух котловану	+	+
10. Ущільнення ґрунту в пазухах котловану	+	+

Аналіз таблиці показав, що застосування нових технологічних рішень при влаштуванні стрічкових фундаментів мілкового закладання, а саме, формування використання геосітки, призводить до збільшення кількості робіт на одну і змінює перелік операцій та об'ємів робіт.

З метою проведення аналізу зміни об'ємів виконання робіт, а також трудомісткості виконання робіт при влаштуванні стрічкових фундаментів мілкого закладання за відомими та новими технологіями, розглянемо стрічковий фундамент мілкого закладання з поперечним розрізом, показаним на рисунках (рис. 6.1, 6.2).

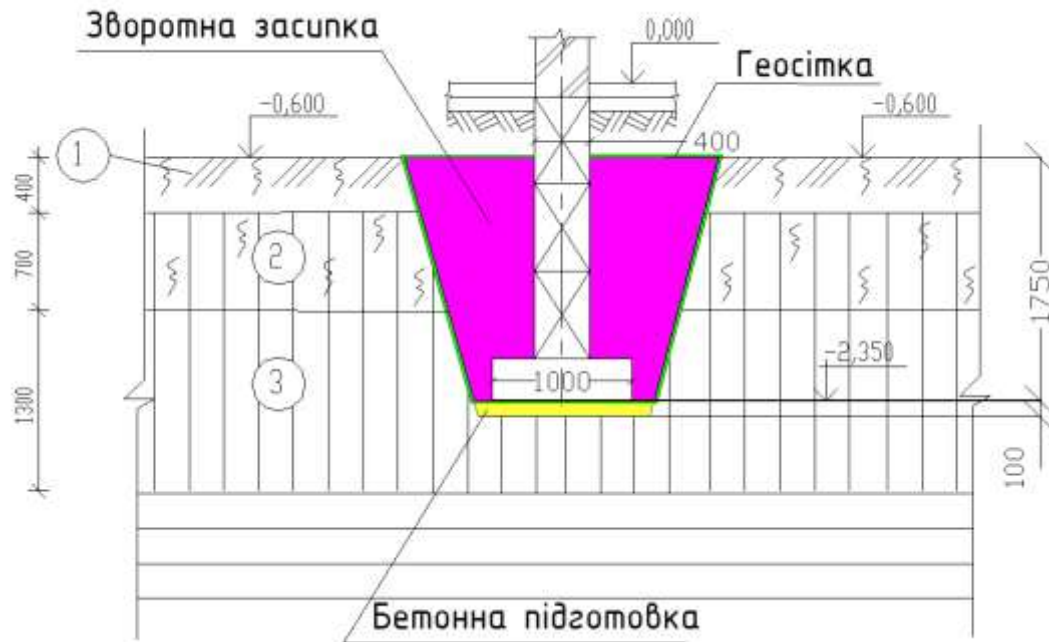


Рис. 6.1 Поперечний розріз фундаменту пропонованої конструкції

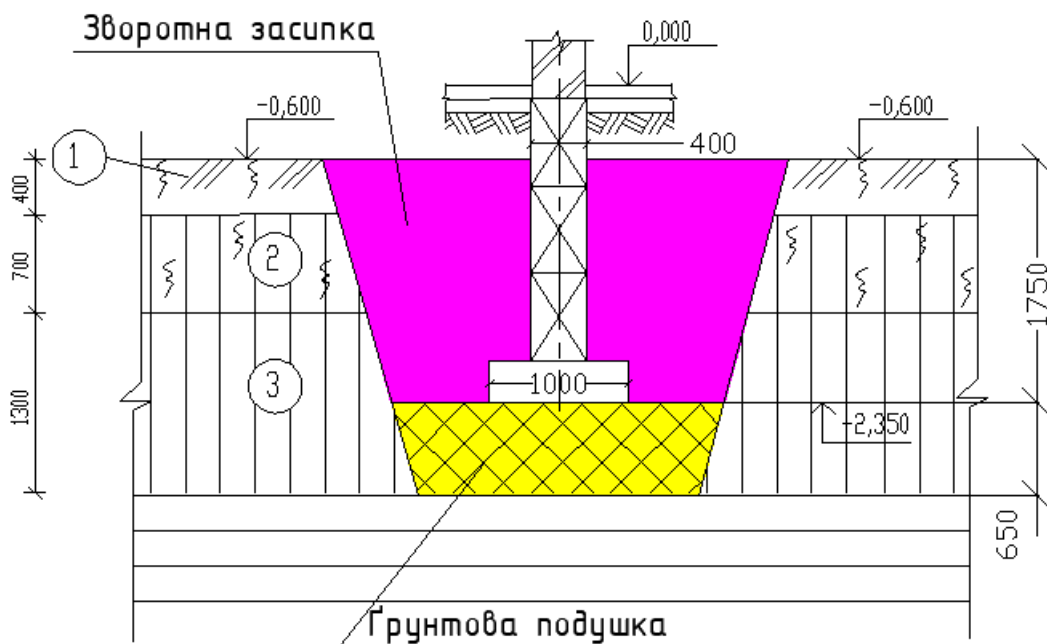


Рис. 6.2 Поперечний розріз фундаменту відомої конструкції

За заданим проектом розроблено відомість обсягів робіт (табл. 6.2).

Таблиця 6.2. - Відомість обсягів робіт

Найменування робіт	Одиниці вимірювання	Об'єм робіт	
		1 варіант	2 варіант
1. Розробка ґрунту котловану екскаватором	1000 м ³	0,474	1,0338
2. Улаштування ґрунтової подушки загальною товщиною 650 мм	м ³	-	207,86
3. Улаштування бетонної підготовки з бетону класу С7,5 товщиною 100 мм	м ³	11,19	11,19
4. Вкладання геосітки	м ²	1279	-
5. Улаштування монолітного залізобетонного стрічкового фундаменту з бетону класу С16/20 шириною 1,0 м	м ³	36,6	36,6
6. Арматура для фундаменту: Ø10 А400 С Ø6 А240 С	кг	485 141,23	485 141,23
7. Укладка блоків фундаменту масою до 1,38 т	шт.	200	200
8. Кількість блоків фундаменту	м ³	115	115
9. Зворотна засипка пазух котловану	м ³	300	651,75
10. Ущільнення ґрунту в пазухах котловану	м ³	300	651,75

Складений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК для кожного варіанту порівняння (таблиці 6.3-6.4).

Він розроблявся на основі обсягів робіт, визначених в складі проекту, методичних вказівок для визначення економічної ефективності витрат науково-дослідної частини в магістерських роботах студентів будівельних спеціальностей [63], ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи [64], збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції [65].

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітну плату будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість

влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

Для розрахунку загальновиробничі витрати групуються в три блоки:

- а) засоби на заробітну плату робітників;
- б) відрахування на соціальні заходи;
- в) інші статті загально-виробничих витрат.

Форма № 1

Житловий будинок

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на Варіант 1
Житловий будинок**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 170,855 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,854 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 17,784 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,3 розряд

Складений в поточних цінах станом на "11 грудня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
						на одиницю	всього				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,474	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	2947	75	<u>2870</u> 907	<u>9,38</u> 66,504	<u>4,45</u> 31,52
2	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,1119	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	7827	369	<u>212</u> 58	<u>195,75</u> 25,4989	<u>21,9</u> 2,85
3	ДА2-52-1	Армування зворотної засипки із використанням геотекстильного матеріалу	1000 м2	1,279	<u>8375,91</u> 44,35	<u>29,70</u> 5,40	10713	57	<u>38</u> 7	<u>2,4</u> 0,3135	<u>3,07</u> 0,4
4	ЕД6-50-19	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею понад 1 м2 до 2 м2 для улаштування фундаментів стрічкових, шириною, мм до 1000	100м3	0,4794	<u>7454,51</u> 3397,97	<u>209,69</u> 65,30	3574	1629	<u>101</u> 31	<u>177,07</u> 3,4884	<u>84,89</u> 1,67

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					12084 89,37 2890 170855				
		----- Всього по кошторису					170855				
		Кошторисна трудоємність, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					854 17784				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Житловий будинок

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-2
на Варіант 2
Житловий будинок**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 173,274 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 1,043 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 21,947 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "11 грудня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
						на одиницю	всього				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	1,0338	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	6428	163	<u>6259</u> 1977	<u>9,38</u> 66,504	<u>9,7</u> 68,75
2	E1-139-1	Улаштування ґрунтових подушок на осідаючих ґрунтах методом пошарового укочування	1000м3	0,20786	<u>20884,08</u> 49,20	<u>20800,68</u> 4392,20	4341	10	<u>4324</u> 913	<u>3,06</u> 211,1688	<u>0,64</u> 43,89
3	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,1119	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	7827	369	<u>212</u> 58	<u>195,75</u> 25,4989	<u>21,9</u> 2,85
4	ЕД6-50-19	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею понад 1 м2 до 2 м2 для улаштування фундаментів стрічкових, шириною, мм до 1000	100м3	0,48	<u>7454,51</u> 3397,97	<u>209,69</u> 65,30	3578	1631	<u>101</u> 31	<u>177,07</u> 3,4884	<u>84,99</u> 1,67

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн.					14683				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					106,16				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					3432				
		Всього будівельні роботи, грн.					173274				

		Всього по кошторису					173274				
		Кошторисна трудоємність, люд.год.					1043				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					21947				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Порівняння варіантів

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.	158,771	158,591
Кошторисна трудомісткість, люд.-год.	854	1043
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	17,784	21,947
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	12,084	14,683
Усього за кошторисом, тис. грн.	170,855	173,274
Економічний ефект, тис. грн.	2,419	

Висновок

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів улаштування стрічкових фундаментів мілкового закладання: Варіант 1 - улаштування стрічкового фундаменту мілкового закладання запропонованої конструкції і технології; Варіант 2 - улаштування стрічкового фундаменту мілкового закладання відомої технології влаштування.

Для кожного варіанту розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат.

Порівнюючи варіанти ми бачимо, що більш економічним є 1 варіант улаштування стрічкового фундаменту мілкового закладання запропонованої конструкції і технології. Кошторисна вартість становить – 170,855 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 854 люд-год., економічний ефект – 2,419 тис. грн.

В запропонованому варіанті при тому, що виникають додаткові витрати на влаштування армування зворотної засипки геосинтетичним матеріалом, спостерігається економія за рахунок зменшення об'ємів робіт та витрат праці на 13 – 24%. Покращується робота фундаменту під навантаженням.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних джерел показав необхідність проведення теоретичних і експериментальних досліджень процесу підсилення фундаментів мілкового закладання, розробки пропозицій по створенню нових конструкції та технологій.

2. Проведено аналіз методів оцінки деформацій будівель і споруд та досліджено основні причини, що викликають необхідність підсилення фундаментів

3. На базі лабораторії кафедри БМГА ВНТУ із застосуванням виготовленого стенду були проведені модельні випробування технології підсилення фундаментів мілкового закладання. Проведені лабораторні дослідження дозволили запропонувати нове конструктивне і технологічне рішення підсилення фундаментів мілкового закладання. Подано заявку для оформлення патенту на корисну модель.

4. Виконано технічні розрахунки основ та фундаментів та розроблено технологію підсилення фундаментів на прикладі об'єкту спального корпусу будинку відпочинку в місті Коблево, фундаменти якого в процесі експлуатації отримали надлишкові деформації.

5. Для визначення економічної ефективності пропозицій автора, виконано порівняння трьох можливих технологій підсилення.

6. Матеріали магістерської роботи рекомендується для використання в практиці будівництва та в навчальному процесі при підготовці студентів будівельників по дисциплінах «Технологія будівельного виробництва» і «Основи та фундаменти».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абелев М.Ю. Слабые водонасыщенные глинистые грунты как основания сооружений. Москва: Стройиздат, 1973. 228с.
2. Абелев М.Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. Москва: Стройиздат, 1983. 248с.
3. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Изд-во «Наука», Москва, 1976. 278с.
4. Абелев Ю.М., Крутов Б.И. Возведение зданий и сооружений на насыпных грунтах. Москва: Госстройиздат, 1962. 148 с.
5. Антонов В.М. Экспериментальные исследования армированных оснований. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. 80с.
6. Бай В.Ф. Экспериментальное исследование деформированного состояния основания из водонасыщенного суглинка, армированного гибким элементом / В.Ф. Бай та ін.; Известия вузов. Нефть и газ. Тюмень: 2008. №1. С.102-104.
7. Балган Б.Р., Попович М. М. «Підвищення несучої здатності фундаментів мілкового закладання» на конференції «Інноваційні технології в будівництві-2022»: зб. тез доп. наук. конф., Вінниця, 25-26 листопада. 2022 р. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/paper/view/16595>
8. Березанцев В.Г. Осесимметричная задача теории предельного равновесия сыпучей среды. Москва: Гостехтеориздат, 1952. 328с.
9. Бизиман О. Устройство сооружений из армированного грунта: Автореф. дис. канд. техн. наук: (05.23.02). Москва, 1985. 20с.
10. Герсеванов Н.М., Польшин Д.Е. Теоретические основы механики грунтов. Москва: Госстройиздат, 1948. 356с.
11. Голли А.В. Исследование сжимаемой толщи в связных грунтах под центрально загруженными штампами: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Голли Александр Валентинович. Ленинград, 1972. 20с.

12. Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А., Соломин В.И. Расчет конструкций на упругом основании. Москва: Стройиздат, 1984.

13. Гильман Я.Д., Ананьев В.П., Зурнаджи В.А. Фундаменты на песчаных подушках в лёссовых просадочных грунтах. Информационный листок треста Оргтехстрой. 1965. №17.

14. Глазер С.И., Школьник С.Ш. Расчёт песчаных подушек. Рукопись. Одесса. 1966.

15. ДСТУ Б В.2.1-4-96. Грунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості. Київ: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. 67с.

16. Гришина А.С., Попова И.Н. К вопросу определения активного давления обратной засыпки из фиброгрунта на подпорную стену. Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2019. № 3(10). С.18-23.

17. Гришина А.С., Смирнов Р.С., Пономарев А.Б. Оценка эффективности работы подпорной стены с обратной засыпкой из фиброармированного грунта по модельным испытаниям. Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (61). С.125–132.

18. Джоунс К.Д. Сооружения из армированного грунта / Пер. с англ. В.С. Забавина; под ред. В. Г. Мельника. Москва: Стройиздат, 1989. 280 с.

19. Далматов Б.И. Проектирование фундаментов зданий и подземных сооружений: Учеб. пособие: 3-е изд. Москва: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2006. 428с.

20. Игошева Л.А., Гришина А.С. Обзор основных методов укрепления грунтов основания. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2016. Т. 7, № 2. С. 5-21.

21. Ещенко О.А. Армогрунтовые насыпи и основания: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: (05.23.02). Санкт-Петербург, 1991. 21с.

22. Кашапова К.Р. Планирование модельных экспериментов по исследованию работы подпорных стен, армированных горизонтальными

геосинтетическими прослойками. Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2016. Т. 7, № 1. С. 30-38.

23. Кидакоев А. М. Основные принципы возведения грунтоармированного сооружения. Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2014. № 3. С. 243-252.

24. Клевеко В.И. Оценка напряженно-деформированного состояния армированных оснований в пылевато-глинистых грунтах: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: (05.23.02) Уфа, 2002. 17с.

25. Коновалов П.А. Распределительные свойства грунтов основания. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Сб. тр. НИИОСП. Москва: Стройиздат. 1970. №59. С.23-30.

26. Краев А.Н. Повышение несущей способности водонасыщенного глинистого основания за счёт внедрения песчаных армированных свай. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. Томск: 2008 №4. С.146-150.

27. Краев А.Н. Экспериментальные исследования влияния гибких армирующих элементов на деформированное состояние основания из водонасыщенного суглинка. Сборник Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири». Тюмень: 2007. С.147-150.

28. Кремнёв А.П. Исследование влияния армирования на деформируемость сильносжимаемых водонасыщенных грунтов: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: (05.23.02) Москва: 1993. 25с.

29. Кандауров И.И. Механика зернистых сред и её применение в строительстве. Ленинград: Стройиздат, 1966. 320с.

30. Офрихтер В.Г., Пономарев А.Б., Клевеко В.И., Решетникова К.В. Методы строительства армогрунтовых конструкций. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. 145 с.

31. Матвеев С.Н. Геосинтетика в дорожных конструкциях. Автомобильные дороги. 2004. № 8 (873). С.42-44.

32. Мангушев Р.А., Усманов Р.А., Ланько С. В., Конюшков В.В. Методы подготовки и устройства искусственных оснований. Москва –СПб. Изд-во АСВ, 2012. 280с.

33. Никифоров А.А. Методы усиления оснований и фундаментов, применяемые в инженерной реставрации. Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2003. №2. С.181-188.

34. Способ повышения несущей способности и устойчивости фундаментов на слабых водонасыщенных грунтах: пат. 2361979, МПК51 Е 02 D 27/08. 2009. Бюл. № 20.

35. Способ повышения несущей способности фундаментов на слабых водонасыщенных грунтах: пат. 2363814, МПК51 Е 02 D 27/08. 2009. Бюл. № 22.

36. Армированная песчаная подушка с криволинейной подошвой: пат. 2522268 РФ, МПК Е 02 D 27/00. 2014. Бюл. № 24.

37. Офрихтер В.Г., Пономарёв А.Б., Клевеко В.И., Решетникова К.В. Методы строительства армогрунтовых конструкций. Москва: Издательство АСВ, 2013. 152с.

38. Полуновский А.С. Применение нетканых синтетических материалов при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах. Москва: Оргтрансстрой, 1979. С.17-18.

39. Тажигулов А.А. Песчаные подушки с геотекстилем на слабых водонасыщенных глинистых грунтах: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: (05.23.02) Москва: 1993. 20с.

40. Татьянников Д.А. Совершенствование конструкции песчаной подушки, армированной горизонтальными геосинтетическими элементами, и ее расчет на слабом основании: автореф. дис. ... кандидата технических наук: 05.23.02. Пермь, 2019. 24 с.

41. Технологии производства базальтовых волокон. URL: <http://basaltm.com/tehnologii/technology-of-production-basalt-fiber.html> (дата обращения: 20.11.2022).

42. Хамдан Фуад Ахмед. Повышение несущей способности глинистых грунтов методом армирования базальтовым волокном: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: (05.23.02). Киев, 1990. 21с.

43. Alexiew, D. Geogitterbewehrte Damme auf pfahlähnlichen Elementen: Grundlagen und Projekte, Bautechnik 81, Heft 9, Ernst und Sohn, Berlin. 2004. S. 710-716.

44. Ahmad, F. Performance evaluation of silty sand reinforced with fibres / F. Ahmad, F. Bateni, M. Azmi. Geotextiles and Geomembranes. 2010. № 28. С. 93-99.

45. Claes Alén Random calculation models exemplified on slope stability analysis and ground-superstructure interaction. Department of Geotechnical Engineering Chalmers University of Technology S-412 96 Göteborg, Sweden.

46. Reithel, M. Grundlung einer Bahnstrecke af organischen Boden met Tragsaulen im Mixed-In_ Place_verfahren (MIP) und einem geokunststoffbewehrten Tragsaulen, M. Stadel, September, vol. 79, 2004.

47. Zaeske, D. Zur Wirkungsweise von unbewehrten und bewehrten mineralischen Tragschichten uber Pfahlartigen Grundungselementen. Schriftenreihe Geotechnik, Uni Kassel, Heft 10, Februar, 2001.

49. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv>

50. ДБН.В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. URL: <http://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/12/DBN-V2110-2018.pdf>

51. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». URL: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/32.1.%20ДБН%20В.1.1-7~2016.%20Пожежна%20безпека%20об'єктів%20будівни.pdf>

52. Правила улаштування електроустановок - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

53. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

54. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 248 від 08.04.2014. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>.

55. Про затвердження гігієнічного нормативу «Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини». Наказ МОЗ України від 20.06.2022 № 1054 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0910-22#Text>

56. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

57. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

58. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

59. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

60. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

61. Наказ Мінрегіону від 01.11.2021 № 281 «Про затвердження кошторисних норм України у будівництві». URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/koshtorysni-normy-ukrayiny/koshtorysni-normy-ukrayiny-z-vyznachennya-vartosti-budivnytva/>

62. Порядок застосування кошторисних норм та нормативів з ціноутворення при визначенні вартості будівництва

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiniOX3_z7AhWrBRAIHakiByAQFnoECDkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.minregion.gov.ua%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F05%2Fporyadok-zastosuvannya-koshtorysnyh-norm-ta-normatyviv-z-czinoutvorennya-pry-vyznachenni-vartosti-budivnycztva-1-2.docx&usg=AOvVaw0dGIVd4_ojyu1ki6XqmsAC

63. Методичні вказівки для визначення економічної ефективності витрат науково-дослідної частини в магістерських роботах студентів будівельних спеціальностей / Уклад. О. Г. Лялюк. - Вінниця: ВНТУ, 2011. - 41 с.

https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7810/Лялюк_МВ_для_визначення_економ_ефект_end.pdf?sequence=1&isAllowed=y

64. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1) <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/koshtorysni-normy-ukrayiny/koshtorysni-normy-ukrayiny-z-vyznachennya-vartosti-budivnycztva/koshtorysni-normy-ukrayiny-na-remontno-budivelni-roboty/zbirnyky-resursnyh-elementnyh-koshtorysnyh-norm-na-remontno-budivelni-roboty/attachment/zbirnyk-№1/>

65. Інформація про ціни на основні будівельні матеріали, вироби та конструкції в Україні <https://www.inproekt.kiev.ua/CO/Advice>

66. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2013. 128 с.

67. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 27 с. (Державні будівельні норми України).

68. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи: [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України, 2006. 59 с. (Державні будівельні норми України).

69. Маєвська І. В., Блащук Н. В., Попович М. М. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи здобувачами спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія". Вінниця: ВНТУ, 2022. 55 с.

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення несучої здатності стрічкового фундаменту мілкового закладання
Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

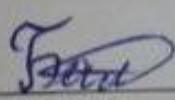
Оригінальність 100 % Схожість 0 %

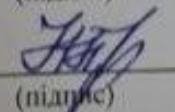
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Блащук Н.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи  Балган Б.Р.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи  Попович М.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток Б
Графічна частина
 +
Відомість графічної частини

№ Аркуша	Найменування	Примітки
1	Тема роботи	Плакат 1
2	Мета, задачі досліджень	Плакат 2
3	Класифікація методів посилення ґрунтової основи	Плакат 3
4	Класифікація методів посилення ґрунтової основи	Плакат 4
5	Ґрунтові подушки	Плакат 5
6	Ефективність ґрунтових подушок	Плакат 6
7	Типи геосинтетичних матеріалів залежно від виконуваних функцій	Плакат 7
8	Зразки геосинтетичних матеріалів	Плакат 8
9	Проведення модельного експерименту	Плакат 9
10	Загальний вигляд експериментальної установки	Плакат 10
11	Проведення випробувань	Плакат 11
12	Проведення випробувань	Плакат 12
13	Результати випробувань	Плакат 13
14	Результати досліджень (заявка на патент)	Плакат 14
15	Об'єкт проектування	Плакат 15
16	Об'єкт проектування	Плакат 16
17	Технологічна карта	Плакат 17
18	Порівняння технологій влаштування фундаментів	Плакат 18
19	Загальні висновки	Плакат 19



Магістерська кваліфікаційна робота

**ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ
ЗДАТНОСТІ СТРІЧКОВОГО
ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО
ЗАКЛАДАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. *Попович М.М.*
ст. гр. Б-21м *Балган Б.Р.*

Мета магістерської кваліфікаційної роботи

Вивчення характеру роботи конструкції стрічкового фундаменту мілкового закладання з армованим геосинтетичними елементами зворотнім засипанням та розробка технології влаштування фундаментів на слабкій основі

Задачі дослідження

- Провести аналіз нормативно-технічної літератури з питань покращення/заміщення слабких ґрунтів, обґрунтувати раціональність застосування ґрунтових зворотних засипок, армованих геосинтетичними елементами.
- Експериментально дослідити вплив механічних характеристик геосинтетичних матеріалів на роботу армованих ґрунтових зворотних засипок.
- Розробити ефективну конструкцію стрічкового фундаменту мілкового закладання з підвищеною несучою здатністю.
- Експериментально дослідити взаємодію зворотної засипки, армованої геосинтетичними елементами, з ґрунтом основи та підтвердити ефективність застосування запропонованої конструкції

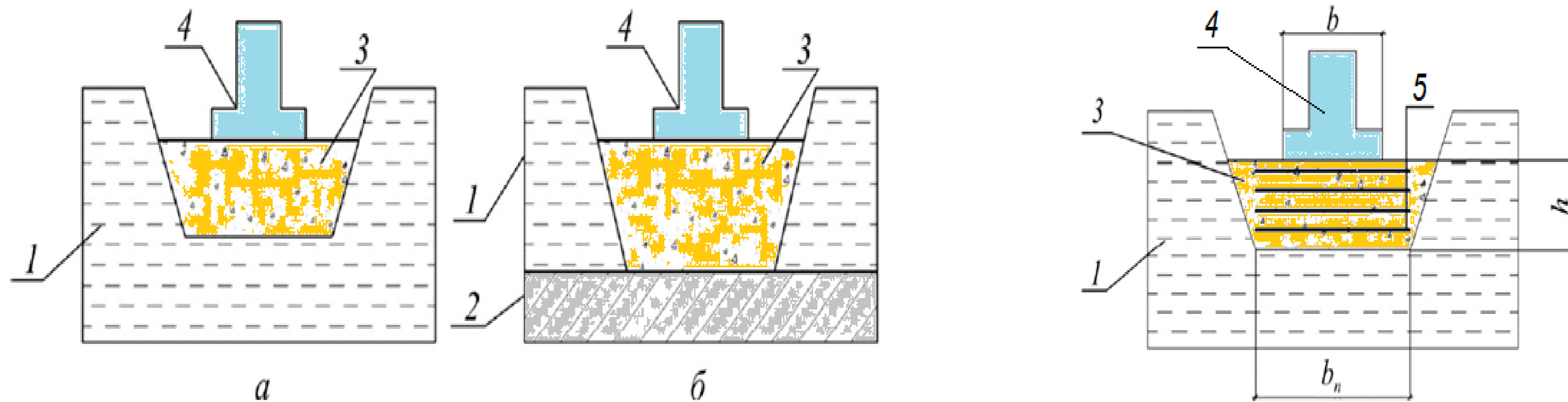
Класифікація методів посилення ґрунтової основи

Категорія	Метод	Принцип
Використанням штучних включень	Віброзаміщення або кам'яні колони	У цьому методі гранульований матеріал поміщається в свердловину, створену вібратором, і ущільнюється подібним вібратором для формування жорсткої колони
	Колони, обгорнуті геотекстилем	Технологія являє собою забиття або віброзанурення сталевий обсадної труби діаметром 80 см у несучий ґрунт, далі занурення безшовної циліндричної замкнутої знизу геотекстильної «шкарпетки». Після слід заповнити її піском для формування піщаної колони
	Жорсткі включення	Метод жорстких включень відноситься до використання напівжорстких чи жорстких об'єднаних колон або масивів у слабкому ґрунті в загальному сенсі для поліпшення несучої здатності ґрунту і зменшуючи осідання
	Армування ґрунту	Використання паль, жорстких або напівжорстких колон / включень із геосинтетичних поясів призводить до підвищення несучої здатності

Класифікація методів посилення ґрунтової основи

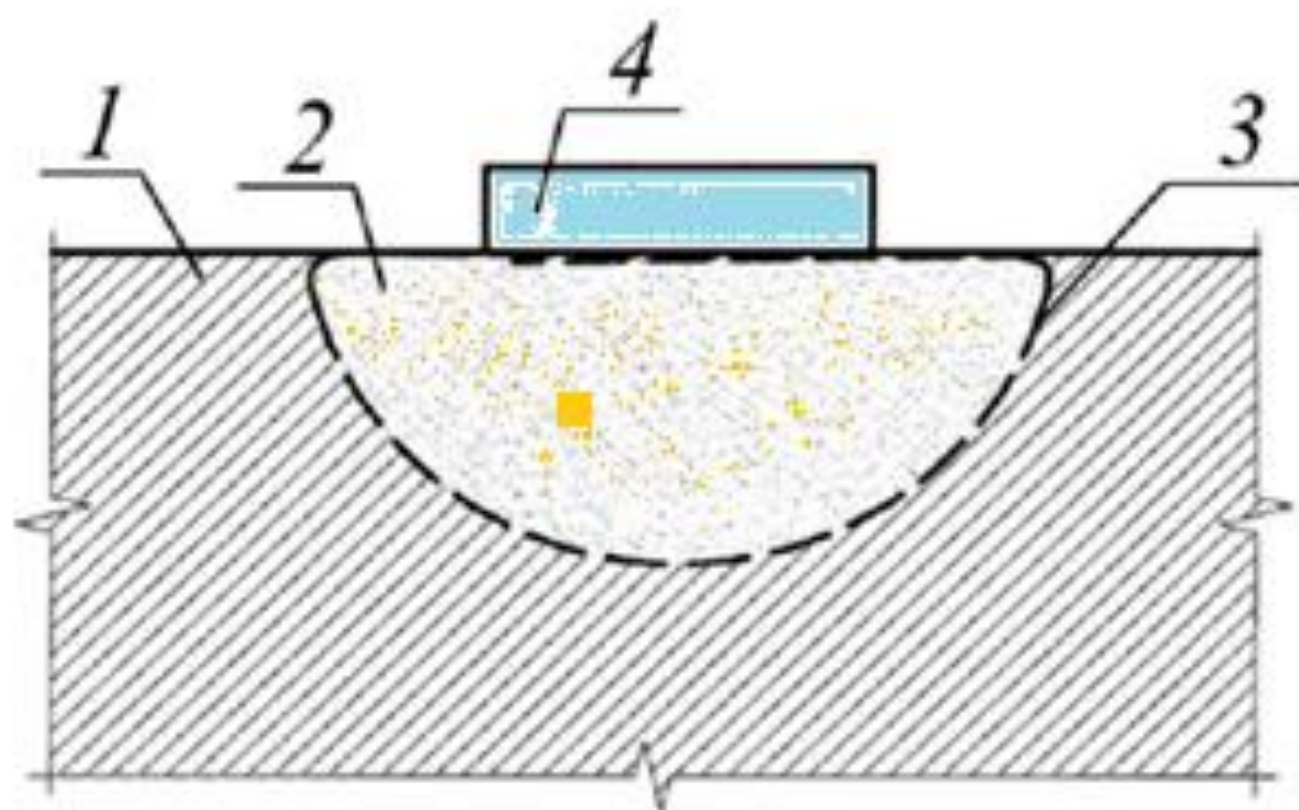
Категорія	Метод	Принцип
Застосування розчинного методу	Струменева цементация	Полягає у бурінні свердловини стрижнем невеликого діаметру, як правило, 90-130 мм, а потім в ін'єктуванні рідини під високому тиску при обертанні та вийманні стрижня; спрямований на руйнування і заміщення ґрунту або змішування його з цементним розчином під високим тиском
	Хімічне закріплення	Хімічне закріплення визначається будь-яким ін'єкційним матеріалом, що знаходиться в стані чистого розчину, без частинок у суспензії
	Ін'єктування	Принцип полягає в ін'єктуванні достатнього об'єму розчину в ґрунт, щоб компенсувати рух у ґрунті, викликаний розкопками, так що осідання ґрунту чи будівлі зведені до мінімуму. Ін'єктування може бути руйнівним, проникаючим та ущільнюючим

Ґрунтові подушки



Приклад піщаної подушки:

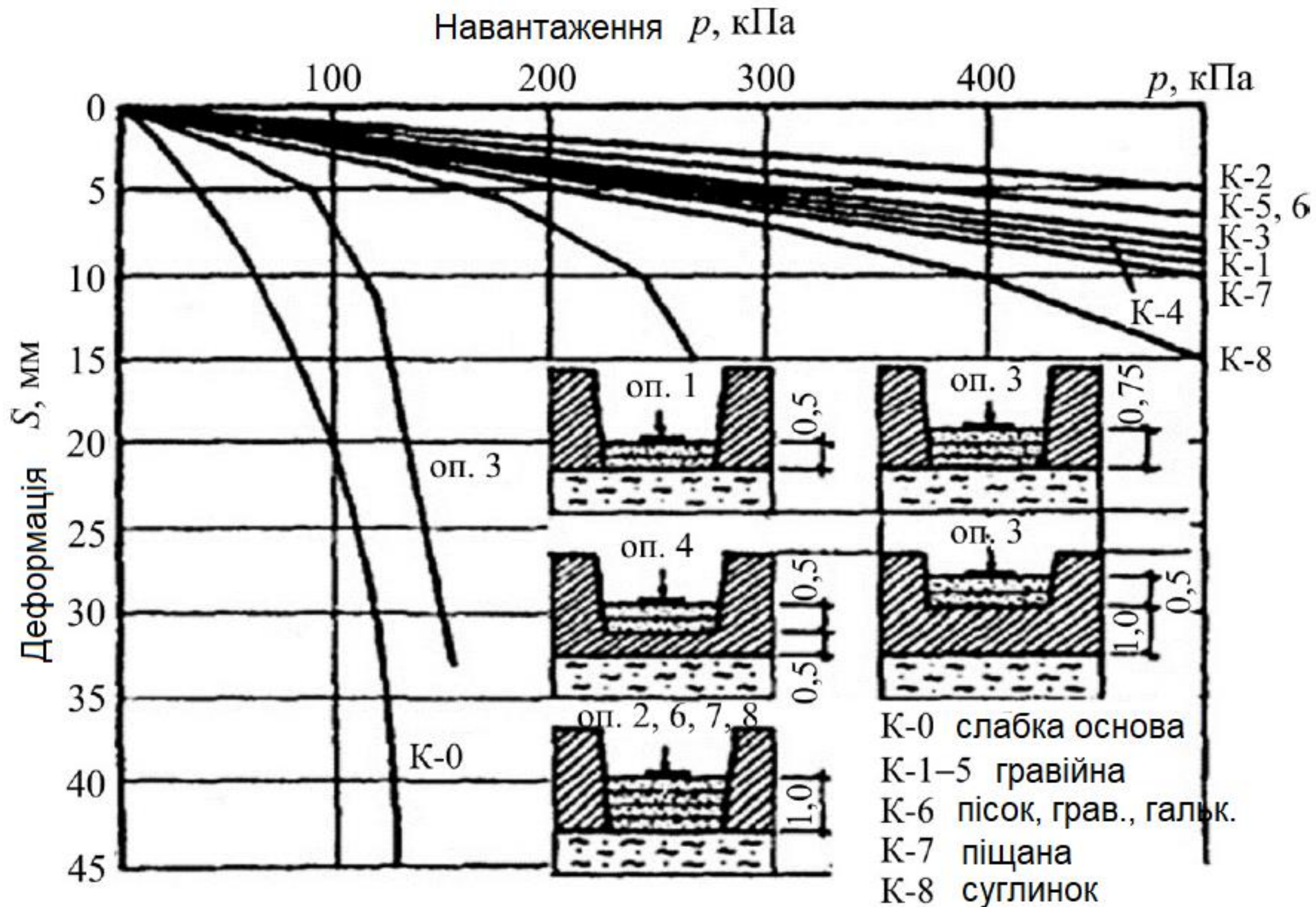
a – висяча (плаваюча); *б* - оперта (з посадкою на мінеральне дно);
 1 – шар слабого ґрунту; 2 – шар малостисливого ґрунту; 3 – ґрунтова подушка;
 4 – фундамент; 5 – армуючі елементи; b – ширина підшови фундаменту; b_n – ширина піщаної подушки; h – висота піщаної подушки



Армована по контуру фундаментна подушка:

1 – слабкий ґрунт; 2 – тіло подушки; 3 – тканий геотекстиль; 4 – фундамент

Ефективність ґрунтових подушок



Експериментальні залежності осідання від навантаження для різних типів високоуцільнених ґрунтових подушок з дослідів Р. А. Усманова

Типи геосинтетичних матеріалів залежно від виконуваних функцій

Тип	Виконувана функція				
	розділення	армування	фільтрація	дренаж	гідроізоляція
Геотекстиль	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Не використовує.
Георешітки	Додаткова	Основна	Не використовує.	Не використовує.	Не використовує.
Геосітки	Додаткова	Не використов.	Не використовує.	Основна	Не використовує.
Геомембрани	Додаткова	Не використов.	Не використовує.	Не використовує.	Основна
Геокомпозити	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова	Основна і додаткова

Зразки геосинтетичних матеріалів

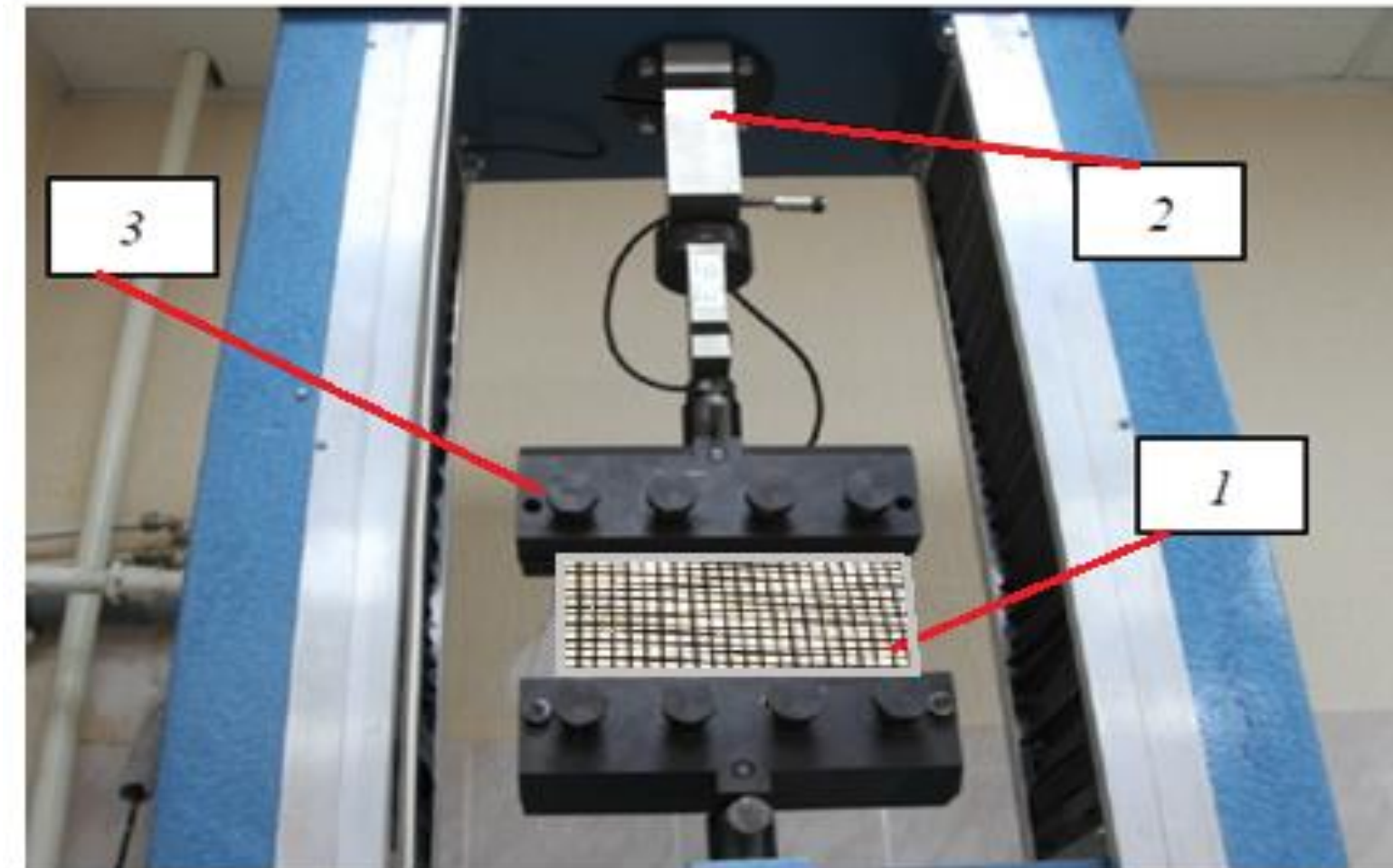


а



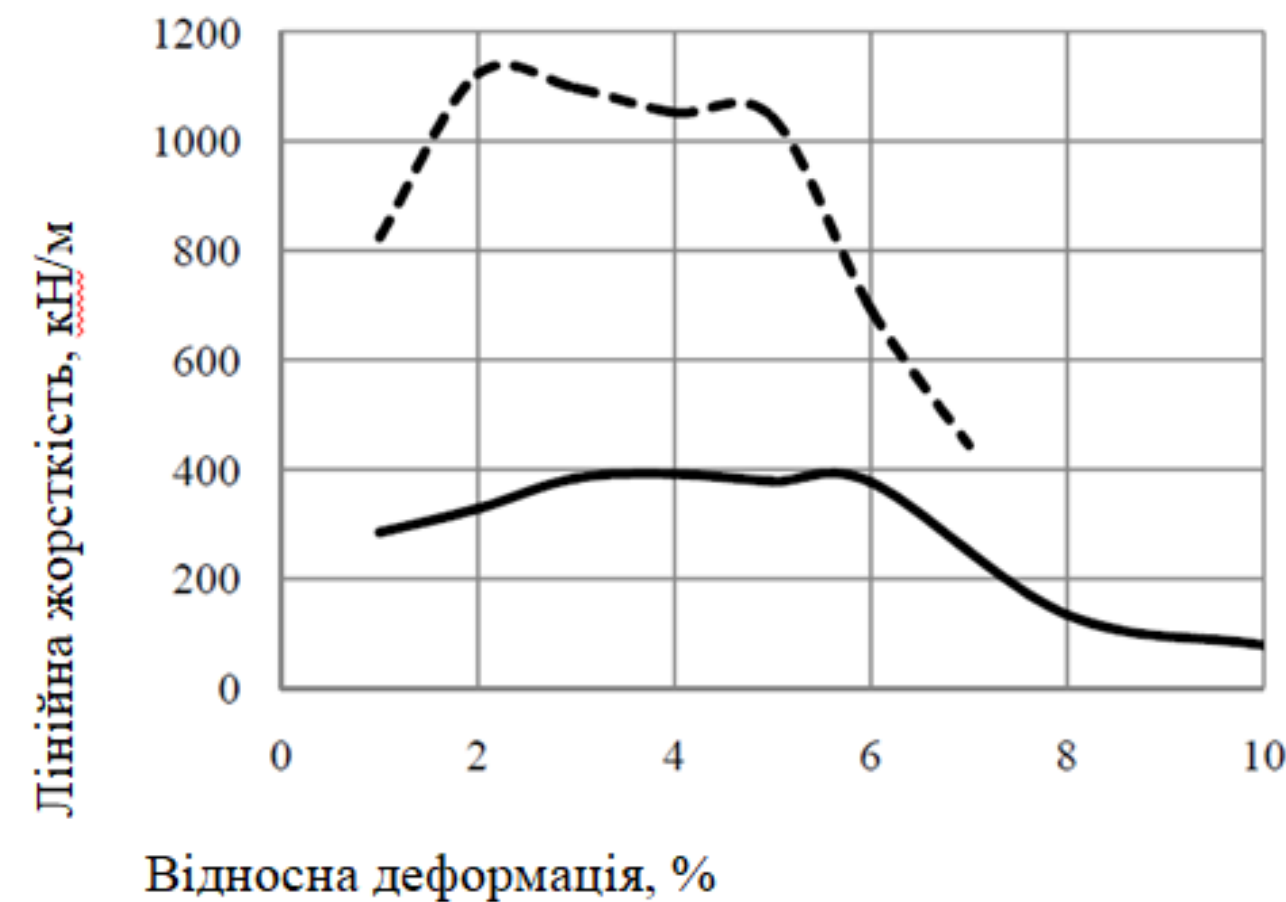
б

а – георешітка Secugrid;
б – геотекстиль ТН-50

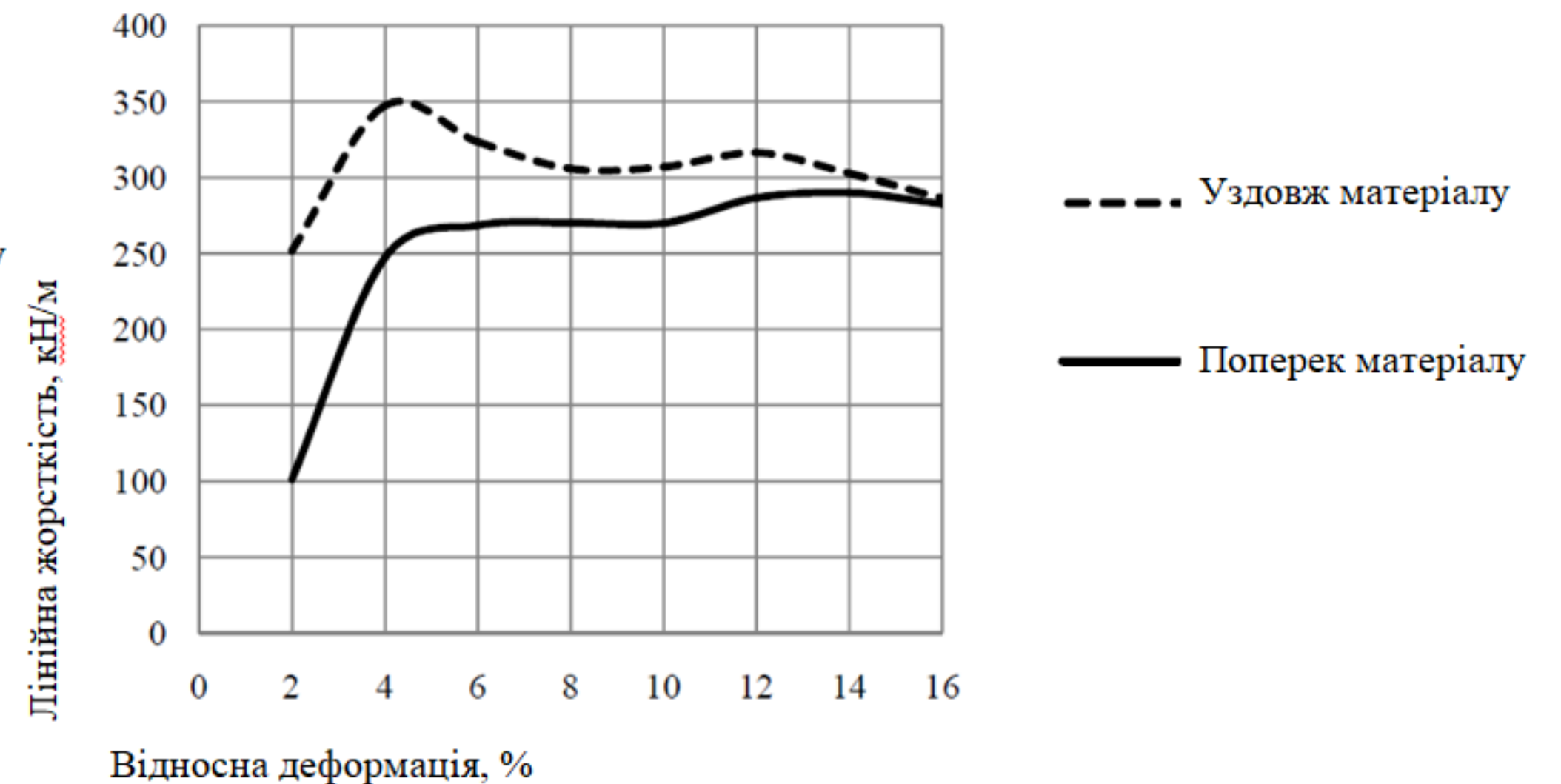


Процес випробування:

1 – зразок геосинтетичного матеріалу;
2 – система навантаження; 3 – затискач

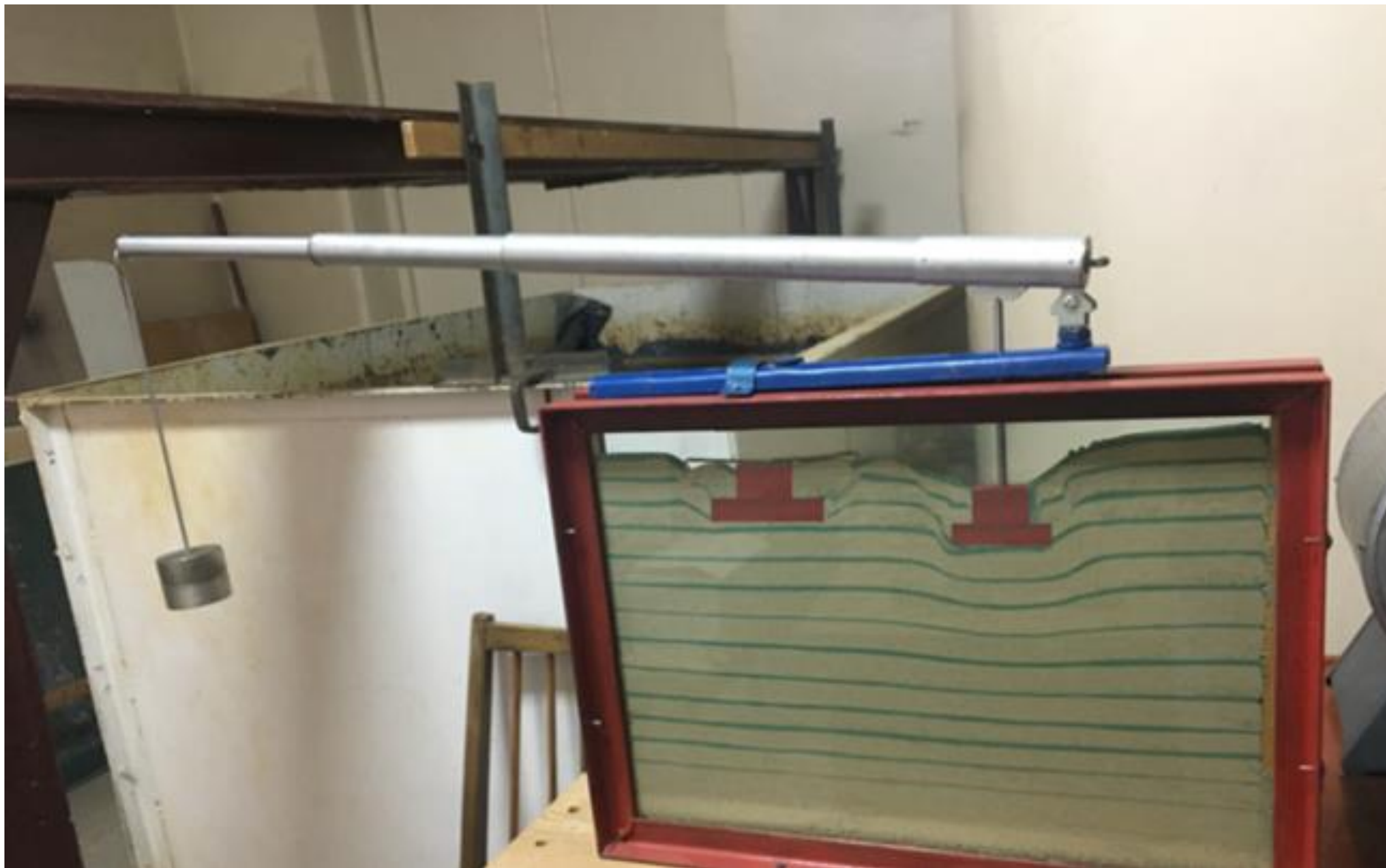


Графік залежності «відносна деформація – лінійна жорсткість» вздовж і поперек матеріалу георешітки

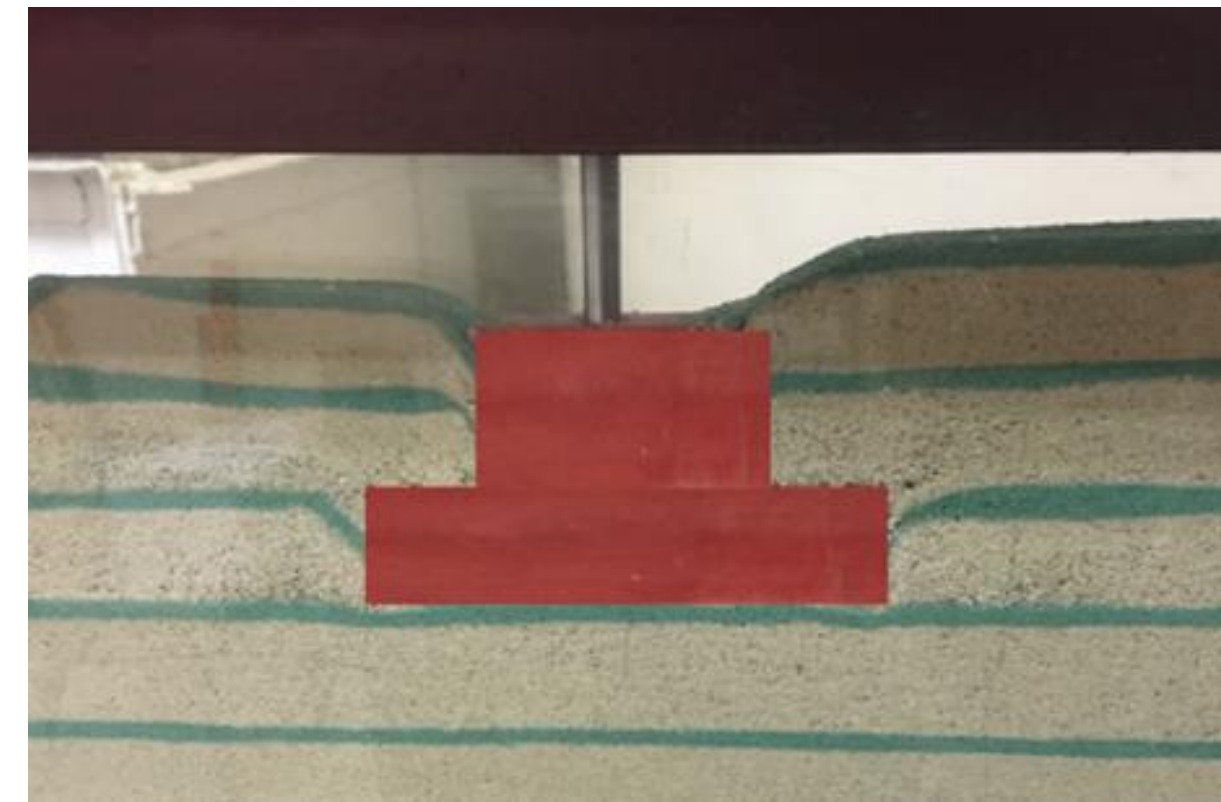
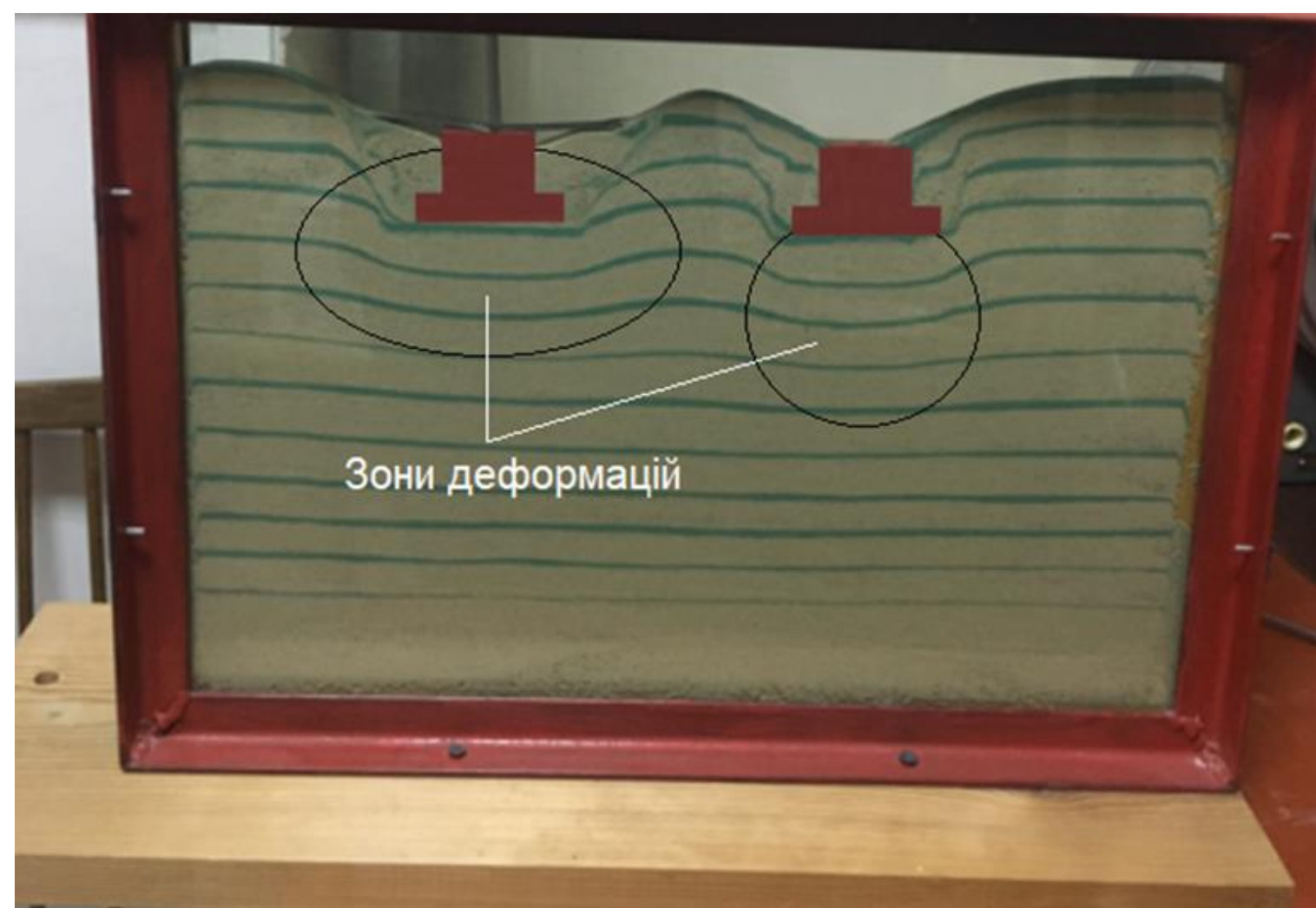


Графік залежності «відносна деформація – лінійна жорсткість» вздовж і поперек матеріалу тканого геотекстилю

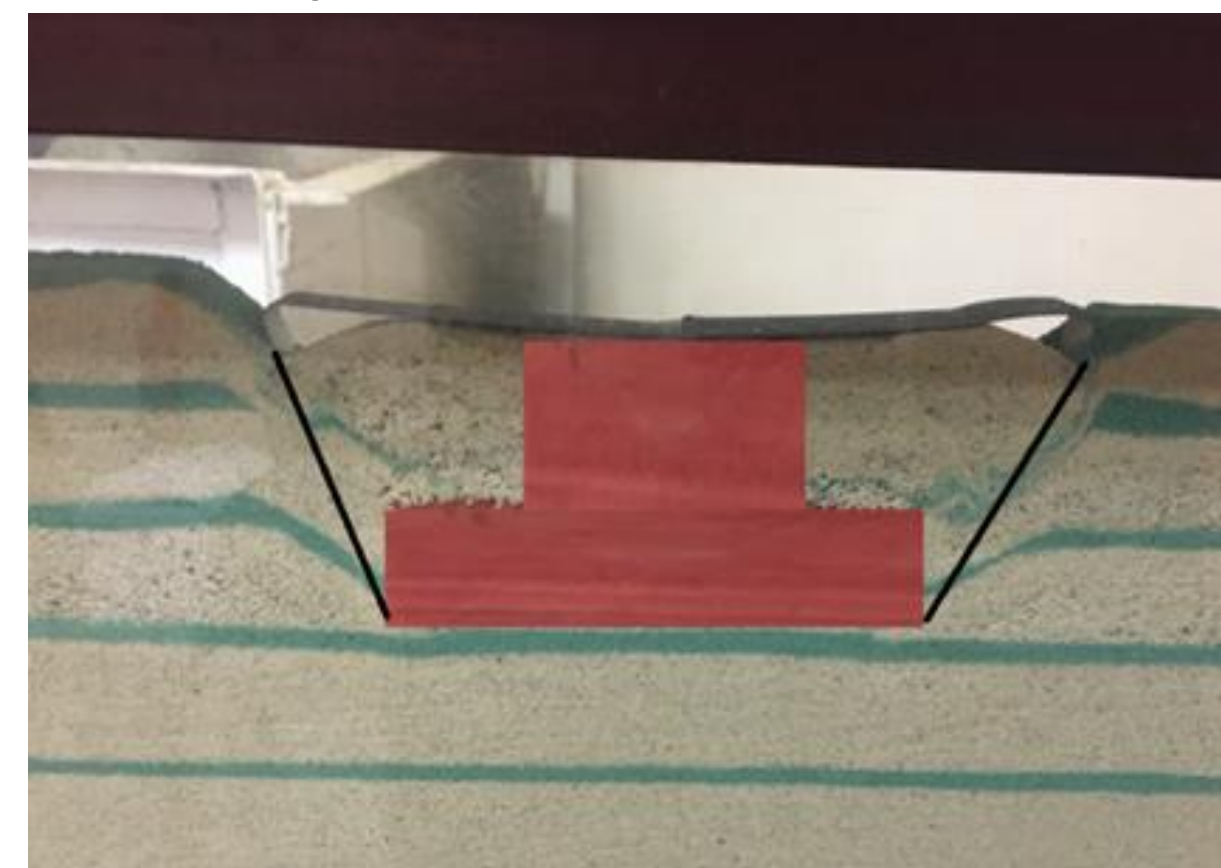
ПРОВЕДЕННЯ МОДЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ



Випробування моделі
фундаменту



Без армування зворотної засипки



З армуванням зворотної засипки

Характер деформацій ґрунту
навколо моделей фундаментів

Загальний вигляд експериментальної установки



1 – силові кутники 50×50, 2 – лоток з піском, 3 – рама для кріплення прогиномірів,
4 – стінка лотка, 5 – модель стрічкового фундаменту, 6 – модель стрічкового
фундаменту, 7 – індикатор годинникового типу ИЧ-10

ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ



Розробка траншеї



Встановлення
фундаменту



Зворотна
засипка



Пошарове ущільнення



Готовий фундамент

Послідовність влаштування ФМЗ за відомою технологією



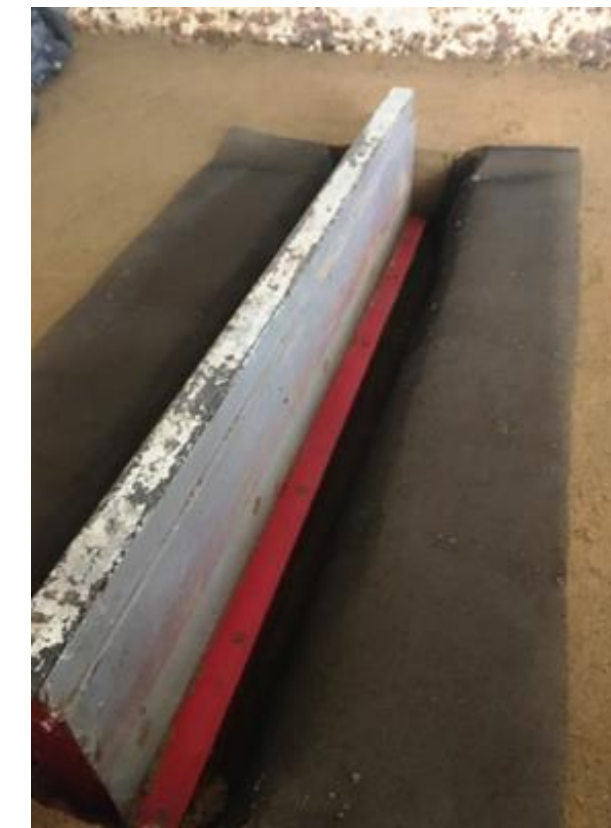
Розробка траншеї



Вкладання армосітки



Розстилення армосітки
По профілю траншеї



Встановлення
фундаменту



Зворотна засипка
з пошаровим ущільненням



Встановлення жорсткого
верхнього шару

Послідовність влаштування ФМЗ за пропонованою технологією

ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ



Процес випробування
та контроль навантаження і осідання

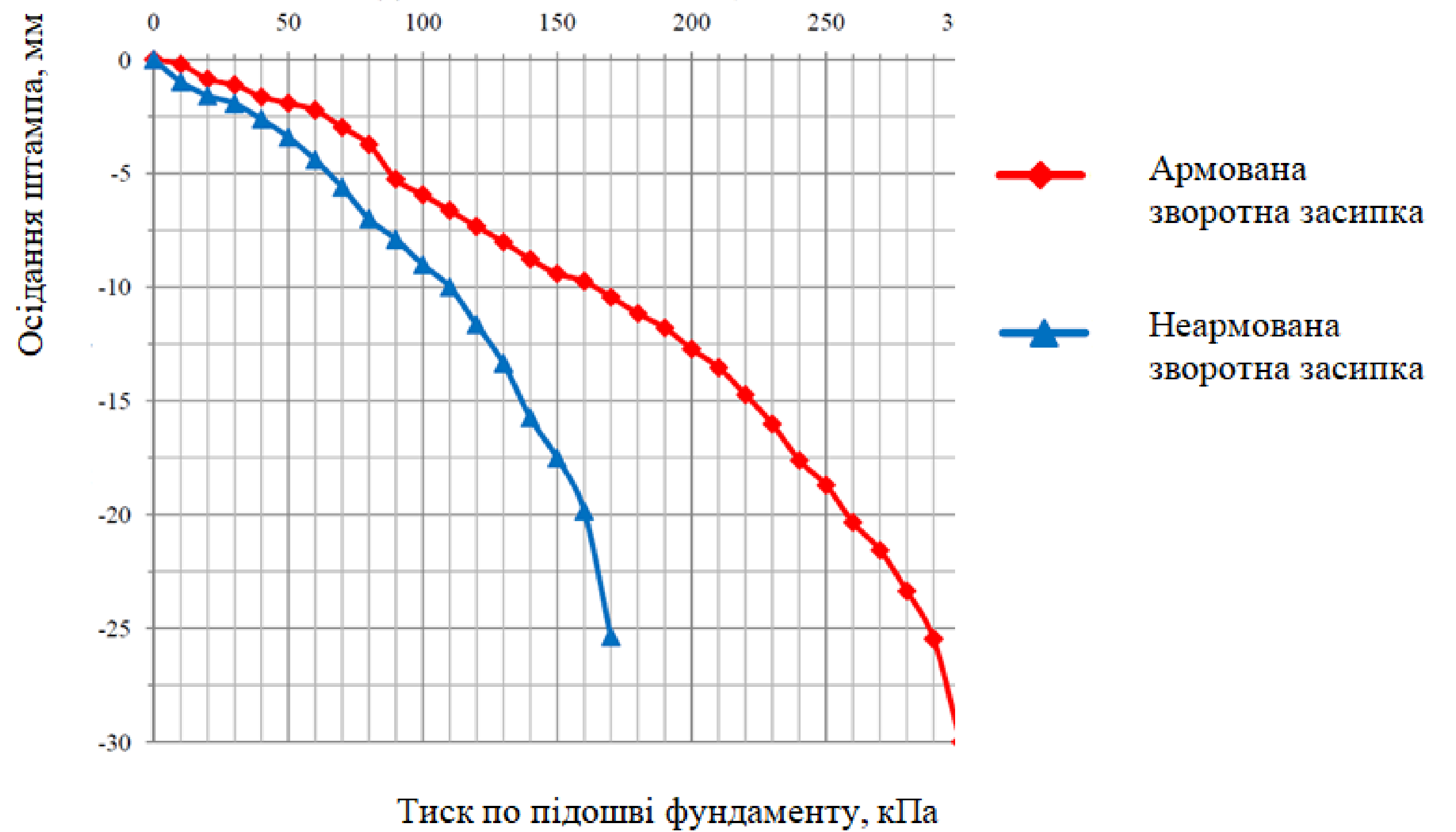
Результат деформації ґрунту



Результати ВИПРОБУВАНЬ



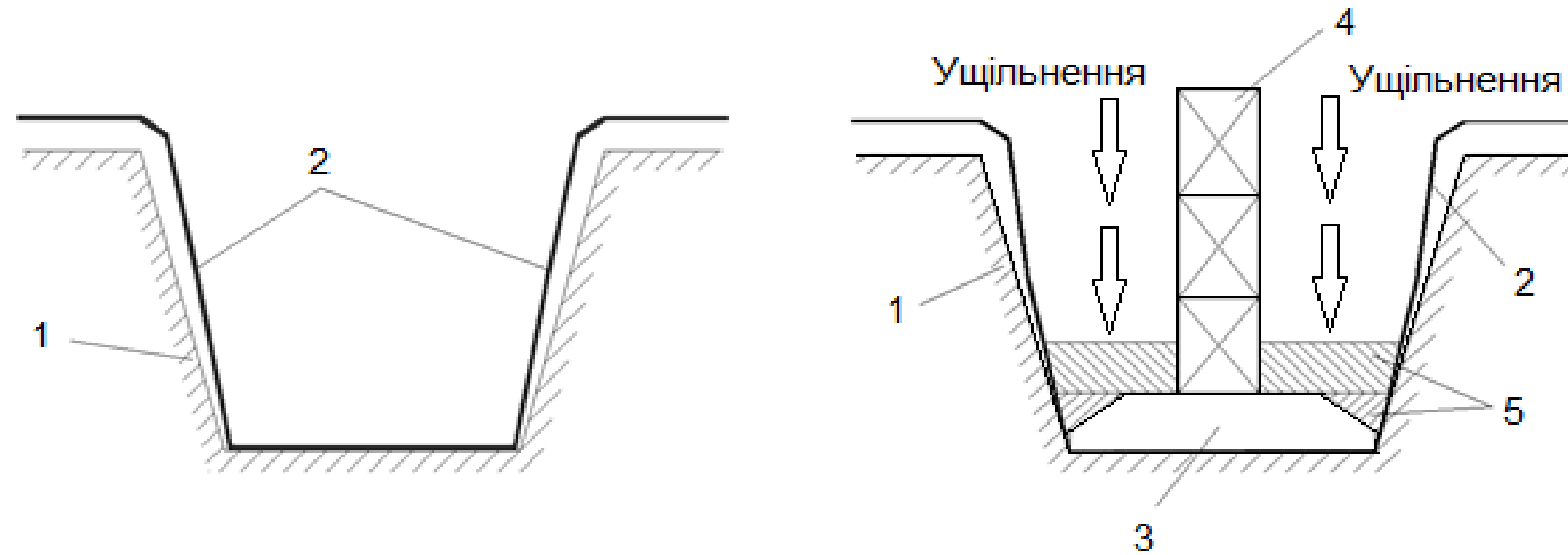
Графіки осідання моделей фундаментів



Графіки залежності «осідання-тиск по підшві штампa» для різних схем проведення випробувань

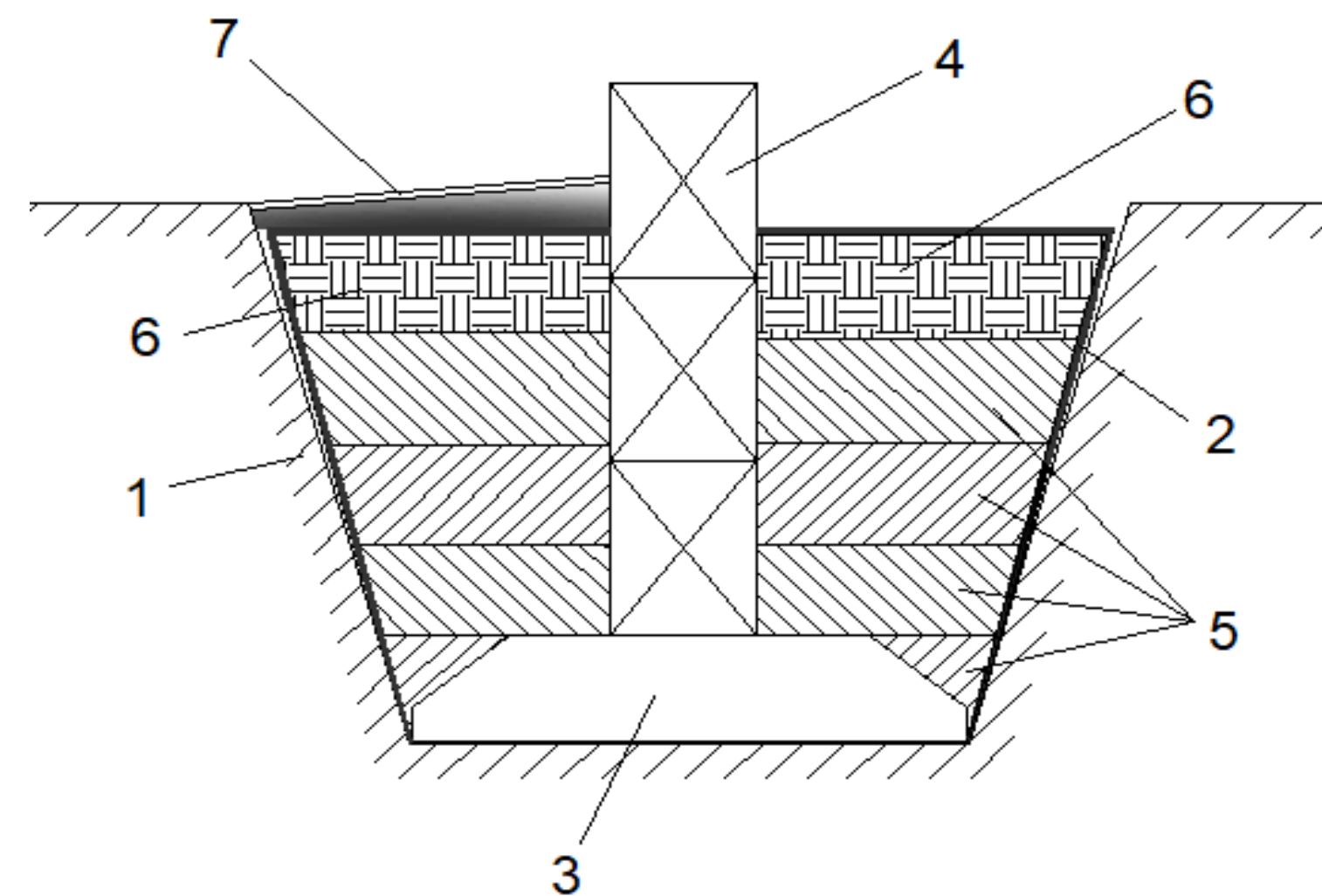
Робота армованої ґрунтової засипки разом з фундаментом під навантаженням

Результати досліджень (заявка на патент)



Фіг.1

Фіг. 2



Фіг. 3

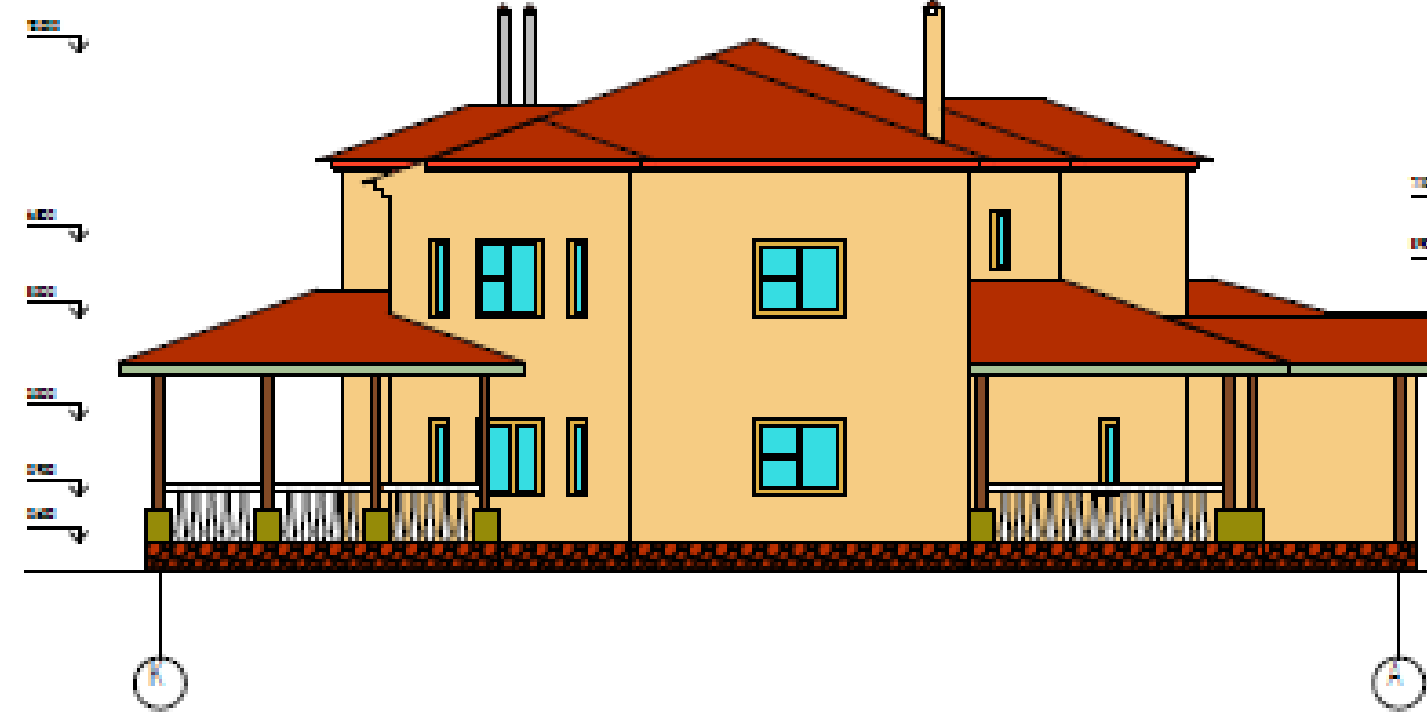
Спосіб підвищення несучої здатності фундаментів

08-08.МКР.002 - АР

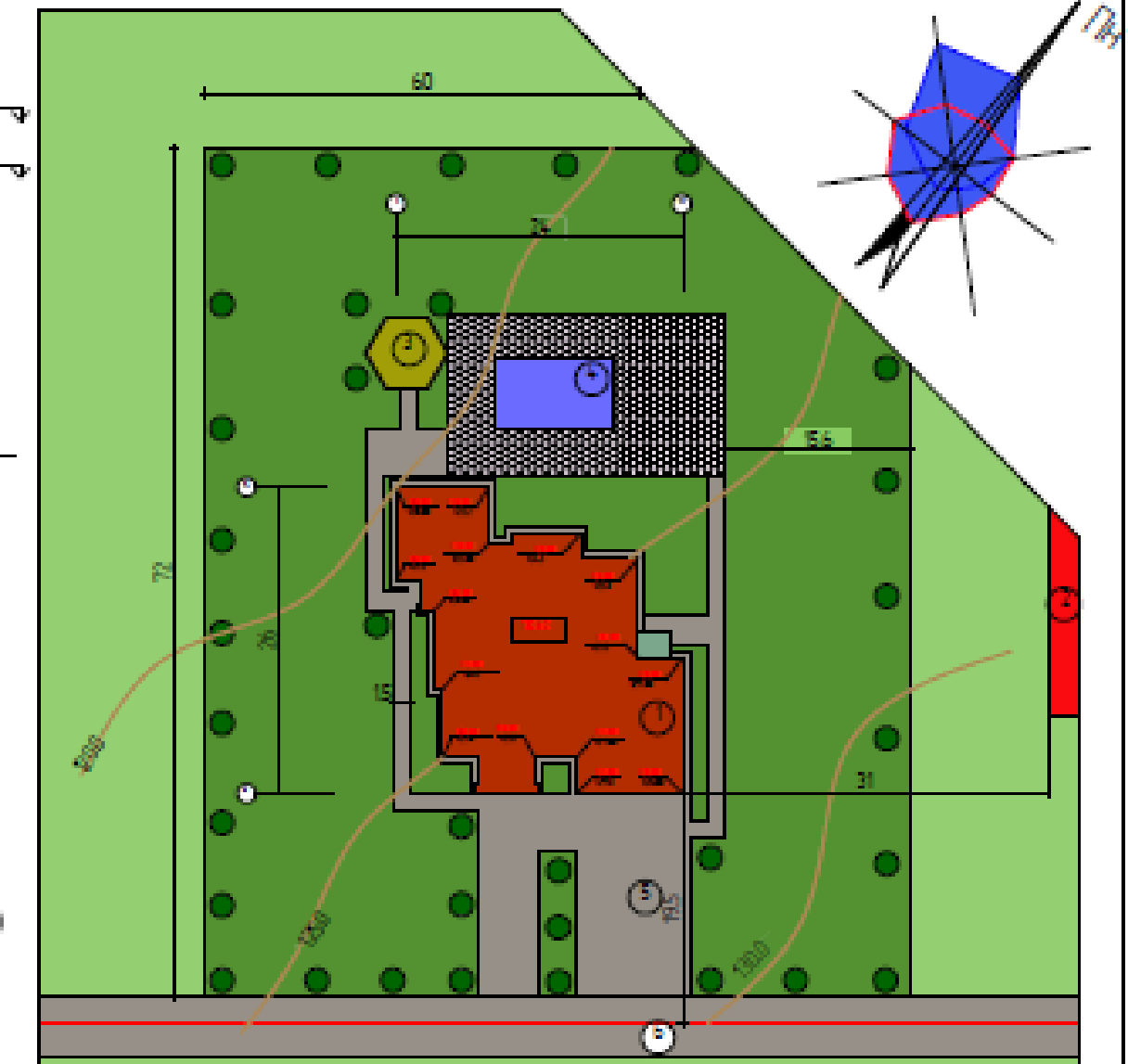
Фасад 1 - 11



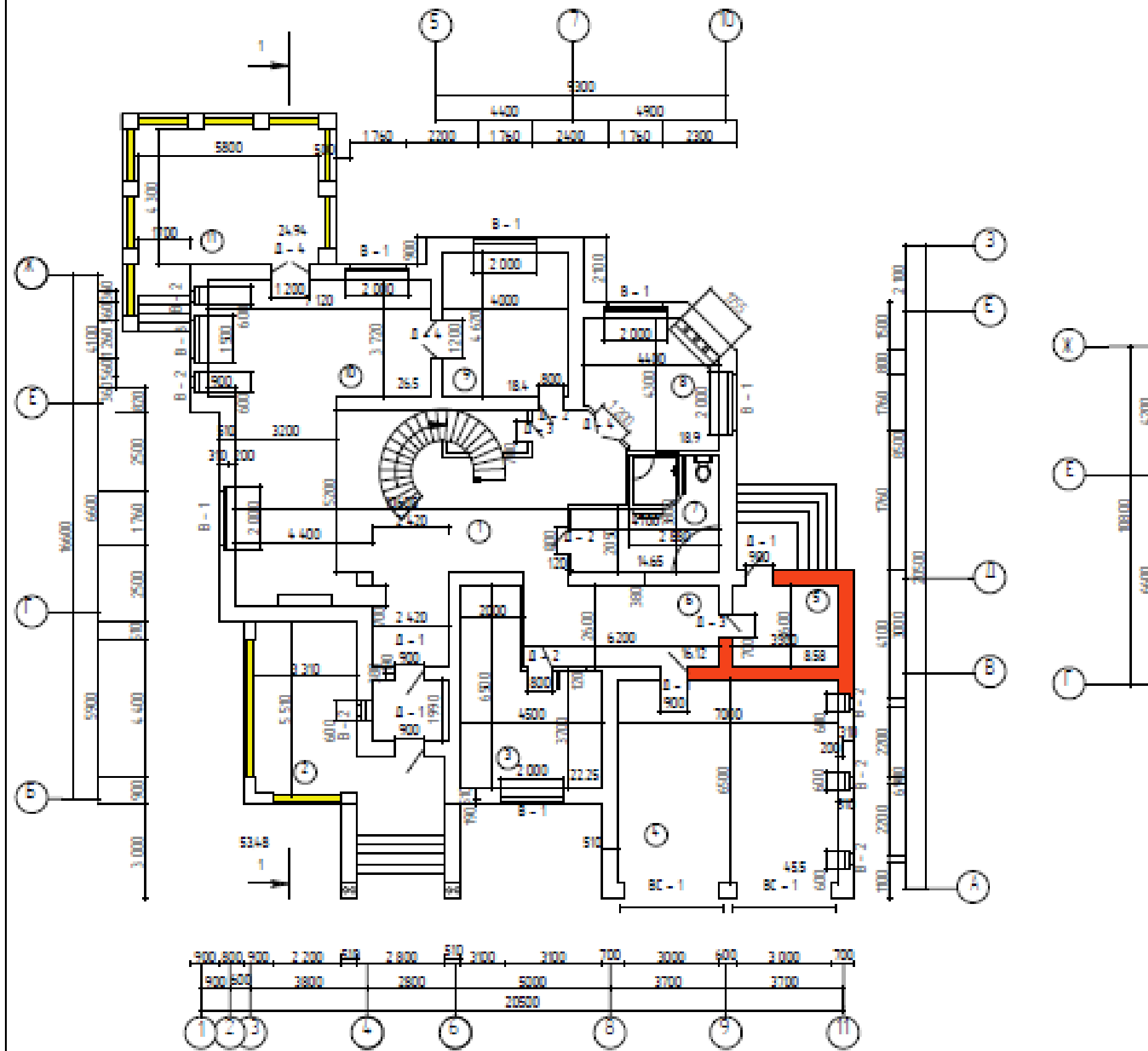
Фасад К - А



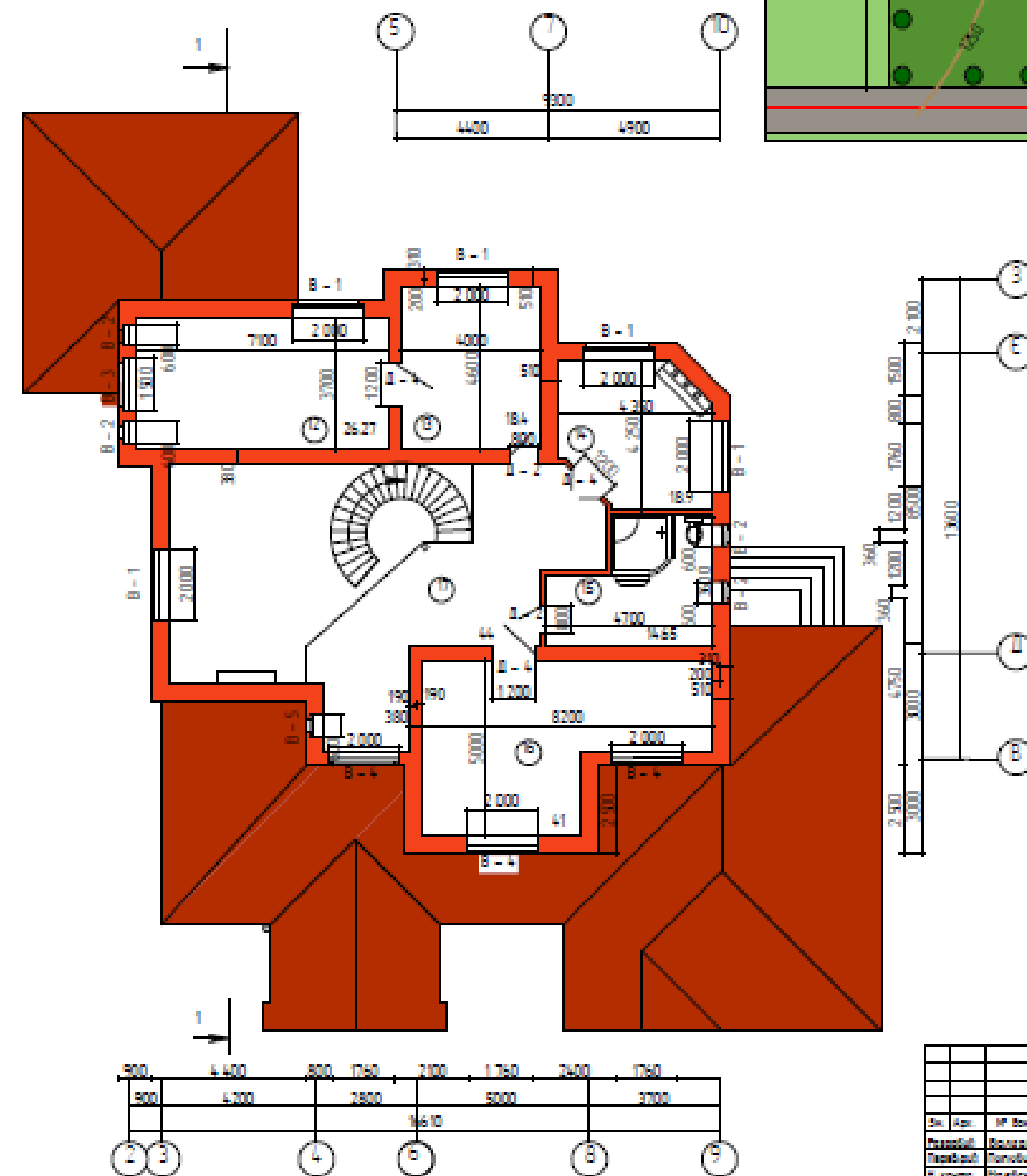
Генеральний план



План першого поверху



План другого поверху



Експлікація генплана

№ п/п	Назва
1	Покриття будівлі
2	Ізоляція будівлі
3	Альпінка
4	Басейн
5	Місце припаркування автомобілів
6	Парковка трактора

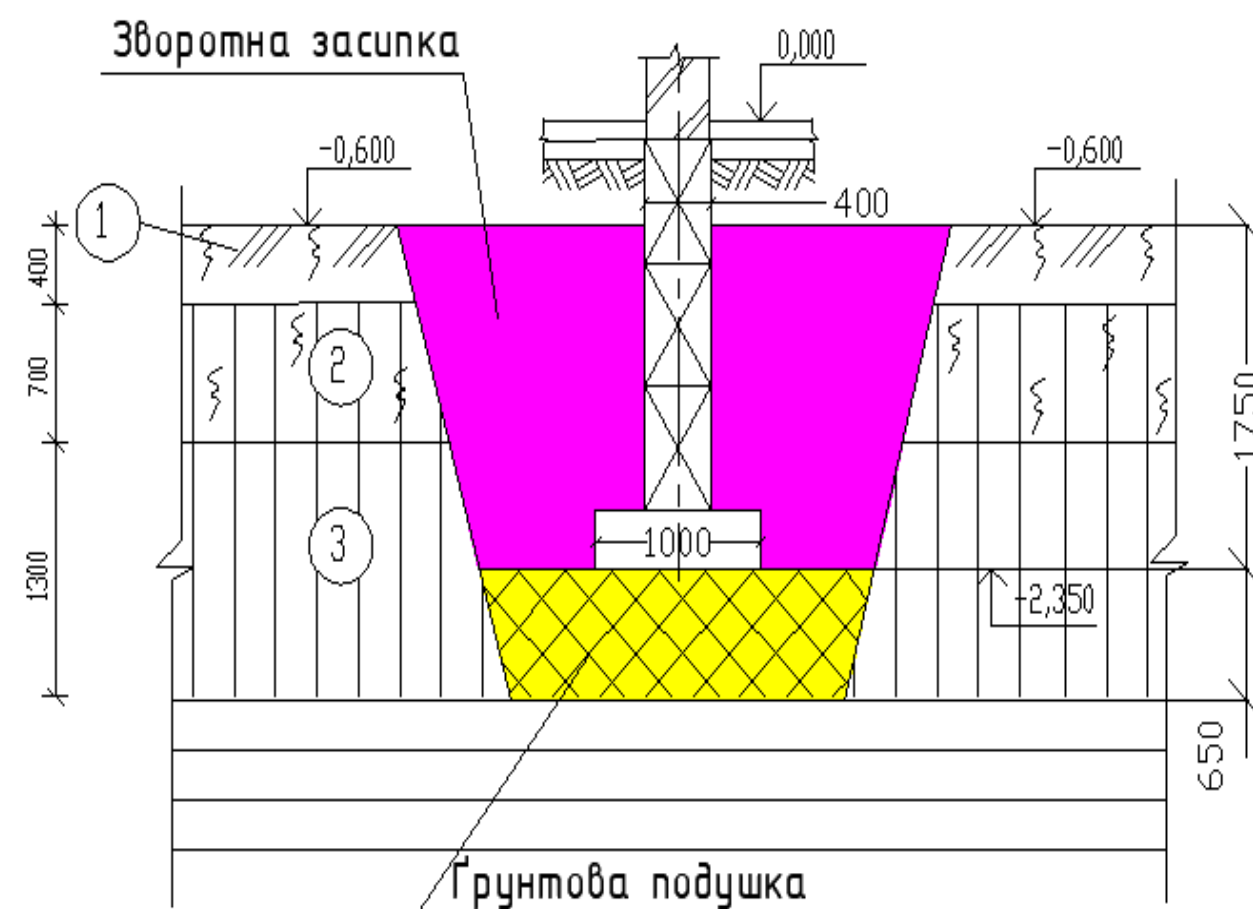
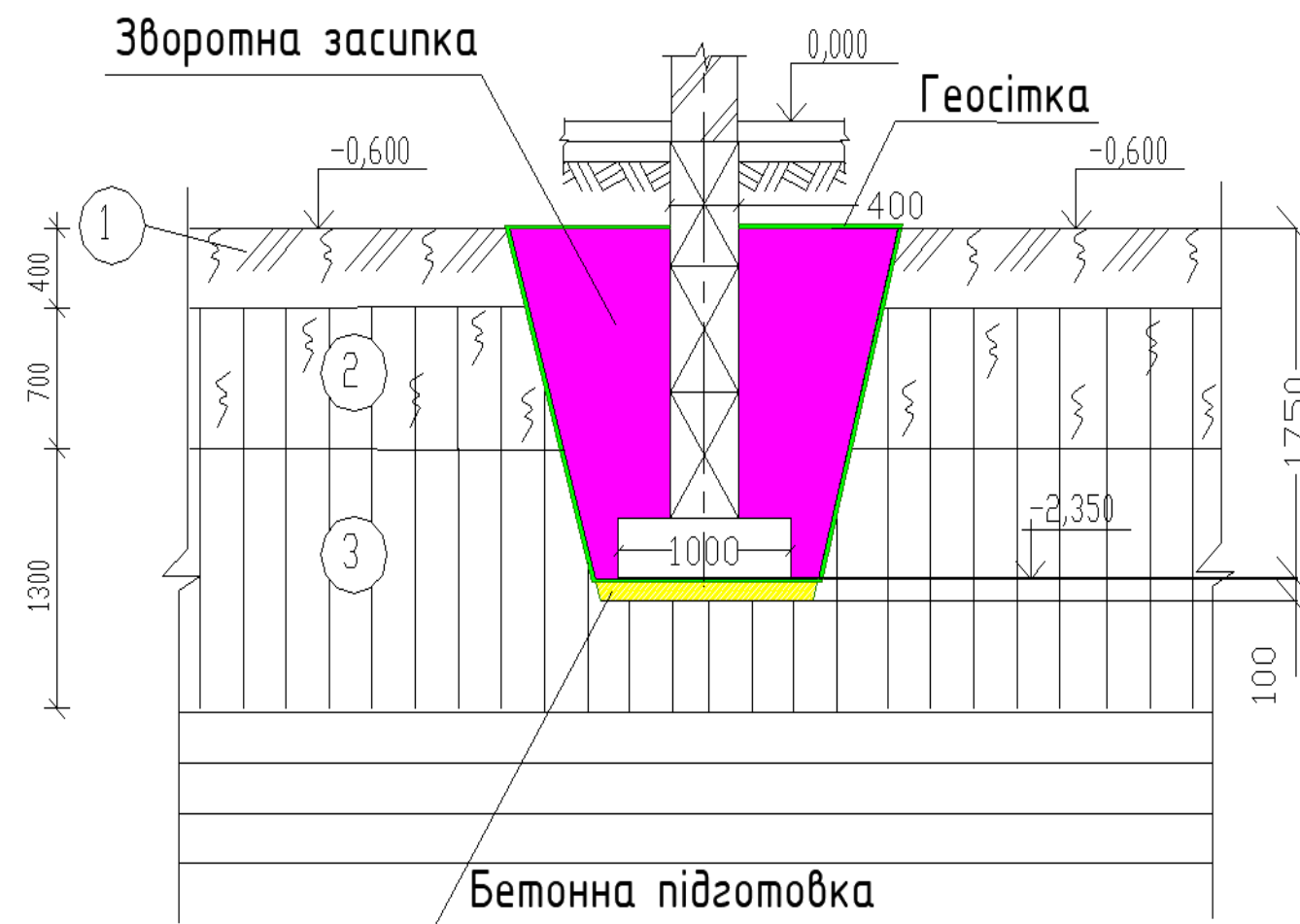
ТЕП

Найменування показників	Об'ємні одиниці	Кількість
Площа будівлі	м ²	4320
Площа забудови	м ²	372,94
Житлова площа	м ²	163
Будівельний об'єм будівлі	м ³	3403
Загальна площа	м ²	979,9
Площа озеленення	м ²	394,7
Площа під'їзної парковки	м ²	1184

08-08.МКР.002-АР			
Підписи виконавців проекту			
№ п/п	ІП особи	Підп.	Дата
1	Розробник: [Name]	[Signature]	[Date]
2	Перевірник: [Name]	[Signature]	[Date]
3	Виконавець: [Name]	[Signature]	[Date]
4	Коректор: [Name]	[Signature]	[Date]
5	Відомий: [Name]	[Signature]	[Date]

ПОРІВНЯННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ

Порівняння технологій будівництва стрічкових фундаментів



Найменування робіт	1 варіант	2 варіант
1. Розробка ґрунту котловану екскаватором	+	+
2. Улаштування ґрунтової подушки	-	+
3. Улаштування бетонної підготовки	+	+
4. Вкладання геосітки	+	-
5. Улаштування монолітного залізобетонного стрічкового фундаменту	+	+
6. Арматура для фундаменту:	+	+
7. Укладка блоків фундаменту	+	+
8. Кількість блоків фундаменту	+	+
9. Зворотна засипка пазух котловану	+	+
10. Ущільнення ґрунту в пазухах котловану	+	+

Порівнюючи варіанти ми бачимо, що більш економічним є 1 варіант улаштування стрічкового фундаменту мілкого закладання запропонованої конструкції і технології. Кошторисна вартість становить – 170,855 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 854 люд-год., економічний ефект – 2,419 тис. грн.

В запропонованому варіанті при тому, що виникають додаткові витрати на улаштування армування зворотної засипки геосинтетичним матеріалом, спостерігається економія за рахунок зменшення об'ємів робіт та витрат праці на 13 – 24%.

Загальні висновки

1. Проведено аналіз існуючих методів підвищення несучої здатності фундаментів мілкового закладання.
2. Досліджено технологію підвищення несучої здатності стрічкових фундаментів мілкового закладання в лабораторних умовах.
2. Досліджено вплив включення у роботу зворотної засипки на несучу здатність стрічкового фундаменту мілкового закладання, розроблено практичні рекомендації щодо покращення цього впливу. Включення в роботу фундаменту ґрунту зворотної засипки підвищує несучу здатність стрічкового фундаменту мілкового закладання на 15-20%, що дозволить на такі ж відсотки скоротити вартість влаштування фундаментів будівель.
4. Запропоновано нові технологічні і конструктивні рішення підвищення несучої здатності фундаментів мілкового закладання, які дають можливість спорудження будинків на ділянках з слабкими ґрунтами основи.
5. Рекомендується результати виконаної роботи використовувати в практиці будівництва фундаментів будівель, науково-дослідних робіт на кафедрі БМГА та викладанні дисципліни «Технологія будівельного виробництва».

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи
студента Балгана Богдана Руслановича
на тему: «Підвищення несучої здатності стрічкового фундаменту мілкового закладання»

Витрати на зведення фундаментів різних будівель та споруд можуть доходити до 10-15% від загальної вартості будівництва, а в деяких умовах витрати на фундаменти досягають до 40% загальних витрат. Тому скорочення витрат на облаштування фундаментів є досить актуальним завданням. Особливо гостро постає питання про скорочення витрат на влаштування фундаментів на слабких, сильно деформованих, структурно-нестійких ґрунтах. Автором запропоновано нове конструктивне та технологічне рішення підвищення несучої здатності стрічкового фундаменту мілкового закладання.

Робота відповідає виданому завданню і вимогам до магістерських кваліфікаційних робіт.

Робота є навчальною, але відповідає сучасним вимогам проектної практики.

Під час виконання магістерської роботи було виконано аналіз літературних джерел та фізичне моделювання на мало масштабних моделях. Студент самостійно розробив план експериментальних досліджень відповідно до поставлених задач.

При виконанні роботи студент показав високий рівень підготовки, здатність самостійно приймати інженерні рішення, проводити дослідження і аналізувати результати.

За результатами досліджень подано заявку на отримання патенту на корисну модель «Спосіб підвищення несучої здатності фундаментів», яка закріпить наукову новизну розробок та опубліковано тези доповіді «Удосконалення технології влаштування стрічкових фундаментів» на конференції «Інноваційні технології в будівництві - 2022».

Студент дотримувався календарного плану, виконав великий обсяг робіт і показав високий рівень підготовки.

По роботі можна відзначити такі недоліки і побажання:

1. Не чітко викладено в матеріалах роботи вплив міцності армуючої геосітки на роботу фундаменту під навантаженням.
2. Не досліджено, як вирішується вузол влаштування переходу матеріал залізобетонної подушки – геосітка, що грає важлива роль в пропонованій авторам конструкції, через різну жорсткість матеріалів.

Підготовка студента Балгана Б.Р. відповідає вимогам освітньої програми.

Магістерська кваліфікаційна робота заслуговує оцінку «А» (відмінно), а студент – присвоєння ступеня магістр та кваліфікації Магістр з будівництва.

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи, к.т.н., доц.



Попович М.М.

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу

магістранта групи Б-21м Балгана Богдана Руслановича

на тему: «ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТРІЧКОВОГО
ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ»

Виконана здобувачем магістерська кваліфікаційна робота, її тематика та зміст відповідають темі та завданню на МКР.

Актуальність теми полягає в пошуку новітніх способів підвищення несучої здатності та зниження деформованості ґрунтових основ через зростання навантажень від проєктованих будівель та споруд. Це сприятиме суттєвому зменшенню частини витрат на зведення фундаментів різних будівель та споруд від загальної вартості будівництва. Тому скорочення витрат на облаштування фундаментів є досить актуальним завданням. Особливо важливим це питання є при влаштуванні фундаментів на слабких, сильно деформованих, структурно-нестійких ґрунтах, зокрема коли будівництво відбувається на малопродатних для будівництва земельних ділянках.

Здобувачем в МКР на підставі проведеного детального аналітичного огляду відомих досліджень (1 розділ МКР) за обраною тематикою запропоновано новий спосіб підвищення несучої здатності фундаментів. Доведено, що ефективність способу підвищення несучої здатності фундаментів досягається за рахунок вкладання армуючих елементів з включенням в роботу ґрунту зворотного засипання, що зменшує розміри фундаменту і відповідно витрату матеріалів.

У розділі 2 МКР («Науково-дослідна частина»), автор провів експериментальні дослідження запропонованих способів підвищення несучої здатності фундаментів в лабораторних умовах. За результатами виконаних модельних штампових випробувань було встановлено, що насичення тіла зворотної засипки армуючими геосинтетичними матеріалів дозволяє знизити осідання штампів при однакових значеннях ступенів тиску в порівнянні з неармованою піщаною подушкою. При цьому внаслідок використання геотекстилю ця величина досягає -20% в порівнянні з неармованою основою.

На основі проведених досліджень (розділ 3 МКР) автором запропоновано нову технологію та нові конструктивні рішення для підвищення несучої здатності стрічкових фундаментів мілкового закладання.

У розділі 4 МКР («Архітектурно-планувальні рішення») було розроблено об'ємно-планувальні та конструктивні рішення житлового будинку.

У розділі 5 («Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях») магістерської дипломної роботи розробляються заходи з охорони праці та цивільного захисту стосовно напружено-деформованого стану фундаменту на піщано-глинистих ґрунтах.

Розділ 6 («Економіка будівництва») представляє визначену кошторисну вартість прикладу зведення житлового будинку.

Магістерська кваліфікаційна робота містить елементи наукової та науково-технічної новизни. Запропоновані у МКР технічні рішення достатньо обґрунтовані, екологічні фактори безпеки враховано, використані рішення на основі сучасних досягнень науки, техніки, застосовано сучасні інформаційні та інженерні технології. Запропоновано новий спосіб підвищення несучої здатності фундаментів. Ефективність способу підвищення несучої здатності фундаментів, яка досягається за рахунок вкладання армуючих елементів з включенням в роботу ґрунту зворотного засипання, що зменшує розміри фундаменту і відповідно витрату матеріалів. За матеріалами теоретичних і експериментальних досліджень відбулась апробація досягнутих результатів на науково-технічній конференції.

Підготовлено і подано матеріали запропонованого способу для державної реєстрації новизни розробок шляхом подачі заявки на винахід.

Графічна частина МКР відповідає вимогам стандартів. МКР має практичну цінність, реалізація запропонованих технічних рішень можлива.

До недоліків рецензованої роботи слід віднести:

- запропонований автором спосіб можливо використовувати тільки для фундаментів з невеликим навантаженням, що не відмічено в роботі;
- недостатня кількість числових даних за результатами проведених теоретичних і експериментальних досліджень та виконаних розрахунків у загальних висновках до МКР.

Вважаю, що здобувач Балган Б.Р., при відповідному захисті МКР заслуговує на оцінку «Відмінно (А)», а також заслуговує на присвоєння йому ступеня магістра зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Опонент магістерської кваліфікаційної роботи,

к. т. н., доцент, професор кафедри ІСБ ВНТУ



Коц І.В.