

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

«Допустити до захисту»
Зав. кафедри БДМБ, канд. техн. наук,
проф.
_____ В. Настоящий
«___» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ «МАГІСТР»

на тему «Числове моделювання напружено-деформованого стану основи
ростверку та палі»

Виконав: магістрант 2 курсу, групи БІ-20МЗ,
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Р. Климовський
(прізвище та ініціали)

Керівник **доц. Хачатурян С.Л.**
(прізвище та ініціали)

Кропивницький
2021

Центральноукраїнський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет центр заочної та дистанційної освіти

Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 192 «Промислове і цивільне будівництво»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

“___” _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я
на магістерську роботу студентіві

Климовському Руслану Яковичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Числове моделювання напружено-деформованого стану основи ростверку та палі

2. Керівник магістерської роботи к. т. н., доц. Хачатурян С.Л.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 02 серпня 2021 року №50-13

2. Строк подання студентом роботи 30.11.2021 року.

3. Вихідні дані до проекту

1.Клас відповідальності будівлі –1.

2.Район будівництва – с. м. т. Олександрівка Кіровоградської області.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).

1.Об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі.

2.Вибір елементів будівлі.

3. Дослідно-конструкторська частина.

4.Розрахунок і конструювання будівельних конструкцій: фундаментів та сходової клітки.

5.Організація і технологія будівельного процесу.

6.Складання об'єктного і локального. кошторисів.

7.Розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

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

Мультимедійна презентація з наочним поясненням методики та результатів:

1. Плани поверхів. Розрізи, фрагменти.

2. Схеми розположення елементів будівлі. Розріз 2-2, план на в. +4,950.

3. План техпідпілля, план покрівлі, Схема розположення елементів покриття над техпідпіллям.

4. Фасади, схема генплану.

5. Будгенплан.

6. Календарний графік виконання робіт.

7. Структурно-логічна схема дослідницької частини роботи.

8. Числове моделювання зміни довантажувальних сил тертя на бічній поверхні палі – 2 аркуші формату А1.

9. Числове моделювання зміни довантажувальних сил тертя вздовж бічної поверхні палі.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	к.т.н., доц. Яцун Вол. Вол.		
Дослідно-конструкторський	к. т. н., доц. Хачатурян С.Л.		
Розрахунково-конструктивний	к. т. н., доц. Хачатурян С.Л.		
Організаційно-технологічний	к.т.н., доц. Скриннік І.О.		
Охорона праці	к.т.н., доц. Дарієнко В.В.		

7. Дата видачі завдання 10.09.2021 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Складання генерального плану	10.09. – 17.09.	
2.	Розробка архітектурно будівельного розділу	18.09. – 28.09.	
3.	Виконання дослідно-конструкторської частини та розрахунків будівельних конструкцій і фундаментів	1.10. – 13.10.	
4.	Розробка архітектурно-будівельних креслень	15.10. – 25.10.	
5.	Розробка плакатів дослідно-конструкторської частини та креслень будівельних конструкцій	26.10. – 4.11.	
6.	Розробка організації та технології будівельного виробництва.	6.11. – 12.11.	
7.	Складання технологічної карти та будгенплану	13.11. – 17.11.	
8.	Складання кошторисів до економічного розділу	18.11. – 29.11.	
9.	Оформлення альбому документів	30.11. – 01.12.	

Студент

(підпис)

Климовський Р.Я.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

доц. Хачатурян С.Л.
(прізвище та ініціали)

Числове моделювання напружено-деформованого стану основи ростверку та палі. Климівський Р.Я. Кваліфікаційна робота на здобуття ОКР «Магістр». – Кропивницький: ЦНТУ, кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва. 2021. – 108 стор. текст. част.; 12 таблиць; 19 рисунків; 19 бібліографічний список.

Магістерську роботу присвячено встановленню особливостей напружено-деформованого стану основи нез'єднаних між собою послідовно навантажених елементів пальового фундаменту.

Виконано числове моделювання напружено-деформованого стану основ складових елементів пальового фундаменту, не з'єднаних між собою, при їх послідовному навантаженні шляхом розв'язання контрольних задач на основі натурних експериментів. Виконано теоретичне дослідження розповсюдження довантажувальних сил тертя на бічній поверхні палі від зміни навантаження плити з отвором, нез'єднаної з палею, шляхом числового моделювання напружено-деформованого стану їх основи в двох програмних комплексах: Plaxis 3D та Ansys.

Різниця осідань плити, не з'єднаної з палею, за результатами моделювання у програмному комплексі Plaxis 3D та повномасштабного експерименту складає 2,5%, різниця осідань дослідної палі – 1,2%, сусідніх паль, розташованих на певній відстані – 6,5%. Розбіжність результатів моделювання у програмному комплексі Ansys не перевищує 10%. Задовільна збіжність результатів дозволяє стверджувати про коректно підібрані чутливі параметри пружно-пластичної моделі зі зміцненням ґрунту та відповідно коректність епюр розповсюдження напружень по бічній поверхні палі. Нейтральна площина при максимальному навантаженні $97,2 \text{ кН/м}^2$ зафіксована на глибині $1,5b$ від розміру плити.

Додатково виконан аналітичний розв'язок довантажувальних сил тертя палі при навантаженні плити, що не з'єднана з нею, асимптотичним методом у програмному середовищі Maple, результати якого свідчать про задовільну збіжність з експериментальними даними та числовим моделюванням.

Також викладені результати числового моделювання напружено-деформованого стану основи плитного ростверк і палі, не з'єднаних між собою, при їх послідовному навантаженні в умовах реального будівництва.

Співставлення результатів дозволило отримати різницю осідань, яка знаходиться в межах $4\div 11\%$, що також свідчить про коректно підібрані чутливі параметри HS-моделі.

Також в межах роботи розроблені рекомендації щодо коригування чутливих вхідних параметрів HS-моделі ґрунтового середовища для моделювання послідовно навантажених елементів пальового фундаменту у програмному комплексі Plaxis 3D.

Розв'язання тестової задачі про взаємодію фрагменту пальового фундаменту із однією палею для трьох варіантів розмірів плит (3d, 5d, 7d) і різних комбінацій навантажень виявили, що навантаження плити викликали покращення значень чутливих характеристик ґрунту, таких як: модуль деформації (E) та коефіцієнт переущільнення ґрунту (OCR), що було враховано після об'єднання плити та палі в єдину систему.

Встановлено, що послідовне навантаження елементів пальового фундаменту перерозподіляє зусилля між ними, зменшує зусилля в палях і підвищує відсоткове значення плитного ростверку в роботі пальового фундаменту. Це дозволяє збільшити загальні навантаження на палевий фундамент чи зменшити кількість паль при проектуванні порівняно з палевим фундаментом, навантаженим традиційним способом. Отримана тенденція до зменшення осідань і збільшення загального навантаження в порівнянні з фрагментом пальового фундаменту, навантаженим традиційним способом, дозволили виконати перехід на палевий фундамент з групи паль.

Ключові слова: напружено-деформований стан, довантажувальні сили, програмний комплекс, основа плитного ростверку.

[illegible]

ВСТУП

Послідовне навантаження складових елементів польового фундаменту викликає складний напружено-деформований ситуацію ґрунтової основи і створює багатфакторний лад на кожному етапі навантаження часткового елемента, які нез'єднані між особою.

Теперішнє геотехнічне проектування неможливе без останнього варіантного моделювання взаємодії ґрунтової підніжжя з пальовим фундаментом, особливо якщо йдеться про зміну послідовності вантажі його елементів, відмінну від сакраментальної послідовності.

Зрозуміло, що сьогодні моделювання такої складної багатфакторної системи імовірно тільки з використанням числових методів, реалізованих у сучасних програмних комплексах. У спеціалізованих геотехнічних програмних комплексах передбачені моделі ґрунту, що зважають нелінійне деформування ґрунтового оточення, але їх застосування потребує ідентифікації параметрів, чутливих до зміни потужності навантажень та послідовності комбінацій вантажів.

Найбільший дієвий метод для оцінювання наслідків числового моделювання – це порівняння з наслідками експериментальних досліджень та випробувань кілків та повномасштабних фрагментів пальових основ у натурних умовах.

Тому цю магістерську роботу присвячено числовому моделюванню напружено-деформованого стану підмурів складових елементів пальової основи, нез'єднаних між собою, при їхньому послідовному навантаженні [43] шляхом розв'язування контрольованих та тестових задач. Початковими даними для моделювання і оцінки адекватності результатів були дані польових експериментів.

Зокрема, було проведено теоретичне дослідження перерозподілення сил довантаження тертя на бічній поверхні кілка від зміни завантаження плити з отвором, яка не з'єднана з кілком, за допомогою числового моделювання НДС їх

					ЧМНДС-21 ПЗ								
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата	Числове моделювання напружено-деформованого стану основи ростверку та палі Пояснювальна записка				Літ.	Арк.	Аркушів		
Розробив	Климовський										1	60	
Перевірів	Хачатурян								ЦНТУ, гр. БІ-20МЗ				
Т. контроль	Хачатурян												
Н. контр.	Дарієнко												
Затвердив	Настоящий												

підмурку в двох програмних комплектах: Plaxis 3D та Ansys. Виконане аналітичне рішення за допомогою асимптотичного методу в програмному середовищі Maple і, котре порівнювалось з даними результатів повномасштабних польових досліджень.

Також у рамках цієї магістерської роботи реалізовано числове моделювання НДС підмуру пальової основи при умові консеквентного статичного навантаження ростверку плит і осібно навантаженого кілка, нез'єднаних поміж собою, і порівнювалося з даними переміщень у польових умовах дійсного будівництва адміністративної будови.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Загальна характеристика району будівництва

За адміністративним положенням ділянка, на котрій знаходиться будівля, що проєктується, розташована на території Кіровоградської області, с. м. т. Олександрівка, у центральній частині міста, вул. Жовтнева, 42.

Клімат регіону, котрий розглядається, можна віднести до помірно-континентального – з теплими вологими літніми місяцями та з м'якою хмарною погодою взимку. Він відноситься до II району України з наступними даними (ДСТУ-НБВ.1.1-27.2020):

Середня температура в січні -20°C

Середня температура в липні 20°C

Абсолютна найменша температура -27°C

Абсолютна найбільша температура 31°C

Число опадів за рік 550мм

Відносна вологість у липні місяці 65%

Середня швидкість вітру в січні місяці 3м/с

Територія відноситься до III району вітрових ладунків в Україні зі величиною 410Па й до II району за сніговими навантаженнями України – 1230Па.

1.2. Функціональний процес

Дефініція призначення будови й місця її розміщення допомагає в процесі розроблення проєкту у створенні його архітектурного вигляду та художньої виразності.

З урахуванням характеру будови, архітектурний вигляд будови вирішено у формах, які близькі до сприймання сучасною людиною, він позбавлений одноманітності, наближений до потреб людини.

При проєктуванні будови потрібно забезпечувати цілісність просторового взаємовідношення та об'ємно-планувального рішення, організації самостійних функціональних груп приміщень, які складаються в об'ємно-просторові архітектурні лади.

До санітарно-побутових приміщень відносяться: санвузол, хол, гардероб.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Центральний вхід зв'язує хол, коридори, гардероб, санвузли, кімнату публічної організації, операційний зал, кімнату обробки інформації, склад-комору.

На другому поверсі міститься хол, бухгалтерія, зал для проведення засідань, кабінет генерального директора, кімната для фахівців, кабінет секретаря директора, кімната, в якій розміщений архів.

1.3.Рішення генерального плану

Важливою складовою частиною проєкту будь-якої будови є генплан. Проектування генпланів виконується у відповідності до ДБН А.3.1-5-16 «Організація будівельного виробництва».

В генпланах має бути передбачено: функціональна необхідність проєктного об'єкту з прийняттям до уваги раціональної забудови мікрорайону, обов'язкового забезпечення транспортних і інженерних зв'язків, з'єднання транспортних шляхів для пасажирських перевезень, впорядкування культурно-побутового обслуговування, забезпечення єдиного архітектурного ансамблю.

Цей проєкт призначено для виконання будівництва в с. м. т. Олександрівка. Відмітка підлоги першого поверху прийнята умовно рівною 0.000м. Позначка для планування землі при цьому -0.900 м.

Архітектурно-планувальне розв'язання генплану будови прийнято стосовно до забудови району, що склалася на момент будівництва.

Поверхневі води відводяться за проєктом від будови до лотків автомобільних доріг і в подальшому випускаються на рельєф.

Для того, щоб забезпечити зв'язок між садом і будовами забудови, що склалася, запроектовано додаткові й використано ті, що вже існують пішохідні доріжки та автомобільні дороги.

Центральний фасад адміністративної будови повернутий на проїжджу частину. Навкруги будови проведено озеленення в вигляді газону та клумб з квітами. За огорожею запроектовано парковку для автомобілів.

Основні техніко-економічні ознаки:

Кількість поверхів – 2

Гуртова площа – 18 360 м²

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Будівельний обсяг – 5720 м³

Площа, котра забудовується – 549 м²

Площа, котра озеленюється – 1470 м²

Клас відповідальності будови – II

Ступінь вогнестійкості – II

1.4. Конструктивне рішення

Конструктивне рішення будови визначається на початку проєктування. У цьому випадку вибирається конструктивна та будівельна системи та конструктивна схема. Конструктивне рішення будови приймалося, виходячи з його призначення та повинно повністю обґрунтовувати прийняті розміри головних несучих конструкцій.

Специфікація конструктивних елементів будови наведена в Додатку.

1.4.1. Фундаменти

Для будовлі розроблено фундаменти мілкого закладення. Основою фундаментів запроектованої будови є суглинок. У результаті інженерно-геологічних вишукувань ділянки ґрунтового воді не розкриті. Перед закладанням фундаментів повинен бути складений акт про відповідність натуральних ґрунтових умов даним, наведеним у інженерно-геологічному звіті.

Фундаменти – із збірних залізобетонних блоків.

Фундаментні стіни – збірні з об'ємних бетонних блоків.

1.4.2. Стіни та перегородки

Будова 2-х поверхова, має прямокутну форму у плані. Зовнішні стіни виконані з повнотілої цегли червоного кольору. Внутрішні стіни також виконані з червоної повнотілої цегли. Перегородки виконані гіпсобетонними, але частково цегляні, у вологих приміщеннях передбачений гіпсобетон на пуцоланових в'язучих.

1.4.3. Перекриття і покриття

Як міжповерхові перекриття та покриття використовуються залізобетонні плити з коловими пустотами серії 1.141.1 (в. 60, 61, 63).

1.4.4. Східці

Між поверхами зв'язок відбувається сходами, котрі розташовані в

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

центральної частині будови.

1.4.5. Вікна і двері

Вікна – індивідуальні, прямокутні.

Двері – дерев'яні за С. 1.136-10 (зовнішні), за С. 1.136-10 (внутрішні).

1.4.6. Підлоги

Долівки в адміністративних будівлях мають задовольняти вимогам міцності, опору зношуванню, достатньої еластичності, зручності прибирання. За покриття долівки прийнято: мозаїчні підлоги, штучний паркет, лінолеум і керамічну плитку.

1.4.7. Покрівля

Покрівлю приймаємо з 4-х шарів руберойду. Місця, де покрівля примикає до вертикальних поверхонь стіни парапету необхідно закрити захисним фартухом з оцинкованої сталі, котра має товщину 0.5 мм за ДСТУ 19903-14.

1.4.8. Зовнішня і внутрішня обробка

Зовнішня обробка :

Вона виконується в вигляді навісного та фальш-фасаду. Цоколі майданчиків центрального входу облицовуються гранітом. Матеріалом козирків слугує анодований алюміній.

Внутрішнє оздоблення: передбачається виконати з матеріалів високої якості; облицювання стін керамічною плиткою, фарбування стін і стелі – клейове. Віконні та дверні блоки – фарбуються емаллю за 2 рази у білий колір.

1.4.9. Обладнання будівлі

Будівля оснащується центральним опаленням, гарячим водопостачанням, каналізацією, електрикою, Інтернетом, телефонною та радіотрансляційною мережами, вентиляція притоко-витяжна з механічним та природним з'єднанням.

1.5. Теплотехнічний розрахунок

Для району, де відбувається будівництво (с. м. т. Олександрівка, Кіровоградської області) прийнято такі будівельні характеристики:

- клас будови – 2;
- ступінь довговічності – 2;
- кліматичний район – III,

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зона вологості – суха;
- режим всередині приміщення – нормальний;
- у найбільш холодну добу температура навколишнього повітря (з ймовірністю 0,92) – 22°C;
- у найбільш холодну п'ятиденку температура навколишнього повітря (з ймовірністю 0,92) $t_{ext} = -20^{\circ}\text{C}$;
- в опалювальний сезон температура $t_{ht} = -4,5^{\circ}\text{C}$
- тривалість опалювального сезону $Z_{ht} = 207$ діб;
- для III географічного району нормативне снігове навантаження – 1,23 кПа (123 кгс/м²);
- для II географічного району нормативний швидкісний напір вітру – 0,41 кПа (41 кгс/м²);
- район будівництва – не сейсмічний.

1.5.1. Загальні положення

При проектуванні огорожувальних конструкцій потрібно, щоб їх опір теплопровідності був не менше значення, котре визначають за санітарно-гігієнічним нормами:

$$R_0 \geq R_{reg}, \quad (1.1)$$

де R_0 – опір огороження теплопередачі, котрий залежить від конструкції опори, м²·°C/Вт;

R_{reg} – опір теплопередачі з урахуванням енергозбереження м²·°C/Вт;

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (1.2)$$

де α_{int} – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огороження, Вт/м²·°C;

R_k – термічний опір огорожувальної конструкції, м²·°C/Вт;

α_{ext} – коефіцієнт тепловіддачі (для зимніх умов) зовнішньої поверхні огороження, Вт/м²·°C.

Термічний опір гомогенного огороження визначається як сума термічних опорів кожного шару за формулою:

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_k = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (1.3)$$

де δ_i – товщина окремих шарів, м;

λ_i – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/м·°С;

n – кількість шарів.

R_{reg} – залежить від кількості градусо-днів опалюваного періоду для даного регіону будівництва (с. м. т. Олександрівка)

$$R_{reg} = a \times D_d + b, \quad (1.4)$$

де a, b – коефіцієнти, значення яких доцільно приймати за даними для існуючих груп будов. У даному випадку для конструкції стіни можна прийняти:
 $a=0,00035, b=1,4$;

n – коефіцієнт, котрий приймається у залежності від положення зовнішньої стіни огорожувальних конструкцій за відношенням до повітря;

t_b – розрахункова температура повітря всередині будівлі, °С;

t_n – розрахункова зимова температура повітря назовні, °С;

Δt_n – нормативний температурний перепад між температурою повітря всередині будівлі та температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

α_b – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороження, Вт/м²·°С;

Градусо-доби опалюваного періоду визначаються за формулою

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \times Z_{ht} \quad (1.5)$$

де t_{ht} , Z_{ht} – середня температура, °С, та тривалість опалюваного сезону в добах із середньою температурою повітря ≤ 8 °С,

1.5.2. Розрахунок зовнішньої стіни (варіант 1)

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

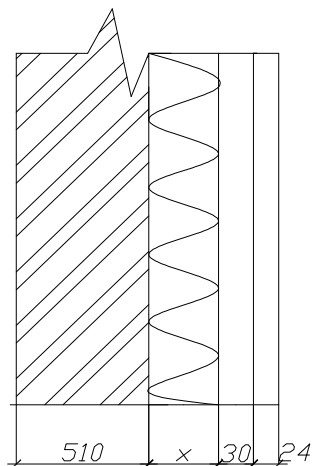


Рис. 1.1. Конструкція зовнішньої стіни

Розрахункова температура повітря всередині приміщення $+18^{\circ}\text{C}$;

Середня температура у період найбільш холодної п'ятиденки: -20°C ;

Режим експлуатації будівлі: нормальний;

Умови експлуатації Б;

$\alpha_{\text{в}}=8,7 \text{ Вт/м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$; $\alpha_{\text{н}}=23 \text{ Вт/м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$; $n=1$; $\Delta t^{\text{н}}=4^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1.1. Матеріали конструкції зовнішньої стіни

Матеріал	δ , м	γ , кг/м ³	λ , Вт/м $\cdot^{\circ}\text{C}$	s , Вт/м ² $\cdot^{\circ}\text{C}$
Цегла глиняна на цементно-піщаному розчині	0,51	1800	0,56	10,12
Мінерало-ватна плита «ROCKWOOL»	X	75	0,052	0,62
Склопакет однокамерний з низькоемісійним склом	0,032	703	0,02	0,625

$$D_d = 207 \times (18 - (-4.5)) = 4657,5$$

$D > 7$, розраховується за середньою температурою найбільш холодної п'ятиденки: -20°C .

$$R_{\text{reg}} = a D_d + b = 0,00035 \times 4657,5 + 1,4 = 3.03 \frac{\text{М}^2\text{C}}{\text{Вт}}$$

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{X}{0,06} + \frac{0,032}{0,02} + \frac{1}{23} = 3,03 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Звідси, виразивши X отримаємо:

$$\frac{X}{0,06} = 0,543 \rightarrow X = 0,33m,$$

приймаємо товщину шару утеплювача 10 см.

у цьому випадку

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{0,1}{0,06} + \frac{0,032}{0,02} + \frac{1}{23} = 4,087 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

$$R_0 = 4,087 \geq R_{reg} = 3,175,$$

Таким чином, конструкція стіни задовольняє вимогам.

Визначаємо розрахунковий внутрішній перепад на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції:

$$\Delta t_0 = \frac{n \times (t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}} = \frac{1 \times (18 - (-20))}{4087 \times 8,7} = 1,32^\circ C$$

$$\Delta t_0 = 1,32^\circ C \leq \Delta t_n = 4^\circ C$$

Висновок: так як умова за теплозахистом виконана, то дана конструкція підібрана правильно.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.3. Розрахунок зовнішньої стіни (варіант 2)

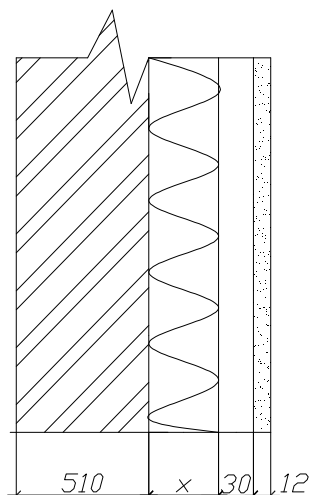


Рис. 1.2 Конструкція зовнішньої стіни

Таблиця 1.2. Матеріали конструкції зовнішньої стіни (варіант 2)

Матеріал	δ , м	γ , кг/м ³	λ , Вт/м·°C	s , Вт/м ² ·°C
Цегла глиняна на цементно-піщаному розчині	0,51	1800	0,56	10,12
Мінерало-ватна плита «ROCKWOOL»	X	75	0,052	0,62
Керамогранітна плита «MIRAGE»	0,012	703	0,36	9,06

$$D_d = 207 \times (18 - (-4.5)) = 4657.5$$

$D > 7$, розрахунок виконуємо на середню температуру, котра має місце у найбільш холодній п'ятиденці, з ймовірністю 0,92: -22 °C.

$$R_{reg} = a D_d + b = 0,00035 \times 5071,5 + 1,4 = 3,03 \frac{M^2 \cdot C}{Bm}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,56} + \frac{X}{0,052} + \frac{0,012}{0,36} + \frac{1}{23} = 3,03 \frac{M^2 \cdot C}{Bm}$$

Звідси, виражаючи X отримаємо:

$$\frac{X}{0,052} = 1,928 \rightarrow X = 0,1 \text{ м,}$$

приймаємо товщину шару утеплювача 10 см.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

У цьому випадку

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,56} + \frac{0,10}{0,052} + \frac{0,012}{0,36} + \frac{1}{23} = 3,382529 \frac{M^2 \text{ } ^\circ C}{Bm} ,$$

$$R_0 = 3,382529 \geq R_{reg} = 3,175 ,$$

таким чином, конструкція стіни задовольняє вимогам.

Визначимо розрахунковий внутрішній перепад на внутрішній поверхні конструкції огороження:

$$\Delta t_0 = \frac{n \times (t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}} = \frac{1 \times (20 - (-22))}{3,3826 \times 8,7} = 1,67^\circ C$$

$$\Delta t_0 = 1,67^\circ C \leq \Delta t_n = 4^\circ C$$

Висновок: так як умова з теплозахисту виконується, то дана конструкція підібрана правильно.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Числове моделювання переміни донавантажувальних сил тертя по бічній поверхні палі від навантаження частини плити, котра нез'єднана з натурним кілком, в ПК Plaxis 3D

Вихідними даними для моделювання були прийняті умови виконання повномасштабного польового експерименту [30], при котрому навантаження плити з отвором, яка нез'єднана з кілком, здійснювалося вагою вантажів. У відповідності до схеми розміщення кілків у кілковому полі відповідно проєктного рішення об'єкту (рис. 2. 1, а) було розроблено розрахункову схему навантаження частини плити з отвором навколо кілка (рис. 2. 1, б) та створено скінчено-елементну модель земляної основи (рис. 2. 2, а). В область розрахунку були занесені масив ґрунту, плита з отвором з розмірами $2,6 \times 2,6 \times 0,3$ м, дослідний (№327) і оточуючі кілки, котрі розташовані на відстані 2,5 і 3 м (№326), і прикладене навантаження P на частину плити з отвором навколо дослідного кілка (рис. 2. 1) [10, 15].

Рисунок 2.1. – Схема розміщення дослідних кілків і частини плити у плані (а) й розміщення кілка на інженерно-геологічному перетині, розрахункова схема (б): P – навантаження на частину плити з отвором

У межах сформульованої задачі моделювання просторової задачі напружено-деформованого стану основи кілка та нез'єднаної з ним плити з отвором у ході «навантаження-розвантаження» тільки плити виконувалось у ПК Plaxis 3D. Прийнята схема має подібність до привантаження земляного масиву навколо кілків, що використовувалася у роботах [15] при моделюванні дії

донавантажувальних сил тертя по бічній поверхні кілків.

Рисунок 2.2. – Скінчено-елементна модель ґрунтового масиву (а) та плити з отвором, досліджуваного та сусідніх кілків (б) у ПК Plaxis 3D

Навантаження P було прикладене (рис. 2. 1, б) по трьом ступеням, максимальне значення котрого на останній ступені мало величину $97,2 \text{ кН/м}^2$. Отримані результати кожної попередньої ступені навантаження були початковими умовами для наступної ступені. Розбивання розрахункової області на скінченні елементи виконувалося автоматично.

Рішення поставленої задачі проходило в нелінійній постановці. При цьому використовувалася пружно-пластична модель із зміцненням ґрунту – Hardening Soil Model (HS-модель). Не зважаючи на те, що HS-модель є в теперішній час дуже розповсюдженою й за її допомогою вирішуються різноманітні геотехнічні задачі [13, 17], її застосування вимагає виконувати підбір та перевірку параметрів стосовно до індивідуальних інженерно-геологічних умов [13] шляхом розв’язання тестової зворотної задачі [13, 14], а також необхідно створити алгоритм її вирішення.

Для розраховування низки задач потрібно коригування чутливих характеристик, таких, як модуль деформації [11] у відповідності до [9]

$$E_{50}^{ref} = 0,8(0,9)E_0,$$

де E_0 – модуль деформації, котрий визначається на першій лінійній ділянці у випадку девіаторного навантаження (приймаємо $1/2 \div 1/3$ від величини напруження руйнації).

Для задання початкових земляних умов важливим є визначення величини коефіцієнтів K_0 , OCR (коефіцієнт переущільнення ґрунту) та POP (коефіцієнт

тиску первинного ущільнення від власної ваги ґрунту). Означене має велике значення для оцінювання зусиль навколишнього середовища й для визначення початкових умов [5]. Як недоліки HS-моделі слід відмітити те, що вона не зважає на анізотропію міцності [11] й не може адекватним чином відтворювати надмірні сили зрушення у тих випадках, коли кут дилатансії ψ [13] має значення, більші за нуль.

Як вже було зазначено вище, найбільше надійним способом перевірки адекватності результатів чисельного моделювання є порівнювання з даними польових експериментів [3]. Маючи їх, можна, використовуючи тестові зворотні задачі, коригувати чутливі характеристики HS-моделі відповідно до індивідуальних регіональних геологічних умов [7]. Підібрані для моделювання в ПК Plaxis 3D фізико-механічні характеристики ґрунтів з урахуванням рівня земляних вод (табл. 2. 1) відповідають рпопметрам майданчику, на котрому виконується повномасштабний польовий експеримент [30].

Таблиця 2.1

Показники фізико-механічних характеристик земляного масиву польового повномасштабного експерименту, ідентифіковані для ПК Plaxis 3D

Параметр і його позначення	Інженерно-геологічний елемент (ІГЕ)						Од. вим.
	ІГЕ-2	ІГЕ-3	ІГЕ-4	ІГЕ-5	ІГЕ-6	ІГЕ-7	
	Суглинок	Пісок	Суглинок	Суглинок	Пісок	Пісок	
Тип поведінки матеріалу	Дренований (Drained)						
Питома вага ґрунту вище РГВ, $\gamma_{un\ sat}$	15,8	19,1	16,7	17,5	19,2	19,4	кН/м ³
Питома вага ґрунту нижче РГВ, γ_{sat}	16,4	19,1	16,7	17,5	19,2	19,4	кН/м ³
Січний модуль деформації при 50% руйнуючого девіаторного напруження, E_{50}^{ref}	8100	26100	5400	6480	27000	31500	кН/м ²
Дотичний модуль деформації при компресійних випробуваннях, E_{oed}^{ref}	16200	26100	10800	12960	27000	31500	кН/м ²
Модуль деформації при розвантаженні і повторному навантаженні, E_{ur}^{ref}	40500	78300	32400	64800	81000	94500	кН/м ²
Ступінь жорсткості для гіперболічної залежності від напружень, m	0,5	0,75	0,5	0,5	0,55	0,55	—
Зміцнення, c_{ref}	13,4	2	10	13,4	2	1	кН/м ²
Зміцнення, c_{ref}	13,4	2	10	13,4	2	1	кН/м ²

ЧМНДС-21 ПЗ

Арк.

15

Кут внутрішнього тертя, φ	18	31	13	14	31	34	°
Кут дилатансії, ψ	0	1	0	0	1	4	°
Коефіцієнт Пуассона при повторному навантаженні, ν_{ur}	0,4	0,30	0,4	0,4	0,30	0,30	—
Коефіцієнт бічного тиску, K_0	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	—
Коефіцієнт пористості, e	0,922	0,642	0,887	0,818	0,63	0,593	—
Коефіцієнт зниження міцності, R_{int}	0,6	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	

На початковій стадії моделювання ґрунтового масиву використовувалася функція K_0 -procedure, котра дає можливість генерувати вертикальні напруження у рівноважному стані за власною вагою. Для того, щоб використовувати K_0 -procedure, необхідно враховування деякого спрощення, щоб усі ґрунтові шари були паралельні, так як повна рівновага має місце тільки в випадку, коли досягнутий рівномірний контакт шарів масиву ґрунту[9].

У ході моделювання враховувалося значення коефіцієнту бокового тиску, K_0 . У практиці значення K_0 для ущільненого ґрунту є можливим визначати за експериментальною формулою Джекi:

$$K_0 = 1 - \sin \varphi,$$

у тому випадку, коли при розрахунку щільного ґрунту значення K_0 відрізняється від результату, отриманому за формулою Джекi [9].

На подальшому етапі моделювались два кілка поперечного перетину 350×350 мм довжиною 8,8 м та чотири кілки довжиною по 10,1 м (рис. 2. 2, б), а також плита товщиною 0,3 м з отвором, яка виготовлена навколо дослідного кілка, параметри котрих наведені у таблиці 2. 2. Кілок квадратного перетину моделювався шляхом створення просторового об'ємного елемента, котрому було надано характеристики бетону (таблиця 2. 2).

Таблиця 2.2

Параметри матеріалу плити та кілків для числового моделювання в ПК Plaxis 3D

Параметр	Позначення	Плита та палі	Од. вим.
Питома вага	Γ	25	кН/м ³
Тип поведінки	Type	Лінійне, ізотропне	—
Модуль Юнга	E_1	$3 \cdot 10^7$	кН/м ²
Коефіцієнт Пуассона	ν	0,2	—

Взаємодіяння кілка та ґрунту продукує опір на границі поверхонь матеріалів

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

(дотичні напруження та сили тертя), котре моделюється шляхом змінювання характеристики – коефіцієнту зниження міцності (R_{inter}). Він визначається таким чином, що відношення міцності інтерфейсу до міцності ґрунту складає 2:3.

У випадку моделювання кілків (одиначних або в складі кілкового фундаменту) за умови дії додаткових дотичних напружень, значення R_{inter} має визначальну роль, так як некоректне значення може просто «вимкнути» їх з роботи.

Контролювання значення R_{inter} (у межах $0,6 \div 0,8$) має створити умови реальної поведінки елементів у ґрунтових умовах, себто дає можливість моделювати «проковзування» кілка та не дати можливість його фіксації з ґрунтом. У ході моделювання обов’язково враховувалося, що значення R_{inter} варіювалося по бічній поверхні кілка для кожного ґрунтового шару (інженерно-геологічного елементу).

Зниження величини значення характеристики R_{inter} веде до зменшення додаткового дотичного напруження й дії донавантажувальних сил тертя. Це допомагає переміщенню ненавантаженого кілка, а збільшення – навпаки шкодить. На рисунку 2. 3 приведена схема деформації скінчено-елементних тенет основи плити у границях зони дії додаткових дотичних напружень.

Рисунок 2.3 – Схема деформації скінчено-елементної сітки підмуру плити від дії додаткових дотичних напружень в ПК Plaxis 3D

Числове моделювання з урахуванням поступового прикладання навантаження до плити проводилося з врахуванням відрізків часу за допомогою параметру інтервалу часу (Time interval). Це впливає на якість отриманого

результату.

На рисунку 2. 4 наведено ізолінії переміщень за результатами моделювання.

За результатами моделювання (рисунок 2. 5) підтверджується, що за максимального навантаження тільки плити з отвором, яка нез'єднана з кілком, змінювалися параметри ґрунту під плитою навкруги ненавантаженого кілка на глибину $0,8 \cdot b$. Це добре узгоджується із значенням $0,7 \cdot b$ від ширини плити $b=2,6$ м за даними, отриманими динамічним зондуванням при польових випробуваннях [30].

У результаті числового моделювання також виявлено та прослідковано ефект переміщення не тільки дослідного кілка (№327), але й кілка, котрий розташований на відстані 3 м (№326). Це показано на рисунку 2. 5, і добре погоджується з результатами польового експерименту.

Із збільшенням величини навантаження зона впливу додаткових дотичних напружень збільшувалася. Це викликало довантаження кілка. З рисунку 2. 5 простежується, що навантаження в $44,2 \text{ кН/м}^2$ викликає створення додаткових дотичних напружень, які мають місце тільки в верхній частині кілка на відстані приблизно $0,9 \cdot b$ від ширини плити $b=2,6$ м. Опісля збільшення величини навантаження на плиту до $71,4 \text{ кН/м}^2$ зона дії додаткових дотичних напружень стає відповідною значенню $1,2 \cdot b$. Найбільше навантаження величиною $97,2 \text{ кН/м}^2$ викликає збільшення глибини поширення додаткових дотичних напружень й становить $1,5 \cdot b$. У результаті осідання плити з отвором, навколо кілка формується зона ущільнення, котра при обтисканні кілка викликає зростання величини зчеплення на межі контакту «кілок-ґрунт».

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 2.4 – Ізолінії вертикальних переміщень ґрунтового масиву при різних значеннях ступеню навантаження плити у Plaxis 3D: а – перша ступень ($p=44,2$ кПа), б – друга ступінь ($p=71,4$ кПа), в – третя ступінь ($p_{max}=97,2$ кПа)

Для того, щоб наочно спостерігати за перерозподілом дотичних напружень по поверхні кілка та для максимальної реалізації можливостей, які має ПК Plaxis 3D було додатково створено еквівалентну розрахункову модель з кілками, котрі моделювалися за допомогою стрижневих елементів. Такий підхід дозволив зафіксувати положення «нейтральної площини», на котрій відбувалася зміна напрямку вектора дотичних напружень в протилежний бік.

Рисунок 2.5 – Ізополя відносних дотичних напружень у ґрунті при навантаженні плити, нез’єднаної з палею, у ПК Plaxis 3D: а – вагою плити; б – навантаженням на плиту 44,2 кН/м²; в – 71,4 кН/м²; г – 97,2 кН/м²

Маємо зазначити, що у випадку використання стрижневих елементів вимагає уваги введення параметрів опору f [16] по боковій поверхні та по нижньому торцю кілка, так як від цих характеристик залежить спроможність кілка як складового елементу кілкового фундаменту витримувати значно більші навантаження.

На рисунку 2. 6 приведені величини опору по бічній поверхні дослідного кілка (№327), нез’єданого з плитою, та сусіднього кілка (№326), який розташований від дослідного кілка на відстані 3 м, на кожній ступені навантаження, що прикладалося, та наочно показано зміну положення «нейтральної площини» в залежності від зростання інтенсивності навантаження на плиту.

Рисунок 2.6 – Значення опору по бічній поверхні дослідного кілка (№ 327) та сусіднього кілка (№ 326) на кожній ступені навантаження у ПК Plaxis 3D: а – 44,2 кН/м², б – 71,4 кН/м², в – 97,2 кН/м²

Зона розповсюдження додаткових дотичних напружень по сусідньому кілку (№326) від найбільшого навантаження у 97,2 кН/м² мала місце на ділянці, з глибини $0,5 \cdot b$ ширини плити до глибини, що має приблизно 2/3 від довжини кілка (рисунок 2. 6).

Перерозподілення додаткових дотичних напружень за довжиною кілка залежить від інтенсивності розподілу навантаження. Із збільшенням величини навантаження збільшується також глибина розповсюдження дотичних напружень, і міняється розташування «нейтральної площини» (вона переміщується вниз від ґрунтової поверхні).

Аналіз графіку (рисунок 2. 7) показує, що різниця осідання плити з отвором, яка нез'єднана з палею, в 14,23 мм (числове моделювання) та 14,6 мм (польовий експеримент) дорівнює 2,5%, а різниця переміщень дослідного кілка №327 за рахунок довантаження кілка в 2,51 мм (числове моделювання) та 2,48 мм (польові

випробування) має величину 1,2% (рисунок 2. 7, а). Різниця переміщення сусіднього кілка №326, розташованого на відстані 3 м від дослідного кілка, у 0,98 мм (числове моделювання) та 0,92 мм (при польовому експерименті) має величину 6,5% (рисунок 2. 7, б).

Рисунок 2.7 – Графіки залежності «навантаження-осідання» плити та дослідного кілка №327 (а), і кілка №327 і 326 (б): 1 – плита (польові); 2 – кілок №327 (польові); 3 – плита (ПК Plaxis); 4 – кілок №327 (ПК Plaxis); 5 – кілок №326 (польові); 6 – кілок №326 (ПК Plaxis)

Отже, результати числового моделювання в ПК Plaxis підтверджує вплив статичного навантаження плити, котра нез'єднана з натурним кілком, на переміщення кілка та зміну ґрунтових характеристик під плитою. Порівняння з даними польового повномасштабного експерименту показує задовільну збіжність, а різниця значень найбільших осідань не більше 6,5%.

2.2. Числове моделювання змінювання донавантажувальних сил тертя по бічній поверхні кілка від навантаження частини плити, котра нез'єднана з натурним кілком, в ПК Ansys

Для того, щоб підтвердити достовірність результатів чисельного моделювання за схемою розрахунку моделі, котра досліджується в ПК Plaxis, додатково виконано моделювання в ПК Ansys. Модель ґрунтового середовища створювалась у тривимірній постановці. При цьому враховувалися реальні

геологічні умови майданчику [30].

Як головні джерела вихідних даних, які необхідні для того, щоб побудувати скінчено-елементну модель, використовувались параметри майданчику й параметри матеріалів кілків та плити, котрі детально наведені в параграфі 2. 1.

Скінчено-елементна модель в ПК Ansys містить у собі об'ємний масив ґрунту (рисунок 2. 8, а), дослідний кілок і плиту з отвором навколо кілка (рисунок 2. 8, б, в). Наружні межі масиву ґрунту приймалися стосовно до рекомендацій, наведених у [8].

За отриманими результатами числового моделювання в програмному забезпеченні ПК Ansys були побудовані графіки залежностей осідань плити та кілка від навантаження тільки від плити (рисунок 2. 9). Необхідно звернути увагу на те, що можливості ПК Ansys практично не враховують пружний підйом кілка (крива 3 на рисунку 2. 9).

На рисунку 2. 10 представлені порівняльні графіки залежностей осідання від навантаження плити з отвором, яка нез'єднана з дослідним кілком №327, у ПК Ansys і ПК Plaxis з даними польового експерименту.

В таблиці 2. 3 представлено процентне порівняння найбільших осідань плити та дослідного кілка при найбільшому навантаженні плити $97,2 \text{ кН/м}^2$. Чисельне моделювання в програмних системах Plaxis 3D і Ansys показує задовільну сходиність з даними повномасштабного польового дослідження.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 2.8 – СЕ-модель ґрунтового масиву (а), модель плити з отвором (б) і дослідного кілка (в) у ПК Ansys

Таблиця 2.3

	Дані натурного експерименту	Моделювання в ПК Plaxis	Моделювання в ПК Ansys
Осідання плити, мм	14,6	14,23	15,8
Різниця результатів, %	Обрано за 100%	2,5	8,2
Осідання кілка, мм	2,48	2,51	2,1
Різниця результатів, %	Обрано за 100%	1,2	16,3

Рисунок 2.9 – Графіки залежності «навантаження-осідання» плити та дослідного кілка №327: 1 – плита (польовий експеримент); 2 – кілок №327 (польовий експеримент); 3 – плита (ПК Ansys); 4 – кілок №327 (ПК Ansys)

Рисунок 2.10 – Графіки залежності «навантаження-осідання» плити та дослідного кілка №327: 1 – плита (польовий експеримент); 2 – плита (ПК Plaxis); 3 – плита (ПК Ansys); 4 – кілок (польовий експеримент); 5 – кілок (ПК Plaxis); 6 – кілок (ПК Ansys)

2.3. Аналітичне рішення перерозподілу дотичних напружень по кілку при статичному навантаженні плити, що з ним нез'єднана

Як уже відмічалось, разом з чисельним моделюванням, з метою усебічного дослідження, потрібно застосовувати прості аналітичні рішення для того, щоб перевірити числові розрахунки, тестування програм на основі МСЕ і ідентифікації характеристик нелінійних ґрунтових моделей.

У даному параграфі аналітично розв'язується задача стосовно взаємодії

ненавантаженого кілка та земляної основи, котра була навантажена плитою з отвором навколо кілка й вантажем. Багатошаровий підмурок відповідає ґрунтовим умовам майданчику з натурною дослідним кілком, де виконувалися повномасштабні дослідження [30].

Від навантаження ґрунтової поверхні навколо кілка на контактї його бокової поверхні й основи ґрунту виникають донавантажувальні сили тертя, котрі розповсюджуються на певну глибину. Донавантажувальні сили тертя виникають у результаті додаткових дотичних напружень на межі контакту «кілок-ґрунтова основа», дослідження котрих потрібно виконувати за допомогою асимптотичного методу, тобто методу дослідження крайових ефектів, котрий розроблений професором Данішевським В.В. для дослідження крайових ефектів у односпрямованих волокнистих композитах, коли йде передача навантаження від волокон до матриці [1, 30, 12]. Даний метод був вдосконалений професором В.Л. Сєдіним для використання при розв'язання задачі статично навантаженого кілка в багатошаровій основі ґрунту [9, 1], застосування котрого достатньо добре узгоджується з польовими даними, чисельними дослідженнями та аналітичними рішеннями, котрі були отримані іншими ученими.

Дана задача розв'язувалась асимптотичним методом, за допомогою інтегральних перетворень в програмному середовищі (ПС) Maple, котрий дає змогу визначити дотичні, та осьові напруження по всій довжині кілка. Даний метод дає можливість врахувати пружно-пластичні властивості багатошарового масиву ґрунту обмежених розмірів, який має вигляд циліндру. Досліджуванню піддавалися напруження, котрі мають місце в багатошаровому масиві ґрунту на межі «кілок-ґрунтова основа» (крайові ефекти) при окремому навантаженні тільки плити (навантаження до кілка не прикладалося).

Використання асимптотичного методу в відповідності з [99] вимагає деяких спрощень. Задача, котра поставлена, має на увазі передачу навантаження від ґрунту до кілка, й виникнення крайових ефектів в земляному середовищі. Для того, щоб дослідити та розв'язати поставлену задачу, були прийняті такі спрощення:

- кілок розташований у центрі квадратної чарунки (рисунк 2. 11), котру

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виділено з нескінченної матриці, котра створює модель ґрунтового масиву;

- наружна межа чарунки у першому наближенні замінювалась колом з радіусом R . Таке спрощення дає можливість описувати матеріали, для котрих відсутня інформація про внутрішню геометричну будову (рисунок 2. 11);

- для рішення задачі з кілком, який розміщений у багатошаровому масиві, її розділено на окремі елементи, котрі обмежені потужністю шару ґрунту (рисунок 2. 12, а);

- величина осьових напружень, які мають місце під нижнім торцем попереднього елемента σ_z прикладалась до верхнього торця наступного елемента, за принципом суперпозиції, як це показано на рисунку 2. 12, б. Відповідно до геологічних умов, натурний кілок розташований в чотирьох інженерно-геологічних частинах;

- коефіцієнт зниження міцності α об'єднує у собі механічні параметри ґрунту: зчеплення C і кут внутрішнього тертя φ , а також наявність по всій довжині кілка поверхневої його шорсткості;

- поперечними деформаціями кілка можна знехтувати, це дозволяє розглядати його як одномірний об'єкт.

З тим, щоб актуалізувати алгоритм розрахунку, котрий запропонований в [9], стосовно до розв'язання поставленої задачі, він був удосконалений шляхом введення додаткових спрощень і кроків. Зокрема, поперечний перетин квадратного натурального кілка був замінений на коло, за умови дотримання того, що периметр перетину й довжина кола мали однакове значення в 1,4 м.

Донавантажувальні сили тертя, котрі виникають на бічній поверхні кілка, відповідно до даних числового моделювання (підрозділ 2. 1 даної роботи, рисунок 2. 5 і 2. 6), розповсюджуються на глибину, рівну $1,5 \cdot b$ (b – ширина плити), а зміна вектору та розміщення нейтральної площини у такому випадку знаходиться у ПЕ-4. В зв'язку з цим він був додатково розподілений у місці, де проходить нейтральна площина, на 2 елементи по принципу суперпозиції (рисунок 2. 12, б). Отже, для розрахунку у ПС Maple кілок було розділено на п'ять ділянок.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 2.11 – Схема ґрунтового масиву, з котрого виділено квадратну чарунку та замінено її межі колом: R – радіус чарунки, a – радіус кілка

Рисунок 2.12 – Схема розміщення кілка, з прив'язкою до геологічних умов (а) і схема розбивки кілка на окремі елементи у ПС Maple (б)

Розглянемо багат шарову основу та періодичну систему кілкового поля з кілками довжиною $l=8,5$ м; діаметром $a=0,45$ м; розмір квадратної чарунки $L=5,7a$; модуль Юнга кілка $E_p=300$ МПа; модуль зрушення різних шарів ґрунту: $G_3=10,2$ МПа, $G_4=2,22$ МПа, $G_5=2,67$ МПа, $G_6=11,11$ МПа.

За допомогою асимптотичних рішень в ПС Maple є можливість відслідкувати інтенсивність згасання осьових напружень σ_z^p на будь-якому проміжку кілка.

Бічний опір кілка безпосередньо пов'язаний з шорсткістю контактної поверхні, котра моделюється шляхом підбирання величини коефіцієнту зниження

міцності α . Величина $\alpha=0$ відповідає ідеальному контакту ($\Delta_z^{(3)} = 0$), $\alpha=1$ – повній відсутності контакту ($\Delta_{rz}^{(3)} = 0$). Так як у реальних умовах на межі «кілок-грунт» відбувається руйнування зв'язку між поверхнями, що можна пояснити «проковзуванням» кілка стосовно ґрунту, то виконання тестових розрахунків з виявлення коефіцієнту α становило першочергову задачу. Коефіцієнт α пов'язує наявність оболонки частин на поверхні контакту «кілок-грунт» (тертя на поверхні кілка та адгезію) з міцністю ґрунту (кут тертя та зчеплення).

Значення α у проміжку $0 < \alpha < 1$ описує різні ступені адгезії між компонентами системи «кілок-грунт». При формуванні рішення залишаються справедливими розв'язки за формулами [9], але замість граничної умови:

потрібно користуватися таким відношенням:

У результаті виконаних розрахунків було виявлено, що значення $\alpha=0,2$ дає можливість уникнути фіксації кілка з ґрунтом, і таким чином створити умови так званого «неідеального контакту» [9].

Якщо застосовується асимптотичний метод, потрібно доводити складні математичні рішення до найбільш простих розрахункових формул. Перевірити рішення, котрі отримані в ПС Maple, можна за допомогою простих аналітичних розв'язків [9].

Виконаний розрахунок має на увазі виявлення значень дотичних напружень на будь-котрій глибині, що дозволяє дійти наступного висновку:

де σ_z^p – осьове напруження на будь-якій глибині;

σ_p – осьове напруження в кілку;

σ_s – осьове напруження в ґрунті.

Визначаємо поздовжнє напруження σ_z^p під нижнім торцем кілка:

де S_s – площа ґрунтової чарунки;

S_p – площа перетину кілка.

(під нижнім торцем кілка);

, підставляючи у формулу (2. 4), одержимо:

, звідси

На рисунку 2. 13 наведено епюру осьових напружень у кілку, якщо значення неідеального контакту дорівнює $\alpha=0,2$.

Рисунок 2.13 – Осьові напруження у кілку, якщо значення коефіцієнту неідеального контакту $\alpha=0,2$

На епюрі (рисунок 2. 13) видно чітко виражений пік напруження, де проходить нейтральна площина, котра характеризується зміною напрямку вектора напружень по бічній поверхні кілка. Донавантажувальні сили тертя зумовлюють створення осьових напружень по довжині кілка на обмеженій ділянці $1,5 \cdot b$ (від ширини плити), котрі збільшуються до величини 235,3 кПа, після цього відбувається їх поступове зменшення. Відповідно до розрахунків у ПС Maple, осьове напруження на глибині 8,5 м мало величину 65,2 кПа. Це свідчить про початок роботи ґрунту під вістрям кілка. Так як кілок опирається на більш щільний ґрунт, то до роботи приєднується підмурок під вістрям на ранніх стадіях, що підтверджується в роботі [28]. Умовно кілок можна розділити на дві ділянки, де ділянка кілка в II зоні може передавати навантаження на ґрунт, а не навпаки.

На рисунку 2. 14 показано графік дотичних напружень, значення котрих на частині кілка в зоні I нерівномірно збільшуються з глибиною до лінії нейтральної площини. Після цього нерівномірно зменшуються на частині кілка в зоні II. Нерівномірність зменшення дотичних напружень була викликана присутністю різних ґрунтових шарів. Величина показника опору на бічній поверхні на глибині в $1,5 \cdot b$ (від ширини плити) стає найбільшим. Це свідчить про зміну напрямку вектору дотичних напружень по бічній поверхні.

Рисунок 2.14 – Залежність перерозподілу дотичних напружень на межі «кілок-грунт» якщо величина коефіцієнту неідеального контакту $\alpha=0,2$

Отже, отримані результати перерозподілу напружень у ПК Maple різняться менше, ніж на 15% від результатів чисельного моделювання у ПК Plaxis 3D. Це знаходиться у межах можливої точності.

2.4. Чисельне моделювання напружено-деформованого стану підмурку послідовно навантажених нез'єднаних між собою плитного ростверку та натурального кілка

У параграфі 2. 3 приведені результати чисельного моделювання напружено-деформованого стану взаємодії багат шарового підмурку з плитним ростверком та кілком, які нез'єднані між собою, коли вони послідовно статично навантажуються. Вихідними даними для моделювання стали умови натурального експерименту [30], при котрому навантаження плити ростверку відбувалося вагою конструкцій у умовах реального будівництва багатоповерхової будівлі, й окремо навантаження кілка, котрий нез'єднаний з плитою ростверку, виконувалось у ході її випробування двома етапами статичного навантаження вдавлювання[10].

Чисельне рішення поставленої задачі проводилося з використанням МСЕ в

ПК Plaxis 3D в нелінійній постановці з застосуванням HS-моделі ґрунтового масиву [9, 10, 11].

В області розрахунку міститься масив ґрунту, котрий складається з п'яти ІГЕ, дослідний кілок довжиною 14 м й навантаження на ростверк, яке відповідало вазі зведених поверхів будови на час випробування (І цикл – три поверхи, ІІ цикл – вісімнадцять поверхів). ПК Plaxis 3D зважає на поступове будівництво конструкції, що дозволить точно моделювати різноманітні режими навантаження. Відповідно до реальних умов будівництва, при першому циклі випробування кілка на ростверк прикладене навантаження, котре розподіляється навантаженням на підмурок, від якого складало 160 кН/м^2 , у ході моделювання другого циклу випробування кілка – $683,0 \text{ кН/м}^2$.

Фактори фізико-механічних характеристик ґрунтів для моделювання у ПК Plaxis 3D приведені в таблиці 2. 4. Параметри матеріалу кілка та ростверку наступні: питома вага $\gamma = \text{кН/м}^3$, модуль Юнга $E_I = 3 \times 10^7 \text{ кН/м}^2$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,2$.

Таблиця 2.4

Фізико-механічні характеристики ґрунтів у ПК Plaxis 3D

Параметр та його позначення	Інженерно-геологічний елемент (ІГЕ)					Од. вим.
	ІГЕ-4	ІГЕ-5	ІГЕ-6	ІГЕ-7	ІГЕ-8	
Тип поведінки матеріалу	Дренований (Drained)					
Питома вага ґрунту більше РГВ, $\gamma_{un\ sat}$	17,1	19,24	19,2	19,64	20,24	кН/м^3
Питома вага ґрунту менше РГВ, γ_{sat}	18,8	19,3	19,2	19,7	20,3	кН/м^3
Січний модуль деформації при 50% руйнуючого девіаторного напруження, E_{50}^{ref}	3600	7200	5400	6300	21600	кН/м^2
Дотичний модуль деформації при компресійних випробуваннях, E_{oed}^{ref}	7200	14400	10800	12600	21600	кН/м^2
Модуль деформації при розвантаженні та наступному навантаженні, E_{ur}^{ref}	18000	36000	27000	31500	64800	кН/м^2
Ступінь жорсткості для гіперболічної залежності від напружень, m	0,8	0,6	0,8	0,6	0,55	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЧМНДС-21 ПЗ	
						Арк. 33

Зчеплення, c_{ref}	12	9	12	10	5	кН/м ²
Кут внутрішнього тертя, φ	25	24	23	24	31	°
Кут дилатансії, ψ	0	0	0	0	1	°
Коефіцієнт Пуассона при наступному навантаженні, ν_{ur}	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	–
Коефіцієнт бічного тиску, K_0	0,563	0,594	0,8	0,6	0,55	–

Хід випробування кілка моделювався поетапно, із підвищенням зосередженого навантаження, котре прикладається до верхньої точки кілка відповідно до натурних випробувань на кожному етапі. Результати, отримані на кожному етапі були початковими умови для наступного етапу.

Розрахунок виконувався до найбільшого навантаження, котре на першому циклі $P_{max}=3200$ кН, у ході другого циклу – $P_{max}=3800$ кН. Розвантаження кілка проводилося поетапно величиною 200 кН.

Коректність чисельного моделювання оцінювалась через порівняння результатів з даними польових випробувань. Основними характеристиками для оцінки розрахунку та порівняння слугували такі характеристики, як навантаження P та осідання S (рис. 2. 15).

Аналіз графіку (рисунок 2. 15) показує, що різниця осідань кілка при його найбільшому навантаженні першого циклу 3200 кН в 43,23 мм (чисельне моделювання) та 41,55 мм (польові випробування) не перевищує 5%. Різниця величини підйому кілка після його розвантаження в 16,67 мм (кінцеві осідання кілка 26,56 мм – чисельне моделювання) та величини підйому 9,15 мм (кінцеві осідання кілка 32,4 мм – польові випробування).

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 2.15 – Графік залежності «навантаження-осідання» дослідного кілка циклами статичного «навантаження-розвантаження»: 1 – перший цикл (польові випробування), 2 – перший цикл (ПК Plaxis), 3 – другий цикл (польові випробування), 4 – другий цикл (ПК Plaxis)

У ході другого циклу при навантаженні в 3200 кН осідання виявилося тільки величиною 19,03 мм (польові випробування) й 21,57 мм (чисельне моделювання), котре складає 11%.

Осідання кілка при його найбільшому навантаженні у ході другого циклу 3800 кН, виявилися завищеними 45,09 мм порівняно з польовими даними 40,32 мм та різниця у цьому випадку не перевищує величини 11% (рисунок 2. 15). Різниця осідань кілка після розвантаження та його підйому між значеннями при польових випробуваннях (29,78 мм) та чисельному моделюванні (28,6 мм) становила 4%.

Отже, прийнятна сходимість результатів у межах 4÷11% говорить про правильність ідентифікації параметрів HS-моделі земляного середовища, котрі відповідають фактичному стану.

2.5. Вибір фундаментів

Проектування підмурків і фундаментів полягає у виборі основи, типу, конструкції та головних розмірів фундаменту у спільному розрахунку підмурку й фундаменту частини будівлі. Проектування виконується за даними інженерно-геологічних та гідрогеологічних вишукувань, даними стосовно кліматичних умов району будівництва. При цьому враховуються місцеві умови.

За основу приймаємо ґрунтовий масив, на котрому зводиться споруда. У

тому випадку, коли в якості основи використовуються ґрунти в стані природного залягання чи після невеликої попередньої підготовки, вони називаються природними основами.

Ґрунти – подроблені гірські породи, котрі мають у своєму складі окремі мінеральні частки різної форми та величини, порожнини між котрими заповнені водою, розчином або газом.

Фундамент – це підземна частина будови, котра розташована нижче земляної поверхні, котра сприймає навантаження від надземної частини та передає його на основу.

Поверхня спирання фундаменту на підмурок називається його підощвою, а відстань від планової позначки на землі до підощви – називається глибиною закладення. Границі між фундаментом, та конструкцією, котра спирається й границі між ізольованими уступами називають обрізами.

У залежності від геологічної структури основа складається з одного чи декількох шарів ґрунту та, відповідно, називається гомогенним чи шаруватим. Верхній шар шаруватого підмурку, на котрому безпосередньо розміщений фундамент, називається несучим, а шари, котрі розміщені нижче – підстиляючими шарами.

Підмурок, фундамент та поверхнева конструкція нерозривно пов'язані між собою, взаємовпливають один на одного та мають розглядатися як єдина система. Деформація та стійкість ґрунтів підмурку залежать від особливості платформи навантаження, розмірів та конструкції фундаменту та всієї будівлі. Головні розміри конструкції фундаменту визначаються в залежності від геологічної будови майданчика будівництва, стискання ґрунтів, а також від тиску, котрий ґрунти можуть сприймати.

Головний розрахунок використовується за деформаціями основи будов та споруд. У залежності від кута внутрішнього тертя, питомого зчеплення та модуля деформації, а так само за допустимим тиском на ґрунт.

Глибина закладення фундаментів може бути визначена з урахуванням наступного:

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Призначення, конструктивних особливостей будови або споруди (наявності підвалів, підземних комунікацій, фундаментів для розміщення обладнання тощо);

- Глибини залягання фундаментів, які примикають до поруч розташованих будов і споруд;

- Глибини сезонного замерзання ґрунтів;

- Нормативної документації (вибір глибини залягання підшви фундаменту, призначення, виду та типу фундаменту, визначення розрахункового опору ґрунту підмурку, перевірка середнього тиску під підшвою);

- Розраховування просадки фундаменту.

2.6. Оцінка інженерно-геологічних умов майданчика будівництва

Майданчик будівництва розташований у с. м. т. Олександрівка, Кіровоградської області. Інженерно-геологічні умови майданчика будівництва виявлено бурінням 5-ти свердловин глибиною 13÷14 м. У ході бурінні визначені такі нашарування ґрунтів (зверху вниз):

шар перший – насипний (міцність пласта 6,0 м);

шар другий – суглинки (міцність пласта 6,0 м);

шар третій – супіски (міцність пласта 10,0 м).

Підґрунтові води мають місце на глибині 11,5 м від поверхні.

Глибина сезонного замерзання – 1,5 м.

2.7. Фізико-механічні параметри ґрунтів

Суглинок

- коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{P_s}{P} \cdot (1 + 0.01\omega) - 1; \quad e = \frac{2.66}{1.9} \cdot (1 + 0.01 \cdot 35) - 1 = 0.89, \quad (2.1)$$

де P_s – щільність частинок сухого ґрунту;

P – щільність частинок ґрунту;

ω – вологість ґрунту.

- коефіцієнт відносного стискання:

$$m_g = \frac{m_0}{1 + e}; \quad m_g = \frac{0.23}{1 + 0.89} = 0.12 \text{ МПа}^{-1}, \quad (2.2)$$

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

де m_0 – коефіцієнт відносного стискання.

m_0 – модуль деформації:

$$E = \frac{\beta}{m_0}; \quad E = \frac{0,62}{0,12} = 5,17; \quad (2.3)$$

β – ступінь вологості:

$$S_r = \frac{0.01 \cdot \omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}; \quad S_r = \frac{0.01 \cdot 35 \cdot 26.6}{0.89 \cdot 10} = 1.05; \quad (2.4)$$

де γ_s – максимальна вага сухого ґрунту;

γ_w – максимальна вага води.

ω – показник текучості:

$$I_L = \frac{\omega - \omega_p}{\omega_L - \omega_p}; \quad I_L = \frac{35 - 20}{36 - 20} = 0.94, \quad (2.5)$$

де ω_0 – вологість на границі розкатування;

ω_L – вологість на границі текучості.

при $0.75 < I_L \leq 1$ суглинки належать до категорії текучо-пластичних.

Супісок

- коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{2.63}{1.92} \cdot (1 + 0.01 \cdot 25) - 1 = 0.71;$$

- коефіцієнт відносного стискання:

$$m_0 = \frac{0.21}{1 + 0.71} = 0.12 \text{ МПа}^{-1};$$

-модуль деформації:

$$E = \frac{0,74}{0,12} = 6,17;$$

- ступінь вологості:

$$S_r = \frac{0.01 \cdot 25 \cdot 26.3}{0.71 \cdot 10} = 0,93;$$

- показник текучості:

$$I_L = \frac{25 - 22}{29 - 22} = 0,43.$$

При $0 < I_L < 1$ супіски належать до категорії пластичних.

Супіски насичені водою.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

2.8. Оцінка конструктивних ознак будови та характеру навантажень

Фундамент розраховується для найбільш характерної ділянки будови – зовнішньої стіни. На плані першого поверху вказано головні несучі конструкції підземного елементу та визначаються розрахункові навантаження, котрі діють на рівні обрізування фундаменту. Розрахункові величини навантажень, які діють, визначаються в залежності від нормативних значень за коефіцієнтами надійності за навантаженням γ_f , котрі повинні відповідати граничному стану, який розглядається, та враховувати можливі відхилення навантаженості у позитивний бік від значень за нормативами.

Навантаження та впливи на підмурок, котрі через фундамент передаються будові, повинні визначатись розрахунком, виходячи з розгляду спільної роботи будови та основи чи фундаменту та основи.

У більшості випадків обчислення спільної роботи наземної конструкції, фундаменту та основи вельми складні, у зв'язку з чим навантаження на фундаменти розраховуються окремо. При цьому беруться до уваги навантаження, які виникають у ході будівництва та експлуатації будови.

У ході проектування фундаментів потрібно враховувати, що розрахунок основ за деформацією повинен здійснюватися за розрахунковим зв'язком навантажень з коефіцієнтом надійності по навантаженням $\gamma_f = 1$. При розрахунку основ будов та споруд за I групою граничних станів (несучої здатності) приймаються наступні: металеві конструкції $\gamma_f = 1,05$; бетонні конструкції $\gamma_f = 1,1$; залізобетонні, кам'яні, дерев'яні $\gamma_f = 1,3$; навантаження від кранів $\gamma_f = 1,1$; снігове та навантаження від вітру $\gamma_f = 1,4$.

Навантаження перетину 1-1:

Вантажна площа: $A_{ep} = 1 \cdot 6 = 6 \text{ м}^2$

Постійні навантаження:

Навантаження від власної ваги стіни:

$$N_1 = b_{ct} \cdot h_{ct} \cdot 1_{ml} \cdot \gamma_k = 0,64 \cdot 9,14 \cdot 1 \cdot 1,5 = 87,74 \text{ кН} \quad (2.6)$$

Навантаження від власної ваги плит перекриття:

$$N_2 = q_{pl} \cdot A_{ep} \cdot n = 2,0 \cdot 6 \cdot 2 = 24 \text{ кН} \quad (2.7)$$

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Навантаження від власної ваги покрівлі: } N_3 = q_{cm} \cdot A_{cp} = 1,8 \cdot 6 = 10,8 \text{ кН} \quad (2.8)$$

Навантаження від власної ваги перегородок:

$$N_4 = 1 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \cdot A_{cp} \cdot n = 1 \cdot 6 \cdot 2 = 12 \text{ кН} \quad (2.9)$$

Навантаження тимчасові:

Корисне навантаження на один поверх:

$$N_5 = 1,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \cdot A_{cp} \cdot n = 1,5 \cdot 6 \cdot 2 = 18 \text{ кН} \quad (2.10)$$

$$\text{Навантаження від ваги покриття снігу: } N_6 = S_0 \cdot A_{cp} = 1 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \cdot 6 \text{ м}^2 = 6 \text{ кН} \quad (2.11)$$

$$\text{Таким чином: } N_{II} = \sum N_i = 87.74 + 24 + 10.8 + 12 + 18 + 6 = 158.54 \text{ кН} \quad (2.12)$$

2.9. Проектування фундаментів неглибокого закладання

Приймаємо фундамент неглибокого закладання. У основі фундаментів запроектовано збірні залізобетонні плити. Стіни фундаментів – збірні залізобетонні блоки за ДЕСТ 17.98-19. Відмітка нижньої частини збірного фундаменту перебуває на висоті –3,620 м.

Фундаменти неглибокого закладання проєктуються, зазвичай, за другою групою граничних станів (за деформаціями). Розрахунок фундаментів та їх підмурків за деформаціями повинно виконуватися ґрунтуючись на зв'язку розрахункових навантажень N_i , $\dot{I}_i$, Q_i з коефіцієнтами надійності, котрі дорівнюють одиниці.

Первинні розміри підшови фундаменту знаходяться в результаті порівняння середнього тиску під підшовою фундаменту та розрахункового опору ґрунту підмурку:

$$P \leq R, \quad (2.13)$$

де P – тиск під підшовою фундаменту;

R – розрахунковий опір ґрунту підмурку, котрий має контакт з підшовою фундаменту.

У подальшому визначається величина розрахункової осадки, котра порівнюється з максимально допустимою, для даного типу будови:

$$S \leq S_u, \quad (2.14)$$

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де S – розрахункова величина просадки;

S_u – максимально допустима просадка.

Розрахунок просадки виконуємо методом пошарового складання.

Виконаємо розрахунок фундаменту на природній основі під зовнішню стіну. Граничне навантаження по обрізу фундаменту для виконання розрахунку за деформаціями $N_i = 158,54$ кН. Базою служать суглинки з міцністю шару 6,0м. Підстеляючий шар – супісок.

Стіни несучі, виконані з цегли. Приймаємо стрічковий фундамент з залізобетонних подушок та бетонних блоків (рисунк 2. 15).

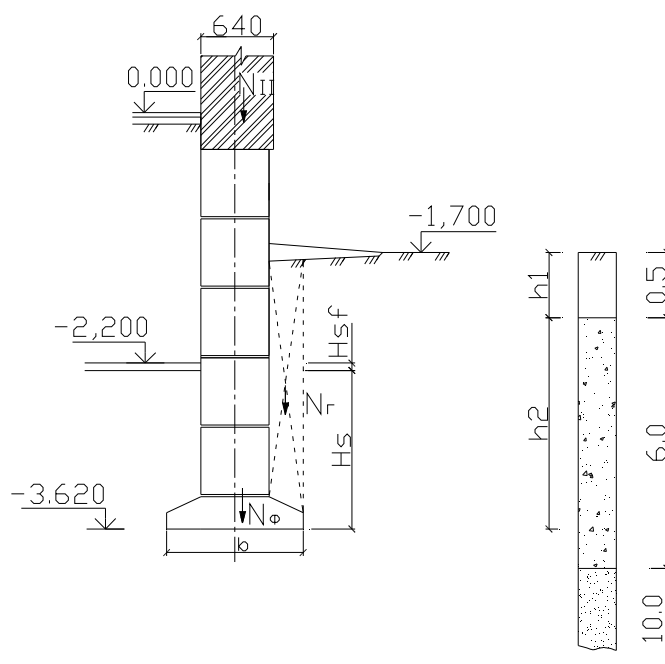


Рис. 2.15. Схема для розрахунку стрічкового фундаменту

Розрахункову глибину сезонного замерзання визначаємо за формулою:

$$d_f = k_h \times d_{fn}; \quad (2.15)$$

$$d_f = 0,4 \times 1,50 = 0,6 \text{ м},$$

де $d_{fn} = 1,5 \text{ м}$; $k_h = 0,4$.

Конструктивні особливості будівлі призначаємо з урахуванням відмітки підшови фундаменту -3,620 м.

Ширину підшови фундаменту визначаємо з умови, щоб величина середнього тиску не перевищувала розрахунковий опір ґрунту підмурку R .

Призначаємо у першому наближенні ширину підшови фундаменту $a = 1,0 \text{ м}$.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Визначимо розрахунковий опір ґрунту підмурку за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b_{\gamma II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c C \right]; \quad (2.16)$$

де γ_{c1} і γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи,

$$k = 1,1;$$

$$k_z = 0,87 (b < 10 \text{ м});$$

$M_{\gamma}, M_q, M_{\bar{n}}$ – коефіцієнти, котрі приймають за умови, що $\varphi = 16^\circ$;

b – ширина підосви фундаменту;

γ_{II} – середня величина максимальної ваги ґрунту, котрий залягає нижче підосви фундаменту;

γ'_{II} – середня величина граничної ваги ґрунту, котрий залягає вище підосви фундаменту;

C – розрахункова величина максимального щеплення ґрунту, котрий залягає просто під підосвою фундаменту, кПа;

d_1 – глибина закладання фундаменту у будові, котра має підвал.

$$\gamma_{c1} = 1,2, \gamma_{\bar{n}2} = 1,0$$

$$\left. \begin{array}{l} M_{\gamma} = 0,36 \\ M_q = 2,43 \\ M_c = 4,99 \end{array} \right\} \varphi = 16^\circ$$

$$d_1 = h_s + h_{sf} \frac{\gamma_{cf}}{\gamma'_{II}} = 1,4 + 0,2 \frac{22}{18,3} = 1,64 \text{ м} \quad (2.17)$$

$$d_b = 2,0 \text{ м};$$

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} \left[0,36 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 19,14 + 2,43 \cdot 1,64 \cdot 18,13 + (2,43 - 1) \cdot 2 \cdot 18,13 + 4,99 \cdot 15 \right] = 204,95 \text{ кН/м}$$

Визначимо орієнтовну площу підосви на 1 м фундаменту. При цьому приймаємо середнє розрахункове значення максимальної ваги фундаменту та ґрунту за наявності підвалу $\gamma_{\bar{n}d} = 17,0 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$.

$$A = \frac{N_{II}}{R - \gamma_{\bar{n}d} \cdot d} = \frac{158,54}{204,95 - 17 \cdot 3,6} = 1,1 \text{ м}^2. \quad (2.18)$$

Приймаємо фундаментну подушку $b = 1,2 \text{ м}$

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} [0,36 \cdot 0,87 \cdot 1,2 \cdot 19,14 + 2,43 \cdot 1,64 \cdot 18,13 + (2,43 - 1) \cdot 2 \cdot 18,13 + 4,99 \cdot 15] = 206,15 \text{ кН/м}^2$$

Середній тиск під подошвою фундаменту

$$P = \frac{N_{II} + N_{\delta} + N_{\delta}}{A} = \frac{158,54 + 50 + 30}{1 \cdot 1,2} = 198,78 \text{ кН/м}^2 \quad (2.19)$$

$$R > P \quad 206,15 > 198,78 \quad (\Delta = 3,5\% < 5\%)$$

2.10. Розрахунок деформації основи фундаменту

Деформації ґрунтів підмурків під навантаженням відбуваються здебільшого у результаті переміщення та перегрупування мінеральних частинок, котрі викликають стискання і зсування ґрунтів. Самі частинки та воду у порах вважають такими, що не деформуються. Вертикальні деформації природних підмурків можуть виникати за рахунок того, що ґрунти просідають.

Просадка проходить при невеликих, які близькі до вертикальних переміщень частинок – стискання ґрунту.

Розрахункову просадку визначаємо методом пошарового додавання просадок кожного шару в рамках товщини основи, що стискається. Просадка даним методом знаходиться приблизно тільки від вертикальних напружень. Товщина ґрунту нижче подошви фундаменту ділиться на прості шари.

2.11. Конструктивні рішення збірних елементів сходов

Сходи діляться на основні та допоміжні, а за кількістю маршів у межах одного поверху можна виділити двох маршові.

Найбільшу ширину сходових маршів приймаємо 2,8 м. У марші число сходинок повинно бути не менше 3 й не більше 16. Ширину сходових майданчиків приймають не менше ширини маршу.

Сходи зі збірних залізобетонних елементів улаштовують двох маршовими, котрі складаються з конструктивних елементів двох типів: сходової плити, котра монолітно обмежена за контуром ребрами (балками), та сходових маршів із сходами. Марші спираються на консольні виступи крайніх (бічних) ребер майданчикових плит й з'єднуються з ними за допомогою закладних кутиків чи пластинок на зварюванні не менше, ніж в двох місцях.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.12. Розрахунок східцевих маршів та майданчикових плит

Збільшені марші та майданчикові плити східців являють собою залізобетонні плити східців, котрі працюють на згинання як частини таврового перетину з поличкою у стисненій зоні. Стандартне навантаження для виконання розрахунку збірних залізобетонних частин східців приймаємо залежно від призначення будови $3-5 \text{ кН/м}^2$.

Збірні залізобетонні частини східців розраховуємо так, як й панелі перекриття за міцністю (перша група межових станів) та за деформаціями (друга група межових станів).

2.12.1. Розрахунок збірного залізобетонного маршу

2.12.1.1. Завдання для проєктування

Необхідно розрахувати та спроектувати залізобетонний марш шириною 1,23 м для східців будови. Висота поверху дорівнює 3 м. Кут нахилення маршу $\alpha \approx 30^\circ$, східці розміром 15x30 см.

Бетон класу В20, арматура каркасів класу А-III, сіток Вр-I.

Розрахункові дані бетону та арматури наступні: для бетону класу В 20, $R_b = 11.5 \text{ МПа}$, $R_{bt} = 0.9 \text{ МПа}$, $\gamma_{b2} = 0.9$, $R_{b,ser} = 18.5 \text{ МПа}$, $R_{bt,ser} = 1.4 \text{ МПа}$, $E_b = 24000 \text{ МПа}$; для арматури класу А-III $R_s = 355 \text{ МПа}$, $R_{s0} = 285 \text{ МПа}$; для дротової арматури класу Вр-I $R_s = 365 \text{ МПа}$, $R_{s0} = 265 \text{ МПа}$.

2.12.1.2. Визначення навантажень і зусиль

Власна вага типових маршів за каталогом індустріальних виробів для житлового і громадського будівництва складає $q_n = 3.6 \text{ кН/м}^2$ горизонтальної проєкції.

Розрахункова схема маршу наведена на рисунку 2. 16.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

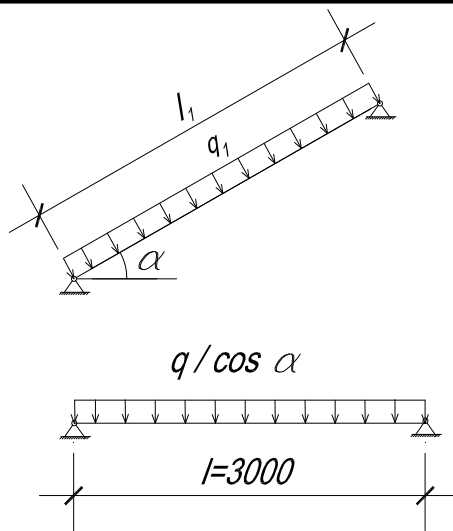


Рисунок 2.16. – Схема до розрахунку сходового маршу

Тимчасове стандартне навантаження для сходов адміністративних будов дорівнює $p^H = 2 \text{ кН} / \text{м}^2$, коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f = 1.2$; тимчасове навантаження $p_{ld}^H = 1 \text{ кН} / \text{м}$.

Розрахункове навантаження на 1м довжини маршу:

$$q = (q^n \cdot \gamma_f + p^n \cdot \gamma_f) \cdot d = (3,6 \cdot 1,2 + 2 \cdot 1,2) \cdot 1,23 = 8,266 \text{ кН} / \text{м} \quad (2.20)$$

Розрахунковий згинаючий момент у середній частині прольоту маршу:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot \cos \alpha} = \frac{8,266 \cdot 3^2}{8 \cdot 0,867} = 10,7 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.21)$$

Поперечна сила на опорі

$$Q = \frac{q \cdot l}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{8,266 \cdot 3}{2 \cdot 0,867} = 14,3 \text{ кН} \quad (2.22)$$

2.12.1.3. Попереднє призначення розмірів перетину маршу

Використовуємо для типових фабричних форм, призначаємо товщину плити (за перетином між сходами) $h'_f = 30 \text{ мм}$, висоту ребер косоурів $h = 170 \text{ мм}$, товщину ребер $b_p = 80 \text{ мм}$ (рисунок 2. 16, б).

Реальний перетин маршу замінюється на тавровий з полчкою у стисненій зоні (рисунок 2. 16): $b = 2 \cdot b_p = 2 \cdot 80 = 160 \text{ мм}$, ширину полочки приймають не більшу

$$b'_f = 2 \frac{l}{6} + b = 2 \frac{300}{6} + 16 = 116 \text{ см} \text{ або } b'_f = 12 \cdot h'_f + b = 12 \cdot 3 + 16 = 52 \text{ см},$$

приймають за розрахункове менше значення $b_f' = 52\text{см}$.

2.12.1.4. Підбір площини перетину поздовжньої арматури

Встановлюємо розрахунковий випадок для таврового (при $x = h_f'$): при $M \leq R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h_f')$, нейтральна вісь проходить в поличці; $10,7 < 11,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 52 \cdot 3 \cdot (14,5 - 0,5 - 3) = 2098800\text{Н} \cdot \text{см}$; умова виконується, нейтральна вісь проходить у поличці, розрахунок арматури виконуємо за формулами для прямокутних перетинів шириною $b_f' = 52\text{см}$.

Розраховуємо площу:

$$A = \frac{M \cdot \gamma_n}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b_f' \cdot h_0} = \frac{1070000 \cdot 1}{11,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 52 \cdot 14,5^2} = 0,09 \quad (2.23)$$

Знаходимо $\eta = 0,937$; $\xi = 0,125$;

$$A_s = \frac{M \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{1070000}{0,937 \cdot 14,7 \cdot 355 \cdot 100} = 2,19\text{см}^2 \quad (2.24)$$

Тимчасове стандартне навантаження $3\text{кН}/\text{м}^2$, коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f' = 1,2$. Марки матеріалів приймаємо аналогічно наведеному у розрахунку східцевого маршу: бетон класу В20, арматура каркасів з сталі А-III, сітки зі сталі Вр=I.

2.12.2.2. Розрахунок навантажень

Власна стандартна вага плити при $h_f' = 6\text{см}$; $q^n = 0,06 \cdot 20000 = 1200\text{Н}/\text{м}^2$;

Розрахункова вага плити: $q = 1200 \cdot 1,1 = 1320\text{Н}/\text{м}^2$;

Розрахункова вага крайнього ребра, розташованого біля стіни:

$$q = 0,14 \cdot 0,09 \cdot 1 \cdot 20000 \cdot 1,1 = 277,2\text{Н}/\text{м},$$

Розрахункова вага лобового ребра (з урахуванням ваги плити):

$$q = 10,29 \cdot 0,11 + 0,07 \cdot 0,07 \cdot 20000 \cdot 1,1 = 809,6\text{Н}/\text{м}^2.$$

Нестале розрахункове навантаження: $p = 3 \cdot 1,2 = 3,6\text{Н}/\text{м}^2$.

2.12.2.3. Розрахунок полички плити

Поличку плити поперечних ребер розраховуємо як елемент балки з частинним защемленням на опорах.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням утворення пластичного шарніру, згинаючий момент у прольоті та на опорах, який визначаємо з рівняння моментів.

$$M = M_s = \frac{q \cdot l^2}{16} = \frac{11300 \cdot 1,13^2}{16} = 902 H \cdot m \quad (2.25)$$

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

$$A_0 = \frac{M \cdot \gamma_n}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{9020 \cdot 1}{11,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 4^2} = 0,0545 \quad (2.26)$$

Визначаємо $\eta = 0,973$; $\xi = 0,0545$;

$$A_s = \frac{M \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{9020 \cdot 1}{0,973 \cdot 4 \cdot 355 \cdot 100} = 0,65 \text{ см}^2 \quad (2.27)$$

Вкладаємо сітку С-1 з арматури $\varnothing 5$ Вр-I з кроком $s=200$ мм $A_s = 0,79 \text{ см}^2$.

2.12.2.4. Розрахунок лобового ребра

На лобове ребро діють такі навантаження:

Постійне та тимчасове, котре рівномірно розподілене від половини прольоту полицки та від власної ваги;

$$q = (1320 + 3600) \cdot \frac{1,35}{2} + 1100 = 3321 H / m; \quad (2.28)$$

Рівномірно розподілене навантаження від опорної реакції маршів, яке прикладене до виступу лобового ребра, викликає його згин

$$q_n = \frac{Q}{a} = \frac{17800}{1,35} = 1320 H / m. \quad (2.29)$$

Згинаючий момент на виступі від навантаження q на 1 м^2

$$M_1 = q_n \cdot \frac{10 + 7}{2} = 1320 \cdot 8,5 = 112 H \cdot m \quad (2.30)$$

Визначимо розрахунковий момент згинання у середній частині прольоту ребра (маючи на увазі умовно малі розриви, при котрих q_1 діє по всьому прольоту):

$$M = \frac{(q + q_1) \cdot 8}{8} = \frac{(3321 + 1320) \cdot 3,2^2}{8} = 5940,48 H \cdot m \quad (2.31)$$

Розрахункова величина поперечної сили із урахуванням $\gamma_n = 0,95$

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$Q = \frac{(q + q_1) \cdot l \cdot \gamma_n}{2} = \frac{(3321 + 1320) \cdot 3,2 \cdot 1}{2} = 7425,6H \quad (2.32)$$

Розрахунковий перетин лобового ребра є тавровим з поличкою у стисненій частині шириною $b'_f = 6 \cdot h'_f + b_r = 6 \cdot 6 + 12 = 48 \text{ см}$. Так як ребро монолітно зв'язане з полицею, котра допомагає сприйняти момент від консольного виступу, то розрахунок лобового ребра може бути виконаний з урахуванням дії тільки моменту згину $M = 5940,48H \cdot \text{м}$

Відповідно до загального порядку розрахунку моментів згину визначимо (враховуючи коефіцієнт надійності $q_n = 1$).

Знаходимо нейтральну вісь при $x = h'_f$

$$\begin{aligned} M \cdot \gamma_n &= 5940,48 \cdot 1 < R_b \cdot \gamma_{b_2} \cdot b'_f \cdot h_f \cdot (h_0 - 0,5h'_f) = \\ &= 11,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 6 \cdot (31,5 - 0,5 \cdot 6) = 8,5 \cdot 10^6 H \cdot \text{см}. \end{aligned} \quad (2.33)$$

Умова виконується, тому нейтральна ось проходить у поличці;

$$A_0 = \frac{M \cdot \gamma_n}{b'_f \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{b_2}} = \frac{594048 \cdot 1}{48 \cdot 31,5^2 \cdot 11,5 \cdot 100 \cdot 0,9} = 0,012; \quad (2.34)$$

Знайдемо $\eta = 0,993; \xi = 0,012$;

$$A_s = \frac{M \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{594048 \cdot 1}{0,993 \cdot 31,5 \cdot 355 \cdot 100} = 0,53 \text{ см}^2 \quad (2.35)$$

Прийmemo з конструктивних міркувань 2 Ø 10 А-III, $A_s = 1,57 \text{ см}^3$, про відсоток армування

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = \frac{1,54}{12 \cdot 31,5} \cdot 100 = 0,42\% \quad (2.36)$$

2.13. Розрахунок похилого перетину лобового ребра від дії поперечної сили

Знайдемо проекцію похилого перетину на поздовжню ось С, при

$$Q = 7,42 \text{ кН}.$$

$$\begin{aligned} B_b &= \varphi_{b_2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b_2} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 1,214 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 12 \cdot 31,5^2 = \\ &= 2,6 \cdot 10^6 H / \text{см}, \end{aligned} \quad (2.37)$$

$$\text{де } \varphi_n = 0; \varphi_f = 0,75 \cdot (3 \cdot h'_f) \cdot h'_f / b \cdot h_0 = 0,75 \cdot 3 \cdot 6^2 / 12 \cdot 31,5 = 0,214 < 0,5; \quad (2.39)$$

$$(1 + \varphi_f + \varphi_n) = (1 + 0,214 + 0) = 1,214 < 1,5$$

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

У розрахунковому похилому перетині $Q_b = Q_{sw} = \frac{Q}{2}$, тоді

$$C = \frac{B_b}{0,5 \cdot Q} = \frac{26 \cdot 10^5}{0,5 \cdot 7,425} = 700 \text{ см} > 2 \cdot h_0 = 2 \cdot 31,5 = 63 \text{ см}, \quad (2.40)$$

Прийmemo $C=63$ см.

Знайдемо:

$$Q_b = \frac{B_b}{C} = \frac{27,4 \cdot 10^5}{63} = 41,27 \cdot 10^3 \text{ Н} = 41,27 \text{ кН} > Q = 7,42 \text{ кН} \quad (2.41)$$

Таким чином, поперечна арматура за розрахунком не являється необхідною. За конструктивними вимогами прийmemo закриті хомути (з урахуванням згинального моменту на консольному виступі) з арматури Ø 10 класу А-III з кроком 150 мм.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1. Загальна частина

У розділі «Технологія та організація будівельного виробництва» розробляємо таку документацію:

- календарний план на будівництво споруди;
- будгенплан;
- технологічну карту на цегляну кладку;
- технологічну карту на монтаж навісного фасаду з вентиляцією.

Коротка характеристика об'єкту:

Площа, котра забудовується – 996 м^2 ;

Об'єм будови – $3984,5 \text{ м}^3$;

Будова двоповерхова, має розміри в плані 30х18,3 метри; висота 10,43м.

Головні матеріали: цегла глиняна, збірний залізобетон,

Термін будівництва – 14 місяців.

Місцеві умови будівництва.

Транспортування виконується автомобільним транспортом, середня відстань транспортування не більше 5 кілометрів;

Енергопостачання будівельного майданчика здійснюється від наявної трансформаторної мережі;

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Тимчасовий водопровід – від наявних мереж.

3.2. Роботи у підготовчий період

Перед початком будівництва будови необхідно виконати низку робіт щодо підготовки майданчику будівництва. Склад робіт залежить від місцевих умов майданчика, його розміщення на вільній території чи у рамках міської забудови, а також пори року.

До складу підготовчих робіт належать:

- Інженерно-геологічні розвідки та створення геодезичної та розбивочної основи;

- Розчистка та планування території;

- Відведення поверхневих і ґрунтових вод;

- Підготовка майданчику до будівництва та його благоустрій.

Інженерно-геологічні розвідки на будівельному майданчику містять у собі:

- Інженерну оцінку ґрунтів та їх несучої здатності;

- Визначення рівня ґрунтових вод на території будівельного майданчика;

- Створення базової геодезичної основи;

- Розбивку будов та споруд на місцевості.

Комплекс робіт по розчищенню території містить:

- Пересаджування чи захист зелених насаджень;

- Розчищення майданчику від зайвих дерев, чагарнику, викорчовування пнів;

- Знімання родючого шару ґрунту;

- Знесення або розбирання непотрібних споруд;

- Від'єднання чи перенесення з майданчика на інше місце наявних інженерних мереж;

- Початкове планування будівельного майданчику.

Роботи з відведення поверхневих та ґрунтових вод містять у собі:

- Влаштування напірних і водовідвідних каналів, обвалування;

- Відкритий та закритий дренажі;

- Планування поверхні майданчиків для складування та монтажу.

Підготовка та облаштування будівельного майданчику містять:

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Зведення тимчасових шляхів та під'їздів до будівельного майданчику;
- Прокладання тимчасових комунікацій;
- Влаштування майданчиків для стоянки будівельної техніки;
- Огородження будівельного майданчику;
- Підготовка тимчасових побутових приміщень.

3.3. Організація і технологія виконання будівельно-монтажних робіт

3.3.1. Земляні роботи

Земляні роботи необхідно розпочинати із зрізання ґрунту до межі нульових робіт, а потім улаштувати зливну канаву для відведення атмосферних опадів. З цією метою використовують нахил наявного рельєфу. Перед завершення вертикального планування на майданчику будівництва необхідно відрити котлован з уступами до проектної відмітки, де буде закладатися фундамент. Для виконання ґрунтових робіт використовується екскаватор з ємністю ківша у комплекті з бульдозером та автомобільними самоскидами для перевезення ґрунту.

Підсипання ґрунту, влаштування корита для проїздів і планувальні роботи здійснюється бульдозером. Зворотне засипання траншей після улаштування фундаментів здійснюється бульдозером. Ущільнення ґрунту біля фундаментів на відстані 0,6 м від стіни та 0,4 м над верхнім обрізом, а також у стиснених умовах здійснюється пневматичною трамбовкою. Зайвий обсяг ґрунту відвозиться автомобільними самоскидами в відвал.

3.3.2. Облаштування фундаментів

Під несучі стіни будови передбачено улаштування збірного стрічкового фундаменту. Він складається з подушок. Вкладаються в підмурок фундаментів та стінових блоків, котрі являються стінами підземної частини будови. Фундаментні блоки вкладають на піщану подушку, котра має товщину 10 см.

Позначку основи перевіряють нівеліром. Стрічкові фундаменти розпочинають монтувати з маякових блоків, які розташовуються по кутах та в місцях, де перетинаються стіни. Після цього шнур причалку піднімають до рівня верхнього зовнішнього ребра блоків й по ньому розміщують усі проміжні блоки.

Перед початком монтажу стінових фундаментних блоків на стрічці фундаментних подушок роблять помітки поздовжньої та поперечної осі. При

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цьому використовують для цієї мети дротяні осі. Монтаж фундаментних блоків розпочинають з установлення кутових, після кутових установлюють проміжні маякові блоки, відстані між якими – 20÷30 м один від одного. По ним і натягують маякові причалки.

За наявності підвальних поверхів улаштовують вертикально розміщену гідроізоляцію.

3.3.3. Влаштування покриттів та чистих підлог

Перед тим, як будуть улаштовані покриття підлог повинні бути закінчені роботи по прокладанню прихованих комунікацій, закладені отвори, встановлені й закріплені обрамлення каналів та закінчені усі роботи, виконання котрих здатне викликати ушкодження покриття підлоги. Основа для покриття підлоги має бути рівною, сухою та старанно очищеною від пилу й сміття.

Бетонне покриття підлог улаштовується на бетонній основі (по підстиляючому шару). Рівність основи перевіряється рейкою, завдовжки два метри.

Перед тим, як буде укладене бетонне та цементне покриття, основа ґрунтується цементним молоком. Вирівнювання та кінцеве ущільнення поверхні покриття виконується вібраційною рейкою. Після цього виконується влаштування покриттів з лінолеуму. Рулони лінолеуму розгортаються та нарізаються полотнища необхідної довжини. Розкатані полотнища тримають у розкратаному стані не менше трьох діб. Опуклості та вигнуті місця притискають і залишають так до того, як вони повністю вирівнюються. За довжиною полотнища стикують прирізуванням, а також зварюванням. Для прирізування розкатані полотнища складають з нахлестом з величиною припуску 10÷20 мм. Потім два полотнища прорізають за допомогою лінійки. В результаті вони щільно прилягають один до одного. Стелять лінолеум шляхом приклеювання до основи. Зворотний бік лінолеуму змащують мастикою, нанесені шари мастики підсушують перед тим, як наклеїти «до відліплювання». Полотнища лінолеуму притискають та накрочують до основи. При цьому необхідно уникати появи повітряних прожилок. Особливо ретельно необхідно приклеювати лінолеум у місцях стикування. Для цього наклеювання лінолеуму виконують у два етапи. На першому етапі приклеюють

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полотнища без промазування мастикою смуг вздовж стику з шириною 10÷15 см. На другому етапі після наклеювання та накочування полотнищ приклеюють кромки. Лінолеум вкладають насуху в вигляді килимів, які мають розмір кімнати.

3.3.4. Оздоблювальні роботи

Штукатурні роботи.

Перед тим, як почати штукатурні роботи, цегляну поверхню потрібно очистити від пилу, бруду та виступів на поверхню солей (висолів).

Щоб забезпечити необхідні вертикальну та горизонтальну поверхні штукатурки потрібно виконувати штукатурні роботи з допомогою маяків. З цією метою виконується провішування стін та стель, а потім улаштовуються маяки на відстані в 1,5 метри один від одного. Маяки кріплять до спеціальних тримачів маяків, які забиваються у основу під штукатуркою.

Для штукатурки внутрішніх стін приміщень використовують вапняно-гіпсовий розчин. Розчин наноситься на заштукатурену поверхню механізованим способом з допомогою універсальної штукатурної форсунки. Під час роботи у тісних приміщеннях нанесення розчину виконуються вручну. Для виконання штукатурних робіт використовуються пересувні підмости.

Штукатурне покриття складається з декількох шарів. Спочатку на вологу поверхню наноситься обризг – це тонкий шар рідкого розчину. Поверхня обризгу не покривається лаком. Після того, як обризг схопиться, наноситься ґрунт – шар більш густого розчину, товщина якого не більше 7 міліметрів. Загладжують і ущільнюють полутерком та вирівнюють правилом. Потім наноситься накривка – тонкий шар розчину з використанням дрібному піску, аби отримати рівну, гладку та рівномірно ущільнену поверхню. За рахунок відсмоктування вологи з покривочного шару розчин густішає та важко розтирається на поверхні, тому у ході затирання поверхню потрібно змочувати водою за допомогою кисті. Затирання роблять в кругову. Більш чисту поверхню можна одержати, якщо її додатково затерати.

Облицювальні роботи.

У технічних приміщеннях стіни обкладаються керамічною плиткою.

Поверхні, котрі підлягають обкладанню мають бути очищені від пилу,

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бруд, наплив розчину та зволожені. Грунтом під облицювання поверхонь плиткою слугує вирівнювальний шар цементно-піщаного розчину. Покриття стін плитками починають із розмітки та вивірювання поверхонь. Після кінцевої вивірки всієї поверхні на відстані 100÷200 сантиметрів одну від одної встановлюють маякові плитки. Їх вирівнюють в вертикальному напрямі по схилу. Встановлення маякових плиток на стіні виконують з кутів. При цьому закріплюють по дві маякові плитки у кожному ряду. Перший ряд облицювання на 70 сантиметрів знаходиться вище позначки чистої підлоги.

Керамічні плитки укладаються на цементно-піщаному розчині. Розчин укладається на тильний бік плитки. Ширина швів між плитками не повинна бути більшою, ніж 3 міліметри. Ширина швів у обох напрямках дотримується за допомогою шаблону.

Малярні роботи.

Вони виконуються після закінчення будівельно-монтажних та спеціальних робіт.

На початку підготовки поверхні до фарбування вона очищається та згладжується. Після цього виконується шпаклювання, далі оґрунтування поверхні. Грунтування промиває основу, закріплює окремі піщинки. При цьому збільшується зчеплення основи з шаром, який розміщений вище. Далі шліфують поверхню. Ці операції повторюються декілька разів, поки не буде отримана ідеально гладка та чиста поверхня без будь-яких подряпин. На підготовлену поверхню наноситься фарба. Колір поверхні, а також прооліфлення та грунтування виконуються за допомогою фарбувальних пультів та агрегатів повітряного розпилення малярних речовин. У тісних місцях, де застосування засобів механізації може бути ускладненим, поверхні фарбують вручну з допомогою кистей та валиків.

Влаштування покрівель з рулонних матеріалів.

Улаштування покрівель з рулонних матеріалів містить виконання таких робіт: влаштування пароізоляції з рулонних матеріалів, теплоізоляції з легкобетонних матеріалів. Влаштування пароізоляції виконується на очищену суху основу, котра поґрунтована холодною мастикою. Теплоізоляційний шар

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

улаштовується з утеплювача – легкого бетону, вирівнювання стібка по плитах виконується з цементно-піщаного розчину з пластифікуючими добавками. Стяжка робиться смужкою у чотири метри. Рулонні матеріали із мінеральною посипкою перед застосуванням очищаються від посипання та перед наклеюванням розгортаються. Мастика для наклеювання килима повинна мати антисептик у кількості 3÷5% від ваги бітуму. Для захисного шару застосовуються мінеральні посипки (гравій або шлак). При улаштуванні захисного шару на початку потрібно нанести мастику, а потім накидати підігрітий гравій, його надлишок змітають, а потім таким же чином приступають до влаштування наступного захисного шару. Вологий гравій перед тим, як укладати, необхідно сушити природним шляхом чи у сушильному барабані.

Рулонні матеріали подаються на дах в контейнерах. У кожному контейнері по 3 рулони у вертикальному положенні, а гарячі бітумні мастики знаходяться в термосах. Розвезення матеріалів по покрівлі до місця наклеювання покрівельного килиму виконуються на спеціальних візках.

Для піднімання рулонних і інших матеріалів використовується будівельний підйомник.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ВИСНОВКИ

1. Встановлено особливості перерозподілу довантажувальних сил тертя на бічній поверхні палі від зміни навантаження плити з отвором, не з'єднаної з палею, за результатами числового моделювання НДС їх основи в двох програмних комплексах: Plaxis 3D та Ansys.

2. Виявлені особливості підходу до контролю вхідних параметрів HS моделі ґрунтового середовища для врахування дії довантажувальних сил тертя.

3. Різниця осідань плити, не з'єднаної з палею, складає 2,5%, різниця значень осідань дослідної палі – 1,2%, а паль, розташованих на певній відстані – 6,5%. Розбіжність результатів моделювання у ПК Ansys від натурних даних не перевищує 10%.

4. Виконано аналітичний розв'язок, зокрема асимптотичним методом у програмному середовищі Maple, перерозподілу дотичних напружень вздовж палі при статичному навантаженні не з'єднаної з нею плитою, порівняння значень з даними числового моделювання повномасштабних натурних досліджень знаходиться в межах прийнятої точності (розбіжність не перевищує 15%).

5. Також в межах даної роботи виконано числове моделювання НДС основи пальового фундаменту за умови послідовного статичного навантаження плитного ростверку і окремо навантаження палі, нез'єднаних між собою, і порівняно з даними переміщень натурних випробувань в умовах реального будівництва багатоповерхового будинку. Розбіжність результатів моделювання випробування І циклу від натурних даних не перевищує 5%, ІІ циклу – 11%.

6. Таким чином, серія контрольних розрахунків, що мають допустиму збіжність з натурними експериментами, дозволяють ідентифікувати параметри HS-моделі ґрунтової моделі для подальшого моделювання ПК Plaxis 3D і варіантного проектування пальових фундаментів, з урахуванням послідовного навантаження його складових елементів.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бучок Ю.Ф. Будівельні конструкції. Основи розрахунку Київ: Вища школа, 1994. – 421с.
2. ДБН А.3.1-5-16 Організація будівельного виробництва – К.: Держкоммістобудування України, 2016.
3. ДБН А.3.1-7-16 Виробництво бетонних і залізобетонних виробів – К.: Держкоммістобудування України, 2016.
4. ДБН В.2.6-98:2019 Бетонні та залізобетонні конструкції – К.: Держкоммістобудування України, 2016.
5. Ковба В.В. Перерозподіл зусиль в пальовому фундаменті з урахуванням послідовного навантаження його складових елементів / Ковба Владислав Валерійович // Дис. канд. техн. наук : Спец. 05.23.02 – основи і фундаменти (19 – Архітектура та будівництво). – Дніпро, 2018. – 240 с.
6. Бікус К.М. Вплив попереднього навантаження паль на зниження їх осідань / Бікус Катерина Михайлівна // Дис. канд. техн. наук: спец. 05.23.02 «основи і фундаменти». – Дніпропетровськ, 2015. – 210 с.
7. Бікус К.М. Аналітичний метод розрахунку напружено-деформованого стану основи одиночної палі / К.М. Бікус, В.В. Ковба, В.Л. Сєдін // Матеріали всеукраїнської інтернет-конференції молодих учених і студентів «Проблеми сучасного будівництва», 17 грудня 2014 р. / Полт. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 79-81.
8. Бойко І.П. Моделювання нелінійного деформування ґрунтів основи з урахуванням структурної міцності в умовах прибудови / І.П. Бойко, В.О. Сахаров // Будівельні конструкції. – Київ : НДІБК. – 2004. – Вип.61. – т.2. – С. 27-33.
9. Andrianov I.V. Boundary layers in fibrous composite materials / I.V. Andrianov, V.V. Danishevs'kyi, D. Weichert. – Acta Mechanica. – 2011. – Vol. 216.– P. 3-15.
10. Barla M. Torino subsoil characterization by combining site investigations and numerical modelling / Barla M., Barla G. // Geomechanics and Tunelling, 2012. – Vol. 3. – P.214-232.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

11. Brinkgreve R.B.J. Selection of soil models and parameters for geotechnical engineering application / Brinkgreve R.B.J. // Soil Constitutive Models: Evaluation, Selection, and Calibration / Ed. J.A. Yamamuro, V.N. Kaliakin.– American Society of Civil Engineers, 2005. – V. 128. – P. 69-98.

12. Calvello M. Selecting parameters to optimize in model calibration by inverse analysis / Calvello M., Finno R.J. // Computers and Geotechnics. – 2004. – Vol. 31. Issue 5. – p. 420-424.

13. Brian B. Sheil. Numerical modelling of pile foundation angular distortion / Brian B. Sheil, Bryan A. McCabe // Soils and Foundations., Japanese Geotechnical Society – 2015. – V. 55(3). – P. 614–625.

14. Kovba V.V. Application of the hardening soil model for numerical simulation of staged loading of pile foundations' elements / Kovba V.V. // Conference program and proceedings International scientific-practical conference of young scientists «Build-Master-Class-2017» 28.11-01.12.2017 / Kyiv National University of Construction and Architect. – Kyiv: KNUCA, 2017. – P. 196-197.

15. Noor S.T. Numerical and Analytical Modeling for Predicting Drag Load Induced on Pile in Collapsible Soil because of Inundation // The Open Civil Engineering Journal. – June 17, 2017. – Bangladesh. – P. 664-675.

16. Noor S.T. Numerical investigation of a counter measure to control local scour around a bridge pier: A new source of bridge vibration / S.T. Noor, A.F.M.S. Amin, A.J. Khan // IABSE-JSCE Joint Conference on Advances in Bridge Engineering-III – 21-22 August 2015, – Dhaka, Bangladesh – P. 204-211.

17. Noor S.T. Numerical modeling of piles in collapsible soil subjected to inundation / S.T. Noor, A. Hanna, I. Mashhour // International Journal of Geomechanics 13 (5) 2013. – P. 514-526.

18. Poulos H.G. Piled Raft Foundations for Tall Buildings / Poulos H.G., Small J.C., Chow H. // Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA, 42, No.2, 2011. – P. 78-84.

19. Truty A. Improved formulation of the hardening soil model in the context of modeling the undrained behavior of cohesive soils / A. Truty, R. Obrzud // Studia Geotechnica et Mechanica, Vol. 37, No. 2, 2015.

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	1
1. Архітектурно-будівельна частина.....	3
1.1. Загальна характеристика району будівництва.....	3
1.2. Функціональний процес.....	3
1.3.Рішення генерального плану.....	4
1.4. Конструктивне рішення.....	5
1.5. Теплотехнічний розрахунок.....	6
2. Дослідницько-конструктивна частина.....	13
2.1. Числове моделювання переміни донавантажувальних сил тертя по бічній поверхні палі від навантаження частини плити, котра нез'єднана з натурним кілком, в ПК Plaxis 3D.....	13
2.2. Числове моделювання змінювання донавантажувальних сил тертя по бічній поверхні кілка від навантаження частини плити, котра нез'єднана з натурним кілком, в ПК Ansys.....	22
2.3. Аналітичне рішення перерозподілу дотичних напружень по кілку при статичному навантаженні плити, що з ним нез'єднана.....	25
2.4. Чисельне моделювання напружено-деформованого стану підмурку послідовно навантажених нез'єднаних між собою плитного ростверку та натурального кілка.....	32
2.5. Вибір фундаментів.....	35
2.6. Оцінка інженерно-геологічних умов майданчика будівництва.....	37
2.7. Фізико-механічні параметри ґрунтів.....	37
2.8. Оцінка конструктивних ознак будови та характеру навантажень.....	39
2.9. Проектування фундаментів неглибокого закладання.....	40
2.10. Розрахунок деформації основи фундаменту.....	43
2.11. Конструктивні рішення збірних елементів східців.....	43
2.12. Розрахунок східцевих маршів та майданчикових плит.....	44
2.13. Розрахунок похилого перетину лобового ребра від дії поперечної сили.....	48
3. Технологія та організація будівельного виробництва.....	49

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

3.1. Загальна частина.....	49
3.2. Роботи у підготовчий період.....	50
3.3. Організація і технологія виконання будівельно-монтажних робіт.....	51
Список використаних джерел.....	56

Додаток А

Додаток Б

Додаток В

					ЧМНДС-21 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ДОДАТКИ

3.4. Розробка технологічної карти на кам'яну кладку

3.4.1. Область застосування

Технологічна схема розроблена на виробництво кам'яних робіт поточно-розчленованим методом бригадою мулярів чисельністю 30 осіб із застосуванням Нормокомплект засобів механізації, обладнання, інвентарю та інструменту.

Операційний контроль якості робіт, специфікація конструкцій, калькуляція трудових витрат на виробництво кам'яних робіт наведені в Додатку Б.

Технологічна карта розроблена на зведення будівлі (2 поверхи), з розмірами в плані 30х12м, висота поверху – 3м.

Зовнішні стіни товщиною 640 мм з повнотілої глиняної цегли.

Внутрішні стіни товщиною 380мм виконуються з повнотілої глиняної цегли.

Перегородки - гіпсобетонні і частково цегляні (120мм).

Перемички - збірні залізобетонні.

Сходи - із збірних з/б маршів і майданчиків.

Віконні і дверні блоки прийняті з широкими коробками.

До складу робіт входять :

- Транспортування стінових матеріалів і розчину на робочі місця мулярів :
цегли 220тис.шт.
розчину $131,6\text{м}^3$;
- Кладка кам'яних зовнішніх і внутрішніх стін з цегли на розчині з переміщенням матеріалів у межах робочого місця:
зовнішніх стін 310м^3
внутрішніх стін 150м^3
перегородок 90м^3 ;
- Монтаж з/б виробів 107шт.;
- Влаштування риштування та огорожі $53,47\text{м}^3$.

3.4.2. Організація і технологія виконання робіт

До початку виробництва цегляної кладки повинні бути виконані наступні роботи:

- Влаштовані під'їзди, тимчасові автодороги і складські майданчики;

- Завезені і укладені на приоб'єктний склад будівельні матеріали з урахуванням триденного запасу;
- Підготовлені і подані на робочі місця засоби механізації, інвентар і пристосування у відповідності зі схемою організації робіт;
- Закінчені роботи нульового циклу;
- Нанесені розбивочні осі на фундамент;
- Винесені позначки першого ряду цегляної кладки;
- Подані на робочі місця розчин і цегла в відповідності зі схемою організації робочих місць.

3.4.3. Технологічна послідовність операцій ведення цегляної кладки:

- Розбивка осей і розмітка стін, установка порядовок і підтягування причалки;
- Подача і розкладка цегли на стіні;
- Подача, розстеляння і розрівнювання розчину;
- Укладання цегли на «постіль» з розчину;
- Перевірка правильності кладки;
- Розшивання швів і підрізування розчину.

Рис. 3.1. Схема прийомки розчину:

1- автосамоскид; 2 – розчинопереміщувач; 3- ящик для розчину на поворотній платформі.

Виробництво цегляної кладки із застосуванням Нормокомплект бригадою в кількості 30 осіб раціонально вести ланками «двійка» і «трійка».

Рекомендована розбивка бригади на ланки

Ланка № 1 муляр 5 розряду - 1 чол. (бригадир) (к1)

муляр 3 розряду - 1 чол. (к2)

Ланка № 2 муляр 3 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 2 розряду - 1 чол. (к2)

Ланка № 3 муляр 4 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 2 розряду - 1 чол. (к2)

Ланка № 4 муляр 4 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 3 розряду - 1 чол. (к2)
тесляр 4 розряду - 1 чол. (к3)

Ланка № 5 муляр 3 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 2 розряду - 1 чол. (к2)
тесляр 2 розряду - 1 чол. (к3)

Ланка № 6 муляр 5 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 4 розряду - 1 чол. (к2)
муляр 3 розряду - 1 чол. (к3)

Ланка № 7 муляр 4 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 3 розряду - 1 чол. (к2)

Ланка № 8 муляр 4 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 3 розряду - 1 чол. (к2)
муляр 2 розряду - 1 чол. (к3)

Ланка № 9 муляр 4 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 3 розряду - 1 чол. (к2)
муляр 2 розряду - 1 чол. (к3)

Ланка № 10 муляр 5 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 3 розряду - 1 чол. (к2)

Ланка № 11 муляр 4 розряду - 1 чол. (к1)
муляр 3 розряду - 1 чол. (к2)
муляр 2 розряду - 1 чол. (к3)

Ланка № 12 такелажник 2 розряду - 1 чол. (к1)
машиніст розчиноперевантажувача
4 розряду - 1 чол. (к2)

Для ведення кам'яних і супутніх робіт будівля розбивається на дві захватки.

При призначенні меж захваток необхідно, щоб обсяги кам'яних робіт на кожній захватці по трудомісткості були приблизно однакові і межі їх пов'язувалися з місцерозташуванням вантажопідйомних механізмів.

У свою чергу, стіни для кладки, в межах захватки, розбиваються на захватки. Кількість ділянок на захватці приймається за кількістю ланок мулярів з урахуванням чисельності ланки і кваліфікації каменярів.

Довжина ділянки призначається з урахуванням виконання кладки стін ланкою мулярів на висоту одного ярусу в стіну. Після закінчення кладки 1-го ярусу на першій захватці, ланки, провідної кладки, переходять на другу захватку, а ланки, що виконують установку інвентарних риштувань і монтаж з/б конструкцій на першу захватку. У такій послідовності виконуються роботи по зведенню усіх поверхів будівлі.

Ланки 1, 2, 5, 6, 7, 10 починають вести кладку зовнішніх стін, ланки 3,4,8,9,11 починають вести кладку внутрішніх стін. Операції по кладці першого ярусу глухої зовнішньої стіни товщиною в 2,5 цегли з розширеним швом при багаторядній системі перев'язки швів ланки виконують у наступному порядку:

- готують, встановлюють і вивіряють проміжні і кутові порядовки, включені в нормкомплект;
- підтягують причальний шнур;
- викладають спочатку зовнішні версти, а потім внутрішні і забутовки;
- за допомогою опуклих або увігнутих розшивок, що входять до нормкомплекту, розшивають шви з зовнішнього боку кладки;
- заповнюють щілину керамзитом або шлаком за допомогою бункера з щелепним затвором.

Розподіл обов'язків у ланці «двійка» здійснюється наступним чином: муляр к1 встановлює порядовки і натягує причальні шнури, веде кладку зовнішніх і внутрішніх верст, перевіряє горизонтальність і вертикальність рядів кладки, а муляр к2 перелопачує розчин і розстеляє його на стіні, допомагає вести укладку цегли в забутовки, встановлювати порядовки і розшивати шви. Засипку щілини каменярі виконують спільно.

Кладка ведеться човниковим методом, при якому каменярі, викладаючи зовнішню версту, рухаються в одну сторону, внутрішню – в іншу, а забутовки – знову в першу. Таким чином, човниковий метод кладки виключає зайві переходи каменярів.

Товщину швів кладки муляр К1 періодично перевіряє за допомогою метра, а товщина горизонтальних швів витримується за рахунок відміток, нанесених на порядовках. Виявлені дефекти він усуває, підбиваючи окремі цеглини молотком – кирочкой по дерев'яному правилу.

Розмітку віконних і дверних прорізів бригадир виконує за допомогою шаблонів включених до нормкомплекту для цієї мети. Каменяр розсовує шаблони на потрібну ширину за відмітками, які нанесені на них, фіксує їх у даному положенні затискним гвинтом і, накладаючи шаблон на місця розташування простінків і прорізів, розмічає їх.

Цегляна кладка внутрішніх стін товщиною 380 мм ведеться паралельно із зовнішніми стінами.

Каменяр 4-го розряду к1 встановлює порядовки і натягує причалювання. Веде кладку зовнішніх ложкових і точкових верст, перевіряє горизонтальність і вертикальність рядів кладки.

Каменярі 2-го і 3-го розрядів к2 і к3 перелопачують розчин і розстеляють його на стіні, подають цеглу на стіну, починають вести кладку внутрішніх ложкових і точкових рядів, встановлювати порядовки і вивіряти кладку.

Каменярі 2-го і 3-го розрядів К2 і К3 перелопачують розчин і розстеляють його на стіні, подають цеглу на стіну, починають вести кладку внутрішніх ложкових і точкових рядів, встановлювати порядовки і вивіряти кладку.

Для влаштування вентиляційних каналів у процесі кам'яної кладки в нормокомплекті передбачені шаблони різного перетину і конфігурації.

Принцип роботи з ними полягає в наступному: на стіні, в місцях, де передбачені вентиляційні канали, встановлюються шаблони у вертикальному або похилому положенні (за проектом) і обкладаються цеглою у міру зведення стін.

Коли шаблон буде закладений на 2/3 в стіну, його за ручку, розташовану у верхній частині, витягають вгору і так до кінця кладки стін. При перерві в кладці шаблони виймають з каналів.

Каменярь К1 по ходу кладки перегородки за допомогою правила виконує вивірку горизонтальних і вертикальних рядів.

Інструмент і пристосування, включені в Нормокомплект і вживані при кам'яній кладці. Зберігаються в бригадній шафі для інструменту.

Перед встановленням шарнірно-панельного риштування перевіряється справність шарнірних з'єднань, фіксуючих елементів, справність настилу, останній очищається від сторонніх предметів (снігу в зимовий час). Потім підмостки піднімаються краном і фіксуються в потрібному по висоті положенні. Перестановку риштування роблять тільки після видалення будівельних матеріалів, що знаходяться на риштованні. При установці риштування на висоту настилу 1200 і 1800мм необхідно встановлювати огороження.

Монтаж збірних з/б елементів виконують ланки № 1, 2 з такелажником.

Прийом товарного розчину і його завантаження у ящики виконує машиніст за допомогою розчиноперевантажувача. Після наповнення ємності розчиноперевантажувача з автосамоскиду товарним розчином машиніст через певні проміжки часу, щоб не допустити розшарування розчину, виконує його перемішування. Розчинні ящики за допомогою крана встановлюються і поворотом його вручну по черзі підводяться під перевантажувач і наповнюються розчином.

Піднімати цеглу на підмостки слід пакетами на піддонах за допомогою загартованого пристрою, включеного в Нормокомплект. Застосовувати футляри для цегли без пристроїв, що не допускають їх самовільного розкриття і випадання, транспортування цегли через стінки або днище під час підйому і переміщення, забороняється.

Опускати порожні піддони та футляри з риштування слід вантажопідйомними механізмами.

Висота кожного ярусу стіни призначається з таким розрахунком, щоб рівень кладки після кожного перемощування був не менш ніж на два ряди вище рівня робочого настилу.

Забороняється викладати стіну стоячи на ній. При виконанні кладки в небезпечних місцях (зведення стін на рівні перекриття, майданчика карнизів і ін.) муляри повинні користуватися запобіжними поясами.

На риштуванні між стіною, складеними матеріалами та встановленим інвентарем слід залишати прохід не менше 80см. До встановлення столярних виробів віконні та дверні отвори викладання стін необхідно огорожувати включеними в нормкомплект спеціальними огорожами.

Кладку стін (бортика) на рівні перекриття, встановлюваного із збірних з/б плит, повинні проводитися з риштування нижчого поверху. Не допускається монтувати плити перекриття без попередньо викладеного з цегли бортика на два ряди вище рівня укладення плит.

При кладці стін з внутрішнього риштування по всьому периметру будівлі влаштовувати зовнішні інвентарні козирки у вигляді настилу на кронштейнах, що навішуються на сталеві гаки, які закладаються в кладку в міру її зведення на відстані не більше 3м один від іншого. Над входом в сходові клітки стін з внутрішнього риштування слід влаштовувати навіси розміром не менше 2х2м. Забороняється залишати матеріали та інструменти на стінах під час перерви в кладці.

У разі виявлення перенапруги в кладці у вигляді тріщин, нерівномірного осадку, спучування і т. д. негайно вживати заходів щодо збільшення жорсткості будівлі шляхом встановлення тимчасових стійок, стяжок, підпірок.

Приймання закінчених кам'яних конструкцій повинне супроводжуватися перевіркою :

- Правильності перев'язки, заповнення та товщини швів, вертикальності, горизонтальності і прямолінійності поверхонь і вузлів кладки;
- Правильності влаштування димових і вентиляційних каналів;
- Наявність встановлених заставних деталей - зв'язків і анкерів по проекту;

- Забезпечення відводу поверхневих вод від будівлі та захисту від них підвальних приміщень і фундаментів.

Для випадків приймання кам'яних конструкцій, що зводяться у зимовий час в журналі робіт повинні бути відображені умови зведення і витримування конструкцій, для чого щодня необхідно відзначати :

- Температуру зовнішнього повітря в період виконання робіт;
- Наявність опадів (сніг, дощ зі снігом і т. д.);
- Температура в момент укладання конструкцій.

Для випадків приймання кам'яних конструкцій, що зводяться у зимовий час в журналі робіт повинні бути відображені умови зведення і витримування конструкцій, для чого необхідно відзначати:

- Температуру зовнішнього повітря в період виконання робіт;
- Наявність опадів (сніг, дощ зі снігом і т. д.);
- Температура в момент укладання конструкцій;
- Види і марки застосовуваних розчинів;
- Кількість введених в розчин добавок.

Якість матеріалів, напівфабрикатів і виробів заводського виготовлення, що застосовуються в кам'яних конструкціях, має встановлюватися по сертифікатам і паспортам заводів виробників, а так само за даними контрольних лабораторних випробувань, вироблених будівельними організаціями.

До роботи на розчиноперевантажувачем допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання та інструктаж з техніки безпеки.

Всі операції, пов'язані з технічним доглядом, чищенням і усуненням несправностей і ремонтом, проводяться тільки при повному відключенні напруг мережі, при цьому необхідно зняти рукоятку рубильника і вивісити плакат «Не вмикати – ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ!» Ремонтні роботи, що проводяться в ємності розчиноперевантажувача і її чистку можна проводити тільки після відключення теплонагрівачів і повного охолодження стін.

Машиніст, обслуговуючий розчиноперевантажувач, зобов'язаний щодня перед початком робіт провести огляд справності заземлюючого влаштування і цілісність заземлюючих (занулюючих) провідників.

3.5. Вибір монтажного крана по технічним параметрам

При зведенні будівель ведучою машиною в комплекті, яка визначає тривалість монтажу конструкцій, являється монтажний кран. Необхідно вибрати марку монтажного крана по технічним параметрам: вантажопідйомності (вага найбільш важкого елемента, вантажозахватного застосування), т; висоті підйому стріли $H_{стр}^{тр}$, м; виліту стріли $L_{стр}^{тр}$, м.

1) потрібна висота стріли:

$$H_{стр}^{тр} = h_0 + h_3 + h_{эл} + h_{ст} ;$$

$$H_{стр}^{тр} = 0 + 10,43 + 0,22 + 1,25 = 11,9 \text{ м.}$$

2) потрібний виліт гака:

$$L_{стр}^{тр} = \frac{(c + d + e) \cdot (H_{стр}^{тр} - h_{ш})}{h_c + h_n} + a ;$$

$$L_{стр}^{тр} = \frac{(1,0 + 0,2 + 0,5) \cdot (9,05 - 1,5)}{0,5 + 1,5} + 1,5 = 9,63 \text{ м.}$$

3) вантажопідйомність:

$$Q^{тр} = P_{эл} + P_{гр.присп.};$$

$$Q^{тр} = 1,5 + 0,135 = 1,635 \text{ т.}$$

4) довжина стріли:

$$l_{стр}^{тр} = \sqrt{(L_{стр}^{тр} - a)^2 + (H_{стр}^{тр} - h_{ш})^2}$$

$$l_{стр}^{тр} = \sqrt{(9,63 - 1,5)^2 + (9,05 - 1,5)^2} = 11,09 \text{ м.}$$

На основі розрахованих монтажних параметрів вибираємо 2 крана:

1) Гусеничний кран МКГ-6,3;

2) Кран на пневмоколісному ході КС-2561

Таблиця 3.1. Відомість вантажних кранів

Наймену-	Монтажні параметри крана	Параметри крана
----------	--------------------------	-----------------

вання вантажних елементів	$H_{\text{стр}}^{\text{тр}},$ м	$L_{\text{стр}}^{\text{тр}},$ м	$Q^{\text{тр}},$ т	Тип і марка крана	Ванта жопід йомні сть, т	Висота підйома гака	Виліт крюка
Перемички	5,6	11,09	0,51	Кран на гусеничному ходу МКГ-6,3	6,3 1,1	14,0	3,2 16
				Кран на пневмоколіс ному ходу КС-2561	6,3 1,0	12,0	3,3 12

3.5.1. Аналіз техніко-економічної ефективності варіантів

При розробці дипломного проекту кінцеве рішення по виборі монтажних механізмів приймаємо на основі результатів вишукувань їх техніко-економічної ефективності. При цьому в якості критерія оптимізації використано мінімум наведених затрат, розрахованих по формулі:

$$\Pi = C + E_{\text{н}} \cdot k \cdot t,$$

де C – собівартість експлуатації монтажного крана, грн.;

$E_{\text{н}} = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності;

k – розрахункова вартість монтажного механізму, грн.

t – час роботи крана на монтажі наземної частини будівлі, рік.

Собівартість експлуатації монтажного крана можна визначити по формулі:

$$C = K_{\text{н.р.}} \cdot (C_{\text{Е}} + C_{\text{Г}} \cdot t_{\Phi} / t_{\text{Г}} + C_{\text{Т}} \cdot t_{\Phi}),$$

де $K_{\text{н.р.}} = 1,181$ – коефіцієнт накладних витрат;

$C_{\text{Е}}$ – одночасні витрати, пов'язані зі створенням умов для роботи крана на об'єкті, грн.;

$C_{\text{Г}}$ – амортизаційні нарахування за рік, грн.;

C_T – текучі затрати в змін, пов'язані з експлуатацією крана, грн.;

t_Φ – час знаходження крана на об'єкті, змін.

$$t_\Phi = t_{м.к.} + t_{м.д.};$$

$t_{м.к.}$ – тривалість монтажу конструкцій, змін (приймається по калькуляції);

$t_{м.д.}$ – тривалість монтажу і демонтажу крана, змін;

t_Γ – кількість змін роботи крана в рік.

Час роботи крана при монтажі надземної частини будівлі можна визначити по формулі:

$$t = \frac{\sum T_{труд}}{t_\Gamma \cdot N \cdot n},$$

де $\sum T_{труд}$ – сумарна трудомісткість монтажу, чол-змін (приймається по калькуляції);

N – кількість монтажних кранів;

n – кількість робочих в звені (бригаді).

1) Гусеничний кран МКГ-6,3:

$$\Pi = 236,68 + 0,15 \cdot 45760 \cdot 0,008 = 291,59 \text{ грн.}$$

$$C = 1,181 \cdot (85,32 + 5720 \cdot 3,1/556 + 33,14 \cdot 3,1) = 259,76 \text{ грн.}$$

$$k = 45760 \text{ грн.}$$

$$C_E = 85,32 \text{ грн.}$$

$$C_\Gamma = 5720 \text{ грн.}$$

$$C_T = 33,14 \text{ грн.}$$

$$t_\Gamma = 556 \text{ змін}$$

$$t_\Phi = 14 \text{ змін}$$

$$t = 21,35 / (556 \cdot 1 \cdot 5) = 0,008 \text{ змін}$$

$$N = 1; n = 5; \sum T_{труд} = 21,35 \text{ чол-дн.}$$

2) Пневмоколісний кран КС 2561А:

$$\Pi = 150,79 + 0,15 \cdot 19571 \cdot 0,008 = 174,28 \text{ грн.}$$

$$C = 1,181 \cdot (15,11 + 3325 \cdot 2,65/512 + 29,82 \cdot 2,65) = 131,5 \text{ грн.}$$

$$k = 19571 \text{ грн.}$$

$$C_E = 15,11 \text{ грн.}$$

$$C_T = 2486 \text{ грн.}$$

$$C_T = 29,82 \text{ грн.}$$

$$t_T = 512 \text{ змін}$$

$$t_\Phi = 14 \text{ змін}$$

$$t = 21,35 / (512 \cdot 1,5) = 0,008 \text{ змін}$$

$$N = 1; n = 5; \Sigma T_{\text{труд}} = 21,35 \text{ чол-дн.}$$

Таким чином, по результатам порівняння варіантів більш економічним варіантом являється застосування крану КС-2561А,

Таблиця 3.2. Матеріально-технічні ресурси (цегляна кладка)

Матеріал	Од. виміру	Кількість на 1 м ³ кладки	Об'єм кладки м ³	Кількість на весь об'єм
Зовнішні стіни товщиною 640 мм				
Цегла глиняна звичайна	мЗ	400	310	124000
Розчин	мЗ	0,241	310	74,71
Внутрішні стіни товщиною 380 мм				
Цегла глиняна звичайна	мЗ	400	150	60000
Розчин	мЗ	0,237	150	35,56
Перегородки товщиною 120 мм				
Цегла глиняна звичайна	мЗ	400	90	36000
Розчин	мЗ	0,237	90	21,34

так як $\Pi = 131,5 \text{ грн.} < \Pi = 259,76 \text{ грн.}$

3.5.2. Техніко-економічні показники

Витрати праці, чол.-міс.:

на весь об'єм робіт 273,96

на 1 м³ цегляної кладки 2,9

Витрати машинного часу, маш.зм:

на весь об'єм робіт	64,2
виробіток на одного робочого в зміну, м ³	0,35

3.6. Технологічна карта на монтаж навісного вентиляюмого фасаду

Світовий будівельний ринок ґрунтується на наступних технологічних вимогах:

- застосування енергозберігаючих конструкцій;
- індустриальне виготовлення конструкцій;
- максимально можливе зниження об'єму робіт, пов'язаних з мокрими процесами, особливо на фасадах будівель.

Поєднати перераховані вимоги дозволяють так звані вентиляюємі фасади. По власному застосуванню вентиляюємі фасади необхідні для:

- забезпечення теплового захисту знову будуємих будівель і споруд;
- надання нового сучасного виду як знову будуємих будівлям, так і реконструюємих.

Конструкція вентиляюємого фасада складається із наступних частин:

- анкерні елементи;
- несучі і з'єднувальні елементи (підоблицювальна конструкція);
- кріпні деталі;
- утеплювач;
- повітряний прошарок;
- облицювання;
- елементи примикання до загальнобудівельних конструкцій.

Калькуляція витрат праці (на монтаж навісного вентиляюємого фасаду) наведена в Додатку 5.

3.6.1. Обґрунтування проектних рішень

Опис конструкції

Анкерні елементи забезпечують механічне анкерне кріплення кронштейнів підоблицювальної конструкції до стіни. Діаметр дюбелів і шурупів підбирається залежно від навантаження на кронштейн кріплення конструкції до стіни і від матеріалу стіни, в яку встановлюється даний дюбель.

Сполучні елементи забезпечують механічне з'єднання частин облицювання один з одним. Вирівнюють розмірні відхилення, дозволяють нівелювати нерівності і опуклості на несучій стіні будівлі, перекривають тріщини і деформаційні шви. Утворюють необхідну відстань між утеплювачем і облицюванням, де утеплювач може мати будь-яку товщину.

Кронштейни і спираючі на них несучі профілі приймають на себе статичні навантаження від ваги облицювання, а також навантаження вітрового тиску і вітрового підсосу. За допомогою фіксованих і рухомих точок кріплення несучих профілів до кронштейнів забезпечується сприйняття температурних переміщень.

В якості підконструкцій використовуються:

- Алюмінієві профілі, виготовлені відповідно до ДСТУ 22233-2011 «Профілі пресовані з алюмінієвих сплавів для огорожувальних будівельних конструкцій»;
- Алюмінієві профілі, виготовлені відповідно ДСТУ 24767-01 «Профілі холодногнуті з алюмінієвих сплавів для огорожувальних будівельних конструкцій»;
- Листова нержавіюча сталь відповідно до ДСТУ 4986-00 «Вироби з нержавіючої сталі».

Кріпильні деталі здійснюють механічне кріплення облицювальних матеріалів до несучих профілів підоблицювальної конструкції.

За способом кріплення розрізняють кріплення з видимими і прихованими елементами.

Приховане кріплення вимагає додаткової обробки облицювальних панелей:

- Фрезерування пазів типу «ластівчин хвіст» з тильного боку плити під установку монтажного «кліпу»;
- Свердління глухих отворів з тильного боку плити під установку монтажних різьбових пробок;
- Свердління глухих отворів в торці плити для встановлення монтажних штифтів.

Як кріплення використовуються:

- Дюбелі розпірні і клейові кріплення основних і допоміжних кронштейнів провідних виробників, що мають відповідний сертифікат відповідності.

- Оцинковані саморізи, болти, заклепки кріплення елементів підконструкцій між собою вітчизняних та імпорتنих виробників, що мають відповідний сертифікат відповідності.

- Тарільчаті дюбелі для кріплення утеплювальних плит провідних виробників, що мають відповідний сертифікат відповідності.

- Перебуваючи з зовнішнього боку, забезпечує максимально можливу акумуляцію тепла в несучих будівельних елементах;

- Зменшує температурні коливання стін, за допомогою чого зводить до мінімуму можливість появи тріщин на несучій поверхні;

- Підвищує надійність і довговічність будівлі;

- Забезпечує оптимальну температуру і комфорт в приміщеннях, перешкоджаючи втрати тепла взимку і запобігаючи перегрів влітку;

- Дозволяє водяним парам і волозі безперешкодно потрапляти в повітряний прошарок, запобігаючи утворенню й скупчення на конструкціях руйнуючого їх конденсату;

- Забезпечує шумоізоляцію.

Для вентильованих фасадів зазвичай використовується мінераловатна плита з подвійною щільністю: більш щільний шар встановлюється до зовнішньої сторони фасадних конструкцій, менш щільний шар - безпосередньо на несучу стіну, так як м'який шар дозволяє утеплювачу краще прилягати до нерівностей утеплюваної конструкції.

Як утеплювач використовуються жорсткі і тверді плити теплоізоляції, виготовлені з вологостійкої і водовідштовхувальної мінеральної вати типу «Техновент стандарт»

Зовнішню сторону утеплювача часто покривають склотканиною, що перешкоджає деформації матеріалу під впливом вітрових і теплових навантажень.

Кріплення утеплювача здійснюється тарільчастими пластиковими дюбелями з щільною підгонкою плит утеплювача один до одного.

Повітряний прошарок

Наявність даної складової вентильованого фасаду принципово обумовлює його відмінність від інших типів фасадів. Найголовніше призначення повітряного

прошарку – забезпечення вентиляції простору, де зазвичай скупчується тепло і волога.

Завдяки перепаду тисків у утвореному вентиляційному каналі починає працювати «принцип дії витяжної труби». В результаті чого, з несучої конструкції в навколишнє середовище віддаляється атмосферна і внутрішня волога, забезпечуючи функціональну здатність несучих конструкцій і масиву будівлі.

Облицювання

Облицювання – навісне, стійке до атмосферних впливів, довговічне з захистом утеплювача, несучих конструкцій. При пошкодженні піддається швидкому ремонту, а також легко очищується від забруднення. Дозволяє усувати пошкодження без видимих істотних наслідків. Залежно від матеріалу являють собою різноманітність форм облицювальних елементів.

За допомогою застосування різноманітних матеріалів, кольорової гами, структури, форм, визначення проходження швів дозволяє робити своєрідні, цікаві в архітектурному плані акценти. Сприяє індивідуалізації зовнішнього вигляду кожної будівлі. У проекті в якості облицювального матеріалу застосовується керамогранітна плита типу MIRAGE. Являє собою пресовані на стрічковому пресі листи керамограніта. Поверхня може бути глазурована або матова. Керамічне облицювання – пожежо-, - морозо-, і атмосферостійке, добре зберігає колірну гамму. Товщина плит 12мм, де вживаються габаритні розміри 600х600мм, 600х300мм, 450х900мм.

3.6.2. Вибір засобів підмащування, вантажозахватних і монтажних механізмів

Таблиця 3.3. Склад нормокомплекта

Найменування обладнання, інвентарю, застосувань і інструментів	Од.виміру	Кількість
Обладнання		
1. Розчиноперевантажувач	шт.	1
Інвентар		
1. Бункер з щелепним защемленням	шт.	1

2. Ящик для розчину	шт.	12
3. Лар для зберігання в'язучих	шт.	2
4. Інвентарні шарнірні підмостки	м ²	10
5. Захват для підйому цегли в пакетах	шт.	1
6. Захватний пристрій для підйому пакетів цегли на піддонах	шт.	1
7 . Майданчик для приймання вантажів через віконний отвір	шт.	1
8. Шафа бригадна для зберігання інструмента	шт.	1
9 . Піраміда для зберігання гіпсокартонних перегородок	шт.	1
10. Площадка для монтажника	шт.	2
11 . Вилучений захват для підйому сходових маршів	шт.	2
12 . Вишка прожекторна поповерхова	шт.	1
13 . Світильник переносний	шт.	12
14 . Майданчик для кладки сходових маршів	шт.	1
15 . Сходи для підйому робітників на підмостки	шт.	10
16 . Траверса універсальна для підйому і монтажу великопанельних виробів	шт.	1
Пристосування		
1 . Стійка для тимчасового кріплення плит козирка	шт.	6
2 . Пристосування (підкіс) для тимчасового кріплення перегородок	шт.	1
3 . Скребок металевий для очищення днища кузова від залишків розчину	шт.	2
4 . Інвентарна металева порядовка для кладки кутів	шт.	12
5 . Проміжна порядовка	шт.	12

6 . Огорожа для віконних прорізів	шт.	10
7 . Шаблон для кладки димових і вентиляційних каналів 265х135 мм	шт.	6
8 . Шаблон для кладки димових і вентиляційних каналів 135х135 мм	шт.	6
9 . Те ж , d = 135 мм	шт.	2
10 . Шаблон для розмітки отворів 890х80 , 1530х80 мм	шт.	2
11 . Шаблон для розмітки отворів 1530х119 , 2810х119 мм	шт.	2
Ручний інструмент		
1 . Кельма типу КБ	шт.	16
2 . Молоток кирочка типу МКИ	шт.	16
3 . Розшивки для опуклих швів РВ- 1	шт.	6
4 . Розшивки для увігнутих швів РВ -2	шт.	6
5 . Кувалда прямокутна КБ- 59039	шт.	6
6 . Конопатка сталеве К- 50	шт.	5
7 . Лом монтажний типу ЛМ 24	шт.	5
8 . Ножиці ручні для різання арматури	шт.	3
9 . Скарпель	шт.	4
10 . Щітка сталеве	шт.	4
11 . Лопата розчинна типу ЛР	шт.	7
12 . Відро 8-12 л .	шт.	4
13 . Рубанок з одиночним ножом	шт.	3
14 . Сокира А	шт.	3
15 . Ножівка поперечна по дереву	шт.	3
16 . Лом гвоздодер типу ЛГ	шт.	3
17 . Кліщі будівельні типу КС- 250	шт.	3
Контрольно-вимірювальний інструмент		
1. Метр складний металевий	шт.	10

2 . Схил Q = 600г	шт.	16
3. Рулетка РС-10	шт.	1
4. Рівень будівельний	шт.	2
5 . Рівень водяний	шт.	1
6 . Правило дерев'яне	шт.	10
7 . Шнур причальний (кручений) в корпусі пог. м. 100	шт.	1
8 . Рейка з схилом	шт.	1

3.6.3.Розробка технологічної карти (при монтажі навісного фасаду)

Область застосування

Технологічна схема розроблена на виконання монтажних робіт бригадою монтажників кількістю 6 чоловік з застосуванням нормокомплекта засобів механізації, інвентарю і інструмента.

Технологічна карта розроблена на облицювальні роботи будівлі (2 поверхи), з розмірами в плані 30х12м, висота поверху – 3м.

В склад робіт входять:

- Транспортування матеріалів на робочі місця монтажників:
- Утеплювач плитний товщиною 1200х600х100, мм 661 пл.
- Керамогранитні плити 600х600х10, мм 1 322 пл.
- Каркасний профіль 1 143 п.м
- Утеплювання зовнішньої поверхні стіни 475,8 м²
- Монтаж направляючих 1 143 пог.м.;
- Влаштування лісів 1077,8 м²

Організація і технологія виконання робіт

До початку виробництва монтажних робіт повинні бути виконані наступні роботи:

- Завезені і укладені на приоб'єктний склад будівельні матеріали з урахуванням триденного запасу;
- Підготовлені і подані на робочі місця засоби механізації, інвентар і пристосування у відповідності зі схемою організації робіт;

- Закінчені роботи по зведенню стін і покрівлі будівлі;
- Подані на робочі місця витратні матеріали та комплектуючі у відповідності зі схемою організації робочих місць.

Технологічна послідовність операцій монтажу навісного фасаду:

- Розмітка стін;
- Кріплення кронштейнів до стіни;
- Кріплення мінераловатних плит тарілчастими пластиковими дюбелями до стіни;
- Кріплення вертикальної напрямної;
- Кріплення горизонтальної напрямної;
- Установка керамогранітних плит.

За маркування на упаковці визначаються елементи збираного фасаду (монтажної секції). Залежно від умов монтажу збирання можна вести як у вертикальному положенні, так і горизонтальному – на монтажних столах або стапелях, з подальшим встановленням готової секції в проріз.

У відповідності зі складальним кресленням розкладаються спочатку крайні, потім середні стійки, таким чином, щоб С-подібні закладні деталі на стійках знаходилися один проти одного; перевіряється якість кріплення закладних (при необхідності кріплення підтягуються).

Потім до стійок приєднуються горизонтальні елементи – ригелі (через заставні) таким чином, щоб два отвори в ригелі збіглися з отворами в заставній деталі. Центри отворів ригеля і закладений зміщені відносно один одного на 0,5мм для гарантованого притиску торця ригеля до поверхні стійки, кріпляться ригелі за допомогою саморізів В4х20.

Під час вертикальної збірки конструкції необхідно контролювати строго вертикальне положення стійок. Кут між стійкою і ригелем повинен відповідати 90°. У разі порушення даної геометрії (перекосу стійки або ригеля) є небезпека неустановки заповнення в проріз.

У будівельний проріз секція кріпиться за допомогою спеціальних монтажних вузлів.

Нижній монтажний вузол являє собою сталеву пластину, прикріплену до нерухомої закладеної деталі, яка встановлена у порожнині профілю стійки.

Верхній монтажний вузол виконаний рухомим для компенсації будівельних зазорів по отвору і для компенсації температурних розширень.

Виробництво робіт з улаштування фасаду із застосуванням нормокомплекту здійснюються бригадою в кількості 6 осіб.

Рекомендований склад ланки для виробництва робіт :

Ланка № 1 монтажник з монтажу металевих і

з/б конструкцій 4 розряду - 1 чол.;

монтажник з монтажу металевих і

з/б конструкцій 3 розряду - 1 чол.

Ланка № 2 монтажник з монтажу металевих і

з/б конструкцій 4 розряду - 1 чол.;

монтажник з монтажу металевих і

з/б конструкцій 3 розряду - 1 чол.

Ланка № 3 монтажник з монтажу металевих і

з/б конструкцій 4 розряду - 1 чол.;

монтажник з монтажу металевих і

з/б конструкцій 3 розряду - 1 чол.

Для ведення монтажних і супутніх робіт будівля розбивається на захватки.

При призначенні кордонів захваток необхідно, щоб обсяги робіт на кожній захватці по трудомісткості були приблизно однакові.

Ланка № 1 розмітку стін виконується за допомогою шаблонів включених до нормокомплекту для цієї мети.

Ланка № 2 кріпить мінераловатні плити утеплювача до стіни.

Ланка № 3 встановлює заповнення в профілі. Якість конструкцій і допустимі відхилення повинні задовольняти вимогам:

- конструкції повинні бути змонтовані відповідно до нормативно-технічної документації;

- зазори в сполученнях зі стінами повинні бути не менше заданих для виключення промерзання по шву (визначається візуально);

- лицьові поверхні не повинні мати подряпин, потертостей і відшарування покриття (визначається візуально);
- установка заповнень (світлопрозорих і глухих) повинна бути виконана у відповідності з кресленнями і вимог цієї інструкції;
- тепловий зазор в навісних вітражах (стикування секцій по вертикалі) повинен бути не менше зазначеного в проектній документації.

У комплект поставки повинні входити документ про якість (паспорт) і, на вимогу споживача, інструкція з монтажу та експлуатації.

Кожен виріб маркується етикеткою з зазначенням назви підприємства виробника, номера замовлення і марки виробу.

Вироби повинні зберігатися в упакованому вигляді в сухих складських критих приміщеннях у вертикальному положенні під кутом 10÷15 градусів від вертикалі на дерев'яних підкладках, розсортованими за типами та розмірами. Між виробами повинні бути прокладені прокладки однакової товщини.

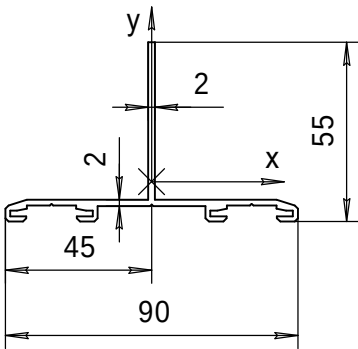
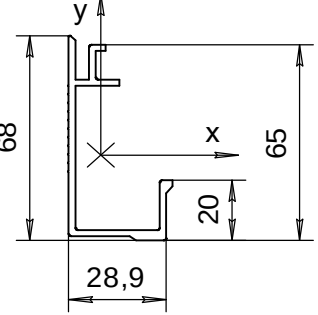
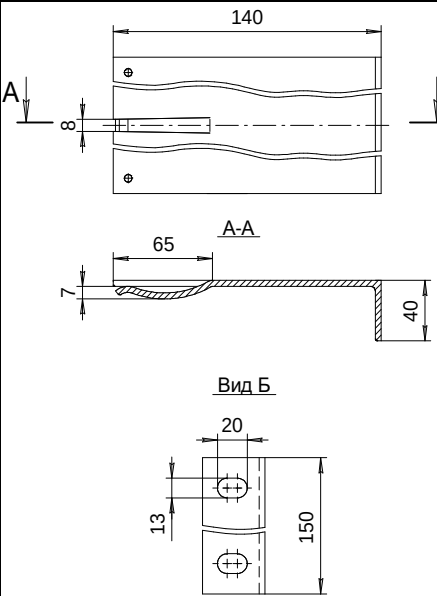
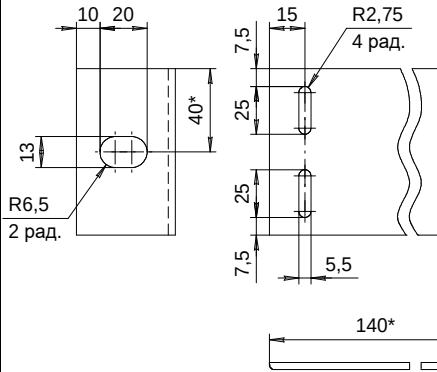
Вироби транспортуються всіма видами критого транспорту, закріпленими таким чином, щоб виключити будь-які можливі удари і переміщення їх усередині транспортних засобів.

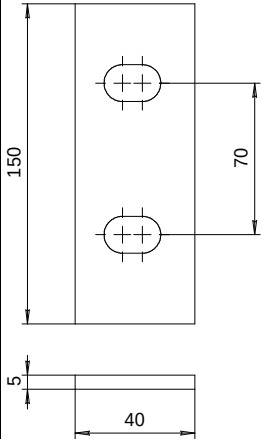
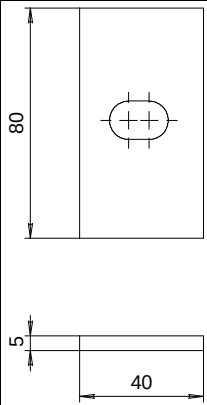
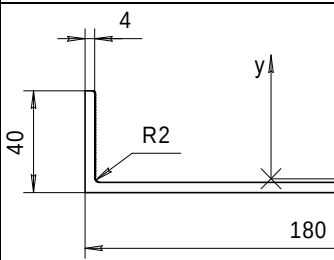
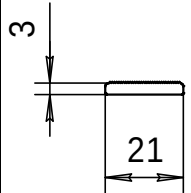
При вантажно-розвантажувальних роботах не допускається піддавати вироби ударним навантаженням.

Матеріально-технічні ресурси

Таблиця 3.4. Матеріально-технічні ресурси (для навісного фасаду)

№ п/п	Найменування виробу	Довжина , п.м	Вага, кг	К-сть., шт.	Ескіз
1	Плита керамогранітна 10х600х600 мм			1322	
2	Утеплювач «Техновент проф» 1200х600х100			661	

3	Направляюча вертикальна	676	2,06		
4	Направляюча горизонтальна	467	1,03		
5	Кронштейн стаціонарний 140мм	150	0,227	328	
6	Кронштейн опорний середній 140 мм	80	0,121	328	
7	Кронштейн нижній 140 мм	80	0,121	328	
8	Шайба	21x21	0,004	1312	

9	Подкладка паронитова	4x40x x150		328	
10	Подкладка паронитова	4x40x80		656	
11	Кронштейн плитки	40	0,034	5248	
12	Цанга "KEIL"			5248	
13	Винт кріплення			5248	
14	Винт регулюємий			5248	
15	Болт М5х16.019			1968	
16	Гайка М5.019			1968	
17	Шайба 5.01.019			1968	
18	Заклепка Д4х8			5248	
19	Анкер			1312	

3.7. Техніко-економічні показники

Затрати праці, чол.-міс. :

на весь об'єм робіт 123.1

на 1 м² поверхні 0.114

Відомість необхідних ресурсів

Календарний план виконання робіт на об'єкті – основний документ у складі проекту виконання робіт (ППР), що характеризує розвиток виробничого процесу в часі і в просторі – на окремих ділянках, захватках, секціях, поверхах.

При проектуванні календарного плану передбачено застосування найбільш прогресивних методів виконання окремих видів робіт, виходячи з максимально можливих і економічно доцільних для даних умов, ступеня комплексної механізації та використання високопродуктивних машин. Прийняті при цьому методи ведення робіт повинні забезпечувати високу якість будівельної продукції і гарантувати робочим безпечні умови праці.

Окремі види будівельно-монтажних робіт суміщені за часом в тій мірі, в якій це дозволяє вимога технології будівництва і умови безпечного ведення робіт.

Виробництво робіт повинно бути організовано потоковим методом. Паралельне і одночасне виконання на різних ділянках, захватках і поверхах загальнобудівельних монтажних і спеціальних будівельних робіт відповідно до вимог технології дозволяють значно скоротити тривалість зведення будівлі.

На основі календарного плану визначається потреба в матеріалах, транспортних засобах, людських ресурсах і розміри фінансування, необхідних для здійснення будівництва.

Календарний план складається з двох частин:

В лівій частині - вихідні дані для проектування;

В правій частині - лінійний календарний графік виконання робіт.

Загальний термін будівництва за календарним планом – 7,5 місяців. Він не перевищує нормативного, отриманого за нормами тривалості будівництва – 10 місяців.

У календарному плані виконання робіт представлено в певній технологічній послідовності з тимчасовою ув'язкою процесів у часі виробництва робіт.

На календарному плані будуються чотири графіка:

- Графік завезення будівельних матеріалів;
- Графік витрати будівельних матеріалів
- Графік руху робітників;

- Графік освоєння капіталовкладень.

Розрахунок ТЕП календарного плану

1) Кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт

$$C_{\text{БМР}} = \text{ПЗ} + \text{НР} + \text{НП}$$

де, ПЗ – прямі затрати на загально будівельні роботи = 2471,5 тис. грн.

НР – накладні витрати (16% від ПЗ) = 395,44 тис. грн.

НП – Нормативний прибуток (8% від ПЗ+НР) = 229,35 тис. грн.

$$C_{\text{БМР}} = 2471,5 + 395,44 + 229,35 = 3096,29 \text{ тис. грн.}$$

2) Тривалість будівництва

По календарному плану $T_{\text{кп}} = 7$ міс. і 15 днів.

Нормативна тривалість будівництва $T_{\text{н}} = 10$ міс.

$$T_{\text{н}} > T_{\text{кп}}$$

3) Загальна трудомісткість – 3011,59 чол.- міс.

Загальна машиноємність – 155,1 маш. - міс.

4) Гранична трудомісткість 2,7 чол.-міс. /м²

Гранична машиноємність 0,141 маш.-міс. /м²

5) Виріток на 1 чол.-зм. визначається відношенням $C_{\text{БМР}}$ до загальної трудомісткості: $3096,29/3011,59 = 1,03$

6) Рівень кошторисності $K_{\text{сб}} = C_{\text{сб}}/C_{\text{БМР}} * 100\%$, де

$C_{\text{сб}}$ – кошторисна вартість робіт з застосуванням збірних конструкцій і деталей.

$C_{\text{БМР}}$ – кошторисна вартість БМР.

$$K_{\text{сб}} = 1546,5/3096,29 * 100\% = 49,9\%$$

7) Коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили $K_{\text{н}}$

$$K_{\text{н}} = \frac{R_{\text{MAX}}}{R_{\text{ND}}} = \frac{64}{16,64} = 3,85,$$

де, R_{MAX} -максимальне число робочих по графіку руху робочої сили

R_{ND} -середнє число робочих (відношення загальних трудовИТрат чол.-дн., до загальної тривалості виконання робіт по календарному плану, дн.)

$$R_{\text{ND}} = 3011,59/181 = 16,64$$

8) Коефіцієнт суміщення робіт $K_{см}$:

$$K_{\sum t_i} = \frac{\sum t_i}{T_{\sum}} = \frac{288}{181} = 1,59,$$

де, $\sum t_i$ - тривалість робіт, які виконують послідовно одна за однією

$T_{\sum}$ - тривалості виконання робіт по календарному плану

3.8. Проектування будівельного генерального плану

Будгенплан - це план майданчика виділеної для будівництва об'єкта, на якому крім існуючих і проєктованих будівель, споруд і комунікацій показані необхідні для здійснення будівництва тимчасові будівлі і споруди, механізовані встановлення, склади матеріалів, тимчасові водопровідні та каналізаційні мережі, електромережі, тимчасові дороги.

Проектування будгенплану включає наступні розробки:

- Вибір і розрахунок потреби в тимчасових будівлях і спорудах;
- Розрахунок потреби і проектування тимчасового електропостачання, водопостачання, теплопостачання;
- Проектування руху транспорту.

При проектуванні будгенплану були враховані такі принципи:

1. Тимчасові будівлі, споруди та комунікації необхідно розташовувати на територіях, які не призначені на забудову постійними будівлями і спорудами, при цьому повинні дотримуватися протипожежні заходи, вимоги техніки безпеки, санітарно-гігієнічні умови;
2. Вартість тимчасових будівель і споруд, а також комунікацій повинна, бути найменшою;
3. Відстані, на які транспортуються будівельні вантажі і число їх розвантажень і навантажень в межах будгенплану повинні бути мінімальними.

Будгенплан розроблений на стадії зведення надземної частини будівлі.

При розробці будгенплану необхідне дотримання таких принципів:

- Повинно бути забезпечено раціональне використання майданчика,
- Підбір і розміщення побутових приміщень, пристроїв і пішохідних шляхів повинно забезпечувати задоволення побутових потреб працюючих,
- Рішення, прийняті в будгєнплані, повинні забезпечувати безпечні умови виконання робіт, дотримання протипожежних норм і вимог охорони навколишнього середовища.

При проектуванні складів необхідно визначити габарити і площу складських майданчиків.

Після розміщення складів здійснюється прив'язка тимчасових будівель, споруд, установок і комунікацій. При цьому прив'язка підземних інженерних мереж передбачає визначення місць підключення до постійних комунікацій, трасування з позначенням проміжних пристроїв.

На наступній стадії необхідно конкретизувати рішення щодо техніки безпеки, тобто визначити і показати межі небезпечних зон поблизу рухомих частин машин, силових установок, місць переміщення будівельних вантажів у споруджуваного об'єкта, вказати обмеження території будівельного майданчика і місця зберігання протипожежного інвентарю, розташування проходів та проїздів.

Розрахунок потреби в тимчасових будівлях і спорудах

При проектуванні будгєнплану необхідно прагнути до скорочення вартості тимчасових будівель і споруд, віддаючи перевагу пересувним побутовим приміщенням.

Тимчасові будівлю і споруди зводять на період будівництва, тому передбачати їх потрібно в мінімальному обсязі шляхом :

- Використання існуючих будівель і споруд, що знаходяться на будівельному майданчику і підлягають знесенню;
- Розміщення їх в раніше збудованих постійних будівлях;
- Встановлення інвентарних пересувних тимчасових будівель і споруд;

- Зведення тимчасових будівель і споруд із збірно-розбірних конструкцій, некондиційних збірних залізобетонних виробів.

Тимчасові будівлі.

До тимчасово підсобних будівель на будівельному майданчику належать: виробничі будівлі та споруди, склади, службові будівлі та санітарно-побутові приміщення.

Розрахунок їх складу ведеться з урахуванням максимального використання постійних існуючих або новозведених споруд.

Номенклатура тимчасових споруд включає автомобільні дороги, проїзди, шляхи і під'їзди з майданчиками під механізми, пішохідні дороги і переходи, інженерні мережі - електропостачання, зв'язок, водо- і теплопостачання, газопроводи, каналізація.

Встановивши номенклатуру будівель і споруд, переходять до визначення їх площ.

Визначення площ тимчасових будівель і споруд проводиться за максимальної чисельності працюючих на будівельному майданчику та нормативної площі на одну людину, котрий лікує даними приміщеннями.

Чисельність працюючих визначають за формулою:

$$N_{\text{ЗАГ.}} = (N_{\text{РОБ.}} + N_{\text{ІТР.}} + N_{\text{СЛУЖ.}} + N_{\text{СЛУЖ.}}) k,$$

де $N_{\text{ЗАГ.}}$ – загальна кількість робочих на будівельній площадці;

$N_{\text{РОБ.}}$ - кількість робочих,

$N_{\text{ІТР.}}$ - кількість інженерно-технічних робітників,

$N_{\text{СЛУЖ.}}$ – кількість служачих,

$N_{\text{СЛУЖ.}}$ – кількість молодшого обслуговуючого персоналу,

k – коефіцієнт, який враховує відпустку, хвороби, виконання громадських обов'язків, який приймають 1,05-1,06.

$$N_{\text{РОБ.}} = 38 \cdot 100 / 85 = 45 \text{ чол.}$$

$$H_{ITP.} = 8 * 0,76 = 6 \text{ чол.}$$

$$H_{СЛУЖ.} = 5 * 0,76 = 4 \text{ чол.}$$

$$H_{МОП.} = 2 * 0,76 = 2 \text{ чол.}$$

$$H_{ЗАГ.} = (45 + 6 + 4 + 2) * 1,05 = 60 \text{ чол.}$$

$$H_{ЧОЛ.} = 60 * 0,7 = 42 \text{ чол.}$$

$$H_{ЖИН.} = 60 * 0,3 = 18 \text{ чол.}$$

Таблиця 3.5. Розрахунок площ тимчасових будівель.

Тимчасові будівлі	Кількість працюючих	Кількість користуючих, %	Площа приміщення, м ²		Прийнята площа м ²	Розміри будівлі, м	Кількість	Тип тимчасової будівлі
			На одного робочого	Загальна				
Службові								
Контора виконроба з медпунктом	6	100	3	18	18	3х6	1	пересувний вагон
Санітарно-побутові								
Гардеробна	60	70	0,9	57,9	60	3х10	2	пересувний вагон
Умивальна	60	50	0,05	2,3	18	3х6	1	контейнер
Душева	60	50	0,43	2,04				
Туалет:								
чоловічий	42	100	0,1	6,5	8	2х4	2	Збірна
жіночий	18	100	0,1	2,7	6	1,5х4	2	Збірна
Сушильна	60	40	0,2	7,36	18	3х6	1	контейнер
Приміщення для обігріву	60	50	0,1	4,6				

та відпочинку								
Кладові						3х6	1	контейнер

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Економічні розрахунки виконані за допомогою програмного комплексу АВК, кошторисна документація знаходиться в додатку В.

4.1. Вибір раціонального варіанту будівельних деталей і конструкцій.

Обґрунтування економічної доцільності вибору варіантів використання різних видів будівельних конструкцій здійснюється на підставі складання розрахунку головних економічних показників: капітальних та експлуатаційних (поточних) витрат та співставлення їх між собою у формі приведених витрат.

Таким чином розраховуємо річні витрати по формулі:

$$Z_{\text{пр.р.}} = K \left(\frac{2}{T_{\text{сл}}^{\text{н}}} + \frac{H_{\text{пр}}}{100} \right);$$

де K – капіталовкладення за варіантом (кошторисна собівартість);

$T_{\text{сл}}$ – нормативний строк служби конструкції чи матеріалу в роках;

$H_{\text{пр}}$ – норма відрахувань від кошторисної вартості на поточний ремонт у відсотках.

Варіант 1:

- Поліпшене штукатурення вапняним розчином по каменю і бетону стін.

- Поліпшене штукатурення вапняним розчином по каменю і бетону стелі

$K_1 = 313582$ грн. ;

$T_{\text{сл}} = 7$ років;

$H_{\text{пр}} = 35,5\%$.

$$Z_{\text{пр.р.}} = 313582 \cdot \left(\frac{2}{7} + \frac{35,5}{100} \right) = 199347,2 \text{ грн.}$$

Варіант 2:

- Поліпшене штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю і бетону стін

- Поліпшене штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю і бетону стелі

$K_2 = 349066$ грн. ;

$T_{\text{сл}} = 7$ років;

$H_{\text{пр}} = 35,5\%$.

$$Z_{\text{пр.р.}} = 349066 \cdot \left(\frac{2}{7} + \frac{35,5}{100} \right) = 221656,9 \text{ грн.}$$

Отриманні результати зведемо в таблицю 4. 1.

Таблиця 4.1. Порівняння варіантів вибору будівельних матеріалів

Показники	Варіанти	
	1	2
Кошторисна собівартість, грн.	313582	349066
Річні приведені витрати, грн.	199347,2	221656,9
Трудомісткість, л.-год.	9293	10584

Найбільш ефективний перший варіант, а саме:

- Поліпшене штукатурення вапняним розчином по каменю і бетону стін.
- Поліпшене штукатурення вапняним розчином по каменю і бетону стелі

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Вступ

До початку будівництва виконуються наступні роботи:

- Огородження території будівельного майданчика;
- Розміщення санітарно-побутових приміщень поза межами небезпечних зон;
- Влаштування тимчасових доріг;
- Улаштування освітлення, електропостачання та інших інженерних комунікацій;
- Улаштування майданчиків складування.

Безпека рішень при будівництві об'єкта в ПОБ та ППР забезпечується за рахунок виконання наступних умов:

- Скорочення обсягів робіт, виконуваних в небезпечних зонах;
- Застосування проектних рішень, забезпечення можливості використання безпечних методів робіт;
- Дотримання безпечної послідовності виконання робіт та необхідних умов для забезпечення безпеки при суміщенні робіт у просторі і в часі;
- Вибору та розміщення машин і механізмів з урахуванням безпеки ведення робіт;
- Вибір безпечних прийомів і методів виконання робіт;
- Оснащення робочих місць необхідним технологічним та захисним оснащенням;
- Розробка рішень з охорони праці при виконанні робіт з будівництва, реконструкції та експлуатації об'єктів.

Облік вимог безпеки здійснюється в наступній документації у складі ПОБ:

- Календарний план, в якому визначаються терміни і черговість виконання робіт;
- Будгенплан, який включає в себе розміщення об'єкта, санітарно-побутове забезпечення, визначення небезпечних зон, пожежну безпеку;
- Технологічні карти, визначають послідовність безпечного виконання робіт;

- Пояснювальна записка, яка містить всі необхідні обґрунтування і розрахунки для прийнятих рішень.

Огорожа будмайданчика

Територію будівельного майданчика виділяємо на місцевості захисними огороженнями.

Висота паркану з металевих щитів на стійках 2,2м.

Небезпечні зони.

При організації будівельного майданчика, розміщенні ділянок робіт, робочих місць, проїздів будівельних машин, транспортних засобів, проходів для людей слід встановити небезпечні для людей зони, в межах яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори.

Зони небезпечних виробничих факторів для уникнення доступу сторонніх осіб повинні бути виділені огорожами (ДСТУ 23407-18). При виробництві будівельно-монтажних робіт в зазначених небезпечних зонах здійснюються організаційно-технічні заходи, що забезпечують безпеку працюючих.

Межі небезпечної зони, в межах якої можливе виникнення небезпеки у зв'язку з падінням предметів поблизу споруджуваного будинку або спорудження (від зовнішнього периметра) до 5 м.

Межі монтажної зони, де проявляється потенційна дія небезпечних виробничих факторів, пов'язаних з падінням предметів визначаються зовнішніми контурами споруджуваного об'єкта, збільшеними на 5 м.

Визначаємо можливу небезпечну зону при роботі автомобільного крана КС-2561 на вильоті 12 м при підйомі вантажу масою 2,8 т на висоту 10,43 м при кутовій швидкості обертання стріли.

Межі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів машин визначаються відстанню в межах 5 м, якщо інші підвищені вимоги в паспорті або інструкції заводу-виготовлювача.

Тимчасові дороги

До початку робіт на будівельному майданчику мають бути здійснені під'їзні шляхи та внутрішньо майданчикові дороги, що забезпечують вільний і безпечний доступ транспортних засобів до всіх споруджуваних об'єктів,

складських приміщень, до адміністративних та санітарно-побутових приміщень, пунктів харчування медпунктів. Внутрішньомайданчикові дороги виконані по кільцевій схемі, яка, забезпечуючи достатню видимість, дозволяють уникати зіткнення і скупчення транспорту.

На в'їзді на територію будівельного майданчика, а так само на ділянці будівництва вивішуються добре видимі, і в темний час доби, освітлювані попереджувальні та вказівні знаки безпеки і плакати з техніки безпеки.

При трасуванні доріг повинні дотримуватися такі вимоги :

- Між дорогою і складською майданчиком – 1,0 м;
- Між дорогою і захисними огороженнями будівельного майданчика – не менше 1,5 м.

Не допускається розміщення тимчасових доріг над підземними мережами або в безпосередній близькості від них.

Ширина проїжджої частини тимчасової дороги при русі транспорту в одному напрямку дорівнює 3,5 м. Радіуси закруглення доріг в плані слід приймати залежно від маневрових властивостей транспорту в межах від 12 до 30 м.

Тимчасові дороги виконуються із збірних залізобетонних плит, що укладаються на підстиляючий шар, що складається з піску і щебеню. Швидкість руху транспортних засобів поблизу місць проведення робіт не повинна перевищувати на прямих ділянках – 10 км/год., на поворотах – 5 км/год.

5.2. Розрахунок освітленості будівельного майданчика

Проектування штучного освітлення починають при розробці проектів організації будівництва та проекту виконання робіт.

Для будівельних майданчиків і ділянок, де роботи, згідно з календарним планом, виконуються в темний час доби (в 2-у зміну), передбачають улаштування робочого освітлення. Кількість прожекторів, які висвітлюють буд майданчик визначаємо за формулою:

$$N = \frac{mE_n \kappa A}{P_{\text{л}}} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 1084}{200} = 4 \text{ шт.}$$

де $m = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує світову віддачу джерела світла;

$E_n = 2$ – нормативна освітленість (монтаж металевих, залізобетонних конструкцій);

$\kappa = 1,5$ – коефіцієнт запасу;

$A = 1084 \text{ м}^2$ – освітлювана площа (площа майданчика);

$P_{\text{л}} = 200 \text{ Вт}$ – потужність лампи.

Прожектор ПСМ-30-1, тип лампи ЛН-200. Висота встановлення лампи 21 м.

Для освітлення місць виконання робіт в темний час необхідно улаштування місцевого освітлення:

Місьцеве освітлення:

Кількість прожекторів

$$N = \frac{mE_n \kappa A}{P_{\text{л}}} = \frac{0,25 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 549}{500} = 8 \text{ шт.}$$

де $m = 0,25$ – коефіцієнт, який враховує світлову віддачу джерела світла;

$E_n = 30$ – нормована освітленість (монтаж сталевих, залізобетонних конструкцій);

$\kappa = 1,5$ – коефіцієнт запасу;

$A = 549 \text{ м}^2$ – освітлювана площа (площа майданчика);

$P_{\text{л}} = 500 \text{ Вт}$ – потужність лампи.

Приймаємо прожектор ПЗС-35 с $P_{\text{л}} = 500 \text{ Вт}$. Висота переносної башти освітленої вишки 6,5 м.

5.3. Санітарно-побутове забезпечення

Загальна кількість робочих в найбільш тривалішу зміну складає 38 чоловік.

Розрахунок необхідних площ:

Гардеробна $0,82 \times 38 = 31,2 \text{ м}^2$.

Умивальна $0,2 \times 38 = 7,6 \text{ м}^2$.

Душові $0,54 \times 38 = 20,5 \text{ м}^2$.

Приміщення для обігріву і відпочинку і прийому їжі $0,95 \times 38 = 36,1 \text{ м}^2$.

Приміщення для сушіння одягу $0,2 \times 38 = 7,6 \text{ м}^2$.

Контора виконроба $4 \times 6 = 24 \text{ м}^2$.

Туалет $0,09 \times 26 = 2,3 \text{ м}^2$.

$0,14 \times 12 = 1,68 \text{ м}^2$.

Приймаємо 6 пересувних вагончиків. Прибиральня щитова.

5.4. Безпечне виробництво БМР

Охорона праці в будівництві являє собою систему взаємопов'язаних законодавчих, соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів. Мета яких захистити здоров'я працюючих від виробничих шкідливих впливів і нещасних випадків і забезпечити найбільш сприятливі умови, що сприяють підвищенню продуктивності праці та якості робіт.

Законодавство по праці регламентує порядок взаємовідносин між працівниками та адміністрацією, режим робочого часу і відпочинку працюючих, умови праці жінок і підлітків, порядок прийому, переведення і звільнення працівників. Різні пільги та переваги для різних категорій робітників.

Техніка безпеки являє собою сукупність організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають вплив на працюючих небезпечних виробничих факторів.

Відповідно до чинних норм і правил адміністрація будівництва повинна у встановлені терміни організувати інструктаж, вивчення та перевірку знань робітників і технічного персоналу в галузі техніки безпеки з обов'язковим документальним її оформленням.

На будівництво робітників можна допускати до роботи тільки після проходження ними вступного інструктажу з техніки безпеки та інструктажу з техніки безпеки безпосередньо на робочому місці. Щорічно слід перевіряти знання з техніки безпеки як робітників так і інженерно-технічних працівників. До роботи на особливо небезпечних і шкідливих виробництвах, до яких так само ставляться монтаж конструкцій на висоті, вогнетривкі, кислототривкі, ізоляційні роботи, процеси із застосуванням радіоактивних речовин і т. п. Робочі допускаються лише після відповідного навчання та здачі ними іспиту.

У розробку рішень з техніки безпеки включаються тільки такі заходи, виконання яких забезпечить безпеку виробництва робіт. Такі заходи з утримання поділяються на такі :

- Заходи щодо попередження нещасних випадків (модернізація технологічного, підйомно-транспортного та іншого виробничого обладнання, різних пристосувань і інструменту, улаштування додаткових запобіжних і захисних пристосувань, блокувань, автоматичних захисних вимикачів. Приладів дистанційного керування, сигнальних пристроїв і т. д.);

- Заходи щодо попередження захворювань на виробництві (придбання або виготовлення пристроїв і пристосувань, що захищають робітників від різних шкідливих впливів, улаштування нових і реконструкція діючих вентиляційних систем, удосконалення герметизації обладнання і процесів, пов'язаних з виділенням аерозолів, отруйних речовин, пилу, газів, парів і т. д.);

- Заходи по загальному поліпшенню умов праці (раціоналізація природного та штучного освітлення, реконструкція та переобладнання душових, гардеробних та інших санітарно-побутових приміщень, обладнання кабінетів, куточків, виставок з охорони праці).

Адміністрація організації відповідно до законодавства несе відповідальність за невиконання цих заходів або за використання не за призначенням коштів і матеріальних ресурсів виділених на ці цілі.

5.5.Техніка безпеки при веденні земляних робіт.

Земляні роботи слід виконувати тільки за затвердженим проектом виробництва робіт. При наявності в районі земляних робіт підземних комунікацій будь-які розкопки можна вести тільки в присутності представника організації, що експлуатує ці лінії. Виїмки необхідно розробляти з укосами. Бровки виїмок повинні бути вільні від статичного і динамічного напруження.

Рухомі по відсипанні насипу транспортні і землерийні машини не повинні наближатися до бровки ближче, ніж на 0,5 м.

При розробці ґрунту екскаватором робочим забороняється перебувати під ковшем або стрілою і працювати з боку забою. Екскаватор повинен

переміщуватися по рівній поверхні. При підготовці шляху для переміщення екскаватора ківш його повинен бути відведений убік і опущений на ґрунту.

При роботі бульдозера не дозволяється для уникнення поломки або перекидання повертати його з навантаженням або заглибленим в ґрунт відвалом. Забороняється переміщати бульдозером ґрунт на підйом більше 10 градусів і під ухил більше 30 градусів, висувати відвал за бровку укосу виїмки (при стиканні ґрунту під укіс).

Основну небезпеку при виробництві земляних робіт являє собою обвалення ґрунту в процесі його розробки та наступних роботах при влаштуванні фундаментів. З метою запобігання обвалення і забезпечення стійкості влаштовуються природні укоси. Одночасно з цим передбачаються заходи щодо відведення поверхневих і ґрунтових вод.

У процесі зведення стін фундаментів та підвалу необхідно перевіряти якість кріплення стінок траншей і котлованів. А для зручності виконання робіт доцільно залишати вільний простір шириною близько 0,5 м між нижньою бровкою траншеї або котловану і зовнішньої площиною фундаменту або стіни. У котлован або траншею робітники повинні спускатися по драбинах, огорожених поручнями. Не можна спускати камінь по жолобу з одночасним прийомом його з жолоба. Не можна так само скидати камінь у котлован і траншею з бровки.

5.6. Техніка безпеки при веденні кам'яних робіт

Висоту кожного ярусу кладки встановлюють з таким розрахунком, щоб рівень кладки після кожного переміщення був не менш, ніж на два ряди вище рівня риштування або перекриття. Кладку слід вести тільки з міжповерхових перекриттів і інвентарних помостів. Забороняється зводити стіни, стоячи на них. Риштування і помости для кам'яної кладки повинні задовольняти технічним умовам і вимогам техніки безпеки. При зведенні кладки в небезпечних зонах каменярі повинні використовувати запобіжні пояси, прикріплюючись з їх допомогою до стійких частин будівлі чи споруди.

На робоче місце камені у вигляді пакетів, покладених на піддони з футлярами, що виключають можливість їх випадання, слід подавати вантажопідйомними механізмами. Всі пристосування, використовувані для

підйому матеріалів повинні бути забезпечені пристроями, що не допускають їх самовільного розкриття і випадання матеріалу. Не можна скидати з перекриттів, лісів і риштування порожні піддони, контейнери, ящики, футляри і т. п. Опускати їх можна тільки за допомогою вантажопідйомних механізмів.

При кладці стін зсередини будівлі або споруди зовні по всьому периметру встановлюють захисні інвентарні козирки у вигляді настилу шириною 1,5 м і укладають на кронштейнах під кутом 200° до горизонту поверхні і розрахованого на сприйняття зосередженого навантаження 1600 Н, прикладеної в середині прольоту між кронштейнами. Із зовнішнього боку козирки обладнають бортовими дошками. Кронштейни навішують на сталеві гаки, що закладаються в кладку в міру її зведення на відстані не більше 3 м один від одного. Захисне огородження складається з двох рядів козирків. Перший ряд навішують на висоті не більше 6 м і залишають його на цьому рівні до закінчення зведення всього будинку. Робітники, зайняті встановленням і зняттям захисних козирків мають бути забезпечені запобіжними поясами. Ходити по козиркам, складати на них інструменти та матеріали забороняється.

5.7. Техніка безпеки під час будівельно-монтажних робіт

Основними причинами виникнення виробничого травматизму є несправний стан риштування, сходів, огорожувальних пристроїв, засобів індивідуального захисту, необґрунтований вибір такелажних пристроїв, способів стропування та підйомно-транспортного устаткування, порушення вимог з тимчасового закріплення встановлених елементів, зіткнення підйомних машин з ЛЕП. Для забезпечення безпеки при виконанні монтажних робіт передбачається виконання таких операцій:

- Визначення місця розташування і зона дії монтажних кранів;
- Дотримання технологічної послідовності монтажу;
- Правильна організація робочих місць і підходів до них.

При виконанні будівельно-монтажних робіт на висоті і для запобігання падінню людини і дрібноштучних предметів слід передбачати захисні огорожі.

Загальні вимоги до захисних огорож при зведенні надземної частини споруд викладені в ДЕСТ 12.4.059-18.

Основними вимогами, що пред'являються до огорож при зведенні надземної частини будівлі, є:

- Надійність вузла кріплення огорожуючого облаштування до конструкції будівлі;
- Можливість багаторазового використання;
- Зручність встановлення і демонтажу.

5.8. Техніка безпеки при веденні покрівельних робіт

Виконання покрівельних робіт на висоті пов'язано з можливістю падіння людей, інструменту, матеріалів. Транспортування та нанесення бітумних мастик може бути причиною травматизму. При виробництві робіт на дахах робітники повинні користуватися запобіжними поясами, надягати повстяну або гумове взуття. Бачки з гарячою мастикою встановлюються на горизонтальній поверхні.

Всі робітники повинні бути забезпечені брезентовими костюмами і рукавицями.

Щоб уникнути можливого падіння матеріалу, інвентарю та інструменту, необхідного для виробництва робіт на покрівлі застосовуються спеціальні переносні майданчика

5.9. Техніка безпеки при влаштуванні підлог

До початку ведення робіт всі повинні пройти вступний інструктаж та інструктаж на робочому місці. При зміні характеру роботи інструктаж на робочому місці повторюють.

Очищення основи, розколювання плиток і скляних жилок, шліфування мозаїчної підлоги виконують у захисних окулярах. При роботі з бетоном, розчином, цементом, потрібно захищати шкіру рук і обличчя від попадання на них цементу. Плиточники працюють в тонких гумових рукавичках або напальниках.

При роботі з летючими розчинниками, що клеять мастиками забезпечують гарну вентиляцію приміщення, не створюючи при цьому протягів. Куріння на робочому місці заборонено. Запас вогнебезпечних

матеріалів не повинен перевищувати змінну потребу. Перед вживанням їжі, курінням необхідно ретельно мити руки. Ступінь токсичності матеріалу повинен бути вказаний в його паспорті або на упаковці.

Роботу необхідно виконувати гострим, добре пригнаним інструментом з міцно насадженою гладкою ручкою.

До роботи з електричними машинами допускають тільки спеціально навчений персонал. Всі електроагрегати повинні бути заземлені. Заземлений і струмоведучий проводи необхідно захищати від пошкодження та перелому. Ремонтують і чистять агрегати тільки після їх повного відключення від електромережі тимчасове електроосвітлення застосовують при напрузі не більше 36 В.

На захватках, де ведуться роботи, повинні бути вивішені попереджувальні плакати. Приміщення, в яких влаштовують підлоги, оснащують вогнегасниками (по 2 на 100 м²), ящиками з піском, лопатами і повстяними покривалами. Роботу слід починати з місць найбільш віддалених від входу. Не можна вести роботи в приміщеннях і на шляху евакуації з них.

Лампи тимчасового освітлення напругою 127 і 220 В повинні бути підвішені на висоті не менш 2,5 м, а при мокрих процесах і в приміщеннях, де зберігають або готують займисті суміші – тільки у вибухобезпечній арматурі. У переносних світильниках застосовують напругу тільки 36 В.

Всі займисті, токсичні та вибухонебезпечні матеріали необхідно зберігати в герметично закритій тарі в окремих приміщеннях. Токсичні розчини та мастики слід готувати в протигазах і гумових рукавичках. Об'єкти, де виконують роботи з влаштування покриттів підлог, повинні бути забезпечені аптечками з набором медикаментів перев'язувальних матеріалів.

5.10. Штукатурні роботи

Перед пуском розчинонасосів в роботу повинні бути перевірені клапани і манометри. Місце встановлення розчинонасосів та місця роботи штукатурів повинні бути обладнані справною сигналізацією. Без сигналізації робота розчинонасоса забороняється.

При виконанні штукатурних і малярських робіт у закритих приміщеннях необхідно передбачити використання шліфувальних засобів і

затирочних машинок, електрифікованого інструменту і переносних струмоприймачів напругою не більше 36 В.

При виробництві штукатурних робіт на сходових маршах використовуються спеціальні підмостки (столики) з більш короткими передніми ніжками, перильних огорож і бортовою дошкою.

5.11. Ізоляційні роботи.

Котли для розігріву мастик повинні мати щільно закриті кришки. Біля кожного котла повинен знаходитися комплект протипожежних засобів. Застосування відкритих електричних плит, керосинок та інших нагрівальних приладів з відкритим вогнем для підігріву бітуму на робочих місцях заборонено.

5.12. Інженерні рішення з охорони праці

При проектуванні об'єктного буд генплану необхідно передбачати такі заходи та інженерні рішення :

- Виділення небезпечних зон, доступ у які робітникам, які не зайняті на виконанні даних робіт, заборонено; організацію безпечних шляхів для пішоходів і транспорту;
- Розміщення тимчасових будівель і споруд поза зоною дії монтажного крана;
- Видалення адміністративних та побутових будинків від об'єктів, які виділяють пил, шкідливі гази, на відстань не менше 50 м і розташування їх по відношенню до цих об'єктів з навітряного боку;
- Дотримання відстані від постійних і тимчасових будівель і споруд до штабелів складів пиломатеріалів не менше 30 м;
- Організацію необхідного освітлення буд майданчика, проходів і робочих зон;
- Видалення питних установок від робочих місць на відстань не більше 75 м.

5.13. Протипожежна безпека

Протипожежна безпека включає в себе комплекс заходів щодо попередження пожеж, поліпшенню протипожежного стану будівлі, зниженню пожежної небезпеки у виробничих процесах. Для забезпечення цих заходів

будівельники зобов'язані суворо дотримуватися вимог пожежної безпеки на всіх стадіях будівництва, починаючи з підготовчих робіт. У цих цілях тимчасові будівлі і споруди, що зводяться в підготовчий період, слід будувати строго по проектах організації будівництва і виконання робіт, які попередньо погоджують з органами пожежної безпеки.

Територія, зайнята під відкриті склади горючих матеріалів повинна бути очищена від сухої трави, бур'яну і т. п.

Передбачені проектом зовнішні пожежні сходи й огорожі на даху будівлі, що будується влаштовуються відразу після монтажу несучих конструкцій.

Всі сходи монтують одночасно з пристроєм сходових клітин.

Всі засоби підмоцнування виконані з дерева повинні бути просочені вогнезахисним складом.

Сушіння одягу повинне проводитися в спеціальних вагончиках із застосуванням водяних калориферів.

Виробництво робіт всередині будівлі з застосуванням горючих речовин і матеріалів заборонено поблизу місць виробництва зварювальних робіт.

Порожня тара від легко займистих та горючих матеріалів повинна зберігатися на спеціально відведених майданчиках.

Під час виробництва робіт з улаштування гідро- і пароізоляції на даху заборонено виробництво всіх видів вогняних робіт. Необхідна наявність первинних засобів пожежогасіння в приміщеннях виробництва вогнебезпечних робіт з розрахунку 2 вогнегасника на 100 м.

Зварювання і розігрів бітумних мастик проводиться у спеціальних котлах, що знаходяться від будівлі на відстані не менш 10 м, поруч необхідно улаштування пожежного поста. Забороняється підігрівати бітумні склади всередині приміщення.

У виконроба необхідно улаштування пожежного щита, в побутових приміщеннях – наявність вогнегасників.

За організацію пожежної охорони, виконання протипожежних заходів і справне утримання засобів пожежогасіння на ділянці будівництва несе відповідальність начальник робіт.

5.14 Екологічна безпека

Відповідно до закону «Про охорону навколишнього середовища в Україні» основними заходами є: охорона ґрунту, повітряного і водного басейну, утилізація відходів.

У процесі проектування необхідний ретельний підхід і врахування прийнятих рішень. Екологічний підхід повинен характеризувати проектування, будівництво та експлуатацію будівлі. Інструкцією про склад, порядок розробки, погодження та затвердження проектно-кошторисної документації на будівництво будівель і споруд передбачена розробка заходів щодо раціонального використання природних ресурсів.

5.15. Охорона ґрунту

До початку виконання робіт проводяться роботи по зняттю верхнього рослинного шару ґрунту. Товщина шару ґрунту становить 100÷150 мм. Зрізаний ґрунт складається на території будівельного майданчика в спеціально відведених місцях, після закінчення будівельних робіт використовується для благоустрою території.

Обсяг зняття родючого шару ґрунту обчислюється за формулою:

$$V=HS=0,15\cdot1084=162,6\text{ м}^3$$

5.16. Охорона водного басейну

Водопостачання будівельного майданчика здійснюється з урахуванням діючих систем водопостачання.

Тимчасове водопостачання будівельного майданчика розраховується на задоволення максимальної потреби будівництва у воді на період БМР.

Фекальні, поверхневі та стічні води підведені до існуючої міської каналізації.

5.17. Охорона повітряного басейну

Для попередження від запилення оточуючих будівельний майданчик територій слід систематично вивозити будівельне сміття та відходи на звалище. Видаляти будівельне сміття з поверхів дозволяється тільки в контейнерах, щоб не створювати запилення атмосфери. Не можна закопувати на будівництві браковані і невикористані будівельні матеріали. Забороняється спалювання всіх відходів. Порушення вимог охорони призводить до

непоправних наслідків, пов'язаних із загибеллю зелених насаджень, забрудненням акваторій, змінам режиму підземних та ґрунтових вод.

5.18. Утилізація відходів

Виходячи з можливих джерел утворення відходів, їх агрегатного стану, умов утворення та збору, виділяють основні групи:

- Тверді побутові відходи;
- Вуличних кошторисів.

Кількість річного кошторису при нормі 10 кг/рік см² твердих покриттів 5 кг/рік с м² газонів складає:

$$V_{\text{смет.год}} = S_{\text{тв.покр.}} \cdot 10 + S_{\text{газонов}} \cdot 5 = 2660 \cdot 10 + 1470 \cdot 5 = 33950 \text{ кг/рік}$$

$$\text{Добовий кошторис } \frac{V_{\text{смет.год}}}{365} = \frac{33950}{365} = 93,01 \text{ кг/доб.}$$

Таким чином заходи з охорони навколишнього середовища в основному забезпечують мінімальне порушення екологічної рівноваги.

Назва: Числове моделювання напружено-деформованого стану основи ростверку та палі

Назва англ.: Numerical modeling of the stress-strain state of the grid base and pile

Автор: Климівський Руслан Якович

Автор англ. Klymovs'kyu Ruslan

Ключові слова:

напружено-деформований стан

довантажувальні сили

програмний комплекс

основа плитного ростверку

Ключові слова англ.:

stress-strain state

loading forces

software package

the basis of a plate grid

Бібліографічний опис: Климівський Р. Я. Числове моделювання напружено-деформованого стану основи ростверку та палі : кваліфікаційна магістерська робота : спец. 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / наук. кер. С. Л. Хачатурян ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2021. - 117 с.

Анотація: Виконано числове моделювання напружено-деформованого стану основ складових елементів пальового фундаменту, не з'єднаних між собою, при їх послідовному навантаженні шляхом розв'язання контрольних задач на основі натурних експериментів. Проведено теоретичне дослідження розповсюдження довантажувальних сил тертя на бічній поверхні палі від зміни навантаження плити з отвором, не з'єднаної з палею, шляхом числового моделювання напружено-деформованого стану їх основи в двох програмних комплексах: Plaxis 3D та Ansys. Додатково здійснено аналітичний розв'язок довантажувальних сил тертя палі при навантаженні плити, що не з'єднана з нею, асимптотичним методом у програмному середовищі Maple, результати якого свідчать про задовільну збіжність з експериментальними даними та числовим моделюванням.

Анотація англ.: Numerical modeling of the stress-strain state of the foundations of the components of the pile foundation, not interconnected, with their successive loading by solving control problems based on field experiments. A theoretical study of the propagation of loading friction forces on the side surface of the pile from changes in the load of the plate with a hole not connected to the pile by numerical simulation of the stress-strain state of their base in two software packages: Plaxis 3D and Ansys. In addition, an analytical solution of the loading forces of the pile friction under the load of a plate not connected to it was carried out by the asymptotic method in the Maple software environment, the results of which show satisfactory agreement with experimental data and numerical simulations.