

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Будівельний факультет
Кафедра будівництва та експлуатації будівель, доріг та транспортних споруд

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
БЕБДТС
_____ В.М. Луцьковський
підпис
«__» _____ 2022 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: «25 поверховий житловий будинок в м.Києві»

Виконав (ла)	_____	_____
	(підпис)	Стадник А.О. (Прізвище, ініціали)
Група		_____
		ПЦБ 2101м
(Науковий) керівник	_____	_____
	(підпис)	Юрченко О.В. (Прізвище, ініціали)

Суми – 2022 р.

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра:будівництва та експлуатації будівель, доріг та транспортних споруд
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Стадник Андрій Олександрович

1. Тема роботи Дослідження та використання енергоефективних заходів багатопверхового будинку у м. Суми

Затверджено наказом по університету №2805-н від "23 "11 2021р.

2. Строк здачі студентом закінченої роботи: "12" грудня 2022 р

3.Вихідні дані до роботи:_____

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

6. Консультанти за розділами магістерської кваліфікаційної роботи

Найменування розділу	Консультанти
Архітектурно-будівельний	Бородай С.П.
Розрахунково-конструктивний	Роговий С.І.
Дослідницько-технологічний	Нагорний М.В.
Нормоконтроль	Юрченко О.В.
Перевірка на аутентичність: унікальність	доц..Срібняк Н.М.

7. Графік виконання магістерської кваліфікаційної роботи

Найменування розділу	Термін виконання
Архітектурно-будівельний	04.04.22
Розрахунково-конструктивний	20.06.22
Технологічно-організаційний	20.06.22
Дослідницько-технологічно-організаційний	21.11.22
Здача роботи для перевірки на плагіат	05.12.21- 07.12.21
Попередній захист	
Здача проекту до деканату	08.12.21- 12.12.21
Захист проекту	

Завдання видав до виконання:

Керівник :

(підпис)

(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач

(підпис)

(Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

- Тема дипломної роботи:** «Дослідження та використання енергоефективних заходів багатопверхового будинку у м. Суми»
- Виконавець:** *Стадник А.*
студент 2 курсу ОС Магістр
- Керівник:** *к.е.н., доцент Юрченко Оксана Вікторівна*
- Об'єм дипломної роботи:** ___ листів графічної частини
пояснювальна записка в об'ємі ___ арк.
- Архітектурно-будівельний розділ:** плани, фасади, розрізи, вузли та деталі конструктивного рішення будівлі, ситуаційний план
- Розрахунково-конструктивний:** розрахунок монолітної фундаментної плити
- Дослідницький технологічно – організаційний:** дослідження складу шлаголужних бетонів для поліпшення характеристик міцності бетону, технологічна карта на влаштуванню буро набивних паль

ЗМІСТ

ВСТУП	6
Розділ 1. Архітектурно-будівельний	7
1.1. Ситуаційний план	7
1.2. Об'ємно – планувальне рішення	8
1.3. Архітектурно – конструктивне рішення	11
1.4. Інженерні розрахунки	17
Розділ 2. Розрахунково-конструктивний	19
2.1. Розрахунок монолітної фундаментної плити	19
Розділ 3. Дослідницький технологічно – організаційний	31
3.1. Підготовка об'єкта будівництва	41
3.2. Технологія виконання будівельних процесів з розробкою технологічних карт	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56

ВСТУП

В дійсний час головним завданням є корінна реорганізація капітального будівництва та підвищення його ефективності. Реалізація цього завдання повинна розроблятися шляхом послідовного перетворення будівництва в єдиний промислово-будівельний процес взведення об'єктів, покращення та взведення номенклатури використовуваних матеріалів та конструкцій, забезпечення будівництва високовиробничою технікою, широкого залучення прогресивних науково-технічних досліджень, ресурсо- та енергозберігаючих технологій, економічних, об'ємно-планувальних рішень та організаційно-технологічних рішень, підвищення якості розробки документації та удосконалення проектно-кошторисного діла.

Питання щодо розвитку матеріально-технічної бази охоплює економіка будівництва, а також питання головних виробничих фондів, формування оборотних засобів, підвищення виробничих праці, удосконалення системи заробітної оплати, а також організації матеріально-технічного постачання в умовах переходу до ринкових відносин.

Економіка будівництва розглядає питання щодо організаційних форм на всіх ланках управління, вивчає планування будівельного виробництва для найбільш повного використання трудових та фінансових ресурсів, займається розробкою економічних основ будівельного проектування.

Значний вклад в розв'язок завдань будівельної індустрії повинні внести й техніки-будівельники, яким необхідно знати основні конструктивні рішення як елементів конструкції так і в будівлі в цілому, фізико-механічні властивості будівельних матеріалів, розрахункові схеми та напруження елементів будівельних конструкцій, що потребує високої професійної підготовки фахівців.

Розділ 1. Архітектурно – будівельний

1.1. Ситуаційний план



1.2. Об'ємно-планувальне рішення

Житловий 11 - поверховий будинок має наближену до квадрату складну форму з розмірами 31,44 × 26,84 м. Будівля монолітно-каркасна, з першим поверхом який будується для офісних приміщень, над цим поверхом з 2 по 11 жилі квартири. Будівля також має підвал та технічний поверх де знаходяться технічні приміщення.

Відповідно до таблиці М.1 А ДБН.2.2-3-2012 даний об'єкт будівництва відноситься до класу наслідків (відповідальності) **СС2** і належить до **II категорії складності**.

Сама житлова будівля має перший поверх на відмітці ±0,000 на якому знаходяться офісні приміщення. Висота першого поверху 3 м., висота жилих поверхів складає 2,7 м., висота технічного поверху 2,4 м, підвалу 2,6 м.

В будинку запроектована сходинова клітка, два пасажирські та один вантажний ліфти. Загальна площа житлового будинку в складі корисної площі та площі допоміжних приміщень повністю задовольняє норму проживання мешканців будинку.

На поверхні знаходяться десять квартир:

- сім однокімнатних;
- дві двокімнатних;
- одна трьох кімнатна.

Входи в будівлю організовано з:

- із заходу вхід у офісні приміщення;
- із сходу вхід у офісні приміщення;
- із півночі вхід до сходинової клітки;
- із півдня вхід до ліфтів.

Кожен східово – ліфтовий вузол містить в собі сміттєпровід зі сміттекамерою. В кожній квартирі передбачено по два санвузли. Природне освітлення квартир та офісних приміщень передбачено через віконні прорізи, заповнені металопластиковими віконними блоками зі склопакетами. У рішенні фасадів будинку використане сполучення світлих оздоблених поверхонь стін й

екранів лоджій, віконних прорізів, деталей огорожень. Фасадне оздоблення гармонує з навколишніми існуючими будівлями, і відповідає сучасному вирішенню кольорової гами. Лоджії в будівлі закритого типу на яких знаходиться люк для розміщення евакуаційних сходів.

Таблиця 1.1. Техніко-економічні показники житлового будинку

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Кількість	Примітка
1	Кількість поверхів	шт.	11	
2	Кількість квартир -однокімнатні квартири -двокімнатні квартири -трьохкімнатні квартири	шт.	105	
		шт.	63	
		шт.	21	
		шт.	21	
3	Кількість жителів (з урахуванням: 35 м ² на люд.)	люд.	163	
4	Загальна площа квартир	м ²	5226,9	
5	Площа жилої будівлі -площа підвалу -площа тех. поверху	м ²	8244,23	
		м ²	558,29	
		м ²	733,18	
6	Загальний будівельний об'єм -надземна частина -підземна частина	м ³	31113,42	
		м ³	28202,00	
		м ³	2911,42	
7	Площа забудови	м ²	842,13	

Висотний житловий будинок, що проектується виконано у відповідності з вимогами пожежної безпеки згідно з ДБН В.1.1.7–2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», іншими чинними нормативними документами з питань пожежної безпеки та положеннями цих норм.

Конструктивна система житлового будинку запроектована так, щоб забезпечити її загальну стійкість при аварійних ненормованих локальних руйнівних навантаженнях на окремі несучі конструкції, як мінімум на час, необхідний для евакуації людей (вибухи різного типу, пожежі, падіння важких предметів, наїзди важкого транспорту тощо).

Інженерне обладнання висотного будинку, що проектується включає наступні системи:

- систему протипожежного водопостачання для внутрішнього та зовнішнього пожежогасіння;
- систему автоматичної пожежної сигналізації;
- систему евакуаційного освітлення;
- систему оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей;
- блискавкозахист і захисне заземлення;
- диспетчеризацію і управління системами протипожежного захисту.

Видалення диму з поповерхових коридорів у будинку з незадимлюваною сходовою кліткою передбачено через спеціальні шахти з примусовою витяжкою і клапанами, що улаштовуються на кожному поверсі із розрахунку одна шахта на 30 м довжини коридору.

Виходи з ліфтів на поверхах передбачено через ліфтові холи, які відокремлені від прилеглих коридорів та приміщень протипожежними перегородками.

Пожежні крани розміщуються у вбудованих або навісних шафах, які мають отвори для провітрювання і пристосовані для опломбування та візуального огляду їх без розкривання. У кожній квартирі передбачено пожежний кран-комплект, приєднаний до мережі господарсько-питного водопроводу будинку та обладнаний котушкою з пожежним рукавом завдовжки не менше 15 м, діаметром 19 мм (або 25 мм, 33 мм) із розпилювачем, що забезпечує можливість подання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м.

Система оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей повинна видавати звуковий та світловий сигнали в кожному квартиру, офіс, а також забезпечувати двохсторонній зв'язок квартир, офісів та інших приміщень з пожежним постом (ЦПУБ, диспетчерською).

1.3. Архітектурно – конструктивне рішення

Конструктивна схема житлового будинку – монолітно-каркасна, складається з несучих монолітних колон-пілон, на які спираються суцільні

монолітні плити перекриття товщиною 250 мм. Стіни будівлі запроектовано з утеплювачем із мінераловатних плит з $\gamma=35$ кг/м³.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується монолітним каркасом, монолітним диском перекриття та ядрами жорсткості, якими вважаються сходові клітки та ліфтова шахта.

Фундаменти

В даному проекті, на основі геологічних умов та конструктивних особливостей будинку, що проектується і навантажень, що діють на фундаменти та ґрунтову основу, а також умов їх експлуатації, передбачається влаштування монолітної залізобетонної фундаментної плити по пальовій основі. Даний вид фундаменту було запроектовано згідно з ДБН В.2.1-10 «Основи та фундаменти споруд», ДБН А.2.1-1 та ДБН В.1.2-14.

Підошва монолітної фундаментної плити розташовується на відмітці $-3,5$ м від рівня чистої підлоги, товщина плити під будинком 900 мм. Плита виконана з важкого бетону класу С 25/30 (В 25) за міцністю на стиск та марки W4 за водонепроникністю на портландцементі.

Гідроізоляція (горизонтально) виконується цементно-піщаним розчином з додаванням рідкого скла. Вертикальну ізоляцію підвалу влаштовують із гарячої бітумної мастики за 2 рази.

Всі роботи по влаштуванню фундаментної плити проводити згідно ДБН А3.1.5-96 «Організація будівельного виробництва», ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва.

Стіни, перемички

Зовнішні стіни прийнято самонесучими товщиною 440мм з керамічної одинарної пористої цегли згідно ДСТУ Б В.2.7-61:2008 марки М 50 на цементно-піщаному розчині М25.

Утеплення фасадних стін прийнято з утеплювача з пінополістерольної плити $\gamma = 35$ кг/м³ у відповідності з ДСТУ У Б В.2.7-99-2000, цей утеплювач знаходиться в середині стіни.

Четвертим шаром є кладка із газоблоків $\gamma = 400 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 200 \text{ мм}$. Ці блоки є не тільки економічно вигідними, а й по теплопровідності дуже ефективні. Такий склад стіни є ефективним і економічно вигідним.

Перемички над віконними та дверними прорізами брускові збірні залізобетонні по серії 1.0381-1, марок 1-2, 1ПБ10-1, 2ПБ16-2-П, 2ПБ18-2, 2ПБ13-2, 2ПБ-13-1.

Перекрыття і покриття

В якості перекрыття в будівлі слугують монолітні плити товщиною 200мм. З бетону класу С25/30. Армування виконано згідно ДСТУ 3760 – 2006: арматура робоча А400С; арматура конструктивна А240С.

Перегородки

Перегородки в будівлі виконано з піно блоків товщинною – 80,120,240 мм. Перегородки армуються сітками з дроту через 6 рядів кладки.

Сходи

Сходи збірні залізобетонні двомаршові внутрішні, марші ребристої конструкції з фризівими сходами.

Цокольна частина сходів у будинку також сходи на ганках і доріжках виконані із сходинок накладних залізобетонних марок ЛС10, ЛС12-1 за ГОСТ 8717.0-84.

Дах і покрівля

Будинок має технічний поверх висотою 2,4 м, що дає можливість прокласти у будинку систему опалення із верхньою розводкою магістральних трубопроводів, також на технічному поверсі буде ливнева система. Покрівля виконана шарами:

- один шар філзола марки «В» з гравійним захисним шаром $h=5\text{мм}$, $\gamma=650\text{кг/м}^3$;
- один шар філізола марки «Н» $h=5\text{мм}$, $\gamma=600\text{кг/м}^3$;
- керамзитовий гравій по ухилу пролитий цементним молоком $h=140\text{мм}$, $\gamma=450\text{кг/м}^3$
- утеплювач мінераловатний «Руф Баттс» $h=140\text{мм}$, $\gamma=160\text{кг/м}^3$;

- пароізоляційна армована поліетиленова плівка $h=1,5\text{мм}$;
- монолітне залізобетоне перекриття $h=200\text{мм}$, $\gamma=2500\text{кг/м}^3$.

Вікна та двері

Вікна і балконні двері – металопластикові з двокамерними склопакетами для зменшення тепловитрат і підвищення звукоізоляції житлових приміщень. Запроектвані металопластикові двері з армованим склом.

Вхідні двері у квартири передбачені за ДСТУ Б В.2.7-107-2001, посилені, металеві протиударні з ущільненням у притворах, з межею вогнестійкості не менше 0,6 год EI-60. Внутрішньо квартирні двері – дерев'яні. Розрахунковий опір теплопередачі для вікон, балконних дверей, вхідних дверей будівлі $R=0,6\text{м}^2\text{С/Вт}$. Розміри внутрішніх дверних проїомів прийнято згідно ДСТУ Б В.2.6-19-2000. Вхідні двері в житловий будинок передбачено обладнати кодовими замками або замково – переговорними пристроями.

Двері, що ведуть на горище і в машинне приміщення ліфта, а також люки виконано протипожежними металевими, зі ступенем вогнестійкості EI 30 (30 хв.), EI 60 (60 хв.) ТУ У 24733539.005-2000.

Щоб уникнути перебування дверей у відкритому стані, встановлюють спеціальні пристрої, що плавно повертають двері в закритий стан без удару. Двері обладнано ручками, засувками й замками. Вхідні двері в квартири виконано броньованими металевими. Для забезпечення швидкої евакуації всі двері відкриваються назовні по напрямку руху на вулицю виходячи з умов евакуації людей з будинку при пожежі.

Таблиця 1.2. Специфікації елементів заповнення прорізів

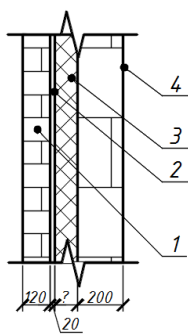
Поз.	Позначення	Найменування	Кількість на поверх					Маса од., кг	Прим.
			1 пов.	2-11 пов.	Тех. пов.	Вих. Покр.	Всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Вікна							
ВК-1	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 1935x2360 (4М1-10-4М1)	2	-	-	-	2		
ВК-2	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 1935x2960 (4М1-10-4М1)	2	-	-	-	2		
ВК-3	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 1860x7960 (4М1-10-4М1)	2	-	-	-	2		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ВК-4	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 1975x4760 (4М1-10-4М1)	4	-	-	-	4		
ВК-5	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 1510x980 (4М1-10-4М1)	-	105	-	-	105		
ВК-6	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 1540x1510 (4М1-10-4М1)	-	168	-	-	168		
ВК-7	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 1750x5960 (4М1-10-4М1)	-	21	-	-	21		
ВК-8	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 1440x785 (4М1-10-4М1)	-	-	7	-	7		
ВК-9	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 6940x1635 (4М1-10-4М1)	-	9	-	-	9		
ВК-10	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 2760x1710 (4М1-10-4М1)	-	63	-	-	63		
ВК-11	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 3960x1710 (4М1-10-4М1)	-	9	-	-	9		
ВК-12	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 2000x1710 (4М1-10-4М1)	-	21	-	-	21		
ВК-13	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 1280x1710 (4М1-10-4М1)	-	63	-	-	63		
ВК-14	ДСТУБ В.2.7-107-2001	ВБ 2440x2640 (4М1-10-4М1)	1	-	-	-	1		
		Блоки дверні							
Д-1	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. нар. (ЕІ-30), 2100x1000, Пр	2	-	-	-	2		
Д-2	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. нар. (ЕІ-30), 2100x1000, Л	1	-	-	-	1		
Д-3	ДСТУ Б В.2.6- 11-97	Протипож.дв. бл. нар.(ЕІ-60), 2100x1000,Дв	1	-	-	-	1		
Д-4	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. (ЕІ-30), 2100x1000, Л	1	42	1	-	42		
Д-5	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. скло,(ЕІ-30), 2750x2800, Дв	4	-	-	-	4		
Д-6	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. скло,(ЕІ-30), 2750x2780, Дв	4	-	-	-	4		
Д-7	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. ч.скло,(ЕІ-30), 2750x1300, Дв	1	-	-	-	1		
Д-8	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. ч.скло,(ЕІ-30), 2100x1300, Дв	2	-	-	-	2		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Д-9	ДСТУ Б В.2.6-23-2001	ДПВ Г С Б Пр 2100 x 700	8	-	-	-	8		
Д-10	ДСТУ Б В.2.6-23-2001	ДПВ Г С Б Л 2100 x 700	7	-	-	-	7		
Д-11	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. ч.скло,(ЕІ-30), 2100x1000, Л	2	-	-	-	2		
Д-12	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. ч.скло,(ЕІ-30), 2100x1000, Пр	1	-	-	-	1		
Д-13	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. глух,(ЕІ-30), 2100x1200, Пр	1	-	-	-	1		
Д-14	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. ч.скло,(ЕІ-30), 2100x1500, Дв	1	21	-	-	21		
Д-15	ДСТУ Б В.2.6-99:2009	Мет. дв. бл. вн. ч.скло,(ЕІ-30), 2100x1200, Дв	-	42	-	-	42		
Д-16	ДСТУ Б В.2.6-99:2009	І. дв. бл. вн. без порога глух, 2100x800, Пр	-	84	-	-	84		
Д-17	ДСТУ Б В.2.6-99:2009	І. дв. бл. вн. без порога глух, 2100x800, Л	-	241	-	-	241		
Д-18	ДСТУ Б В.2.6-99:2009	І. дв. бл. вн. без порога глух, 2100x700, Пр	-	126	-	-	126		
Д-19	ДСТУ Б В.2.6-99:2009	І. дв. бл. вн. без порога глух, 2100x700, Л	-	-	-	-	-		
Д-20	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. глух,(ЕІ-30), 2100x1000, Пр	-	42	1	-	42		
Д-21	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. нар. глух,(ЕІ-30), 2100x1000, Л	-	42	6	-	45		
Д-22	ДСТУ Б В.2.6-11-97	Противож.дв. бл. вн.(ЕІ-60), 2100x1000,Л	-	-	1	-	1		
Д-23	ДСТУ Б В.2.6-11-97	Противож.дв. бл. вн.(ЕІ-60), 2100x700,Л	-	-	1	-	1		
Д-24	ПК “СтройТэкс”	Мет. дв. бл. вн. ч.скло,(ЕІ-30), 2100x1000, Пр	-	-	1	-	1		
Д-25	ДСТУ Б В.2.6-11-97	Противож.дв. бл. вн.(ЕІ-60), 2100x1000,Пр	-	-	2	1	3		

1.4 Інженерний розрахунок

Розрахунок зовнішньої стінової огорожі на опір теплопередачі



- 1 – Цегла облицювальна, $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$,
 $\delta = 120 \text{ мм}$;
- 2 – Повітряний прошарок, $\delta = 20 \text{ мм}$;
- 3 – Утеплювач $\gamma = 35 \text{ кг/м}^3$, $\delta = ? \text{ мм}$;
- 4 – Газо - блоки $\gamma = 400 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 200 \text{ мм}$

Згідно таблиці 1, ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель, визначаємо для м. Київ: I кліматична зона, тип огорожуючої конструкції – зовнішня стіна житлового багатоповерхового будинку, $R^{mp} = 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$.

Розрахункова температура внутрішнього повітря прийнята згідно вимог норм проектування житлових та громадських будівель, $t = 20^\circ \text{C}$. Вологісний режим приміщення – нормальний. Умови експлуатації огорожуючої конструкції – Б.

Визначаємо питомий опір теплопередачі огорожуючої конструкції за формулою:

$$R_0 \geq \sum R_i + R_v + R_n,$$

Де $\sum R_i$ - це сума термічних опорів всіх шарів конструктивного елементу;

$$R_v = 0,115, R_n = 0,05 \quad R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{pi}}, \text{ де}$$

δ_i – товщина і-того шару конструкції, м

λ_{pi} – коефіцієнт теплопровідності і-того шару конструкції, $\text{Вт/м} \cdot \text{К}^0$

✓ Для першого шару стіни – облицювальної цегли 120 мм,

$\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$;

$$R_1 = \frac{0,12}{0,35} = 0,34 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

✓ Для другого шару стіни – повітряний прошарок 20 мм;

$$R_1 = \frac{0,02}{0,14} = 0,143 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

✓ Для четвертого шару стіни - кладка із газо - блока $\gamma = 400 \text{ кг/м}^3$;

$$R_1 = \frac{0,2}{0,1} = 2,0 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

Обчислюємо R_0

$$R_1 = 0,34 + 2 + 0,143 + 0,115 + 0,05 = 2,648 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

Умова не виконується, тому обчислюємо оптимальну товщину:

$$\delta_2 = (R_{np} - R_0 + R_2) \cdot \lambda_2 \cdot b$$

$$\delta_2 = (3,3 - 2,648) \cdot 0,035 \cdot 1,2 = 0,03m - \text{приймаємо товщину утеплювача 30 мм}$$

$$R_1 = \frac{0,03}{0,035} = 0,86 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

Проводимо перерахунок теплового опору стіни:

$$R_1 = 0,34 + 2 + 0,143 + 0,86 + 0,115 + 0,05 = 3,508 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

$$R^{np} = 3,3 \frac{m^2 \cdot K}{Bm} \leq 3,508 \frac{m^2 \cdot K}{Bm} \quad - \text{ умова виконується.}$$

Висновок: виконавши розрахунок теплопровідності даного варіанту стіни, встановлено, що оптимальною товщиною утеплювача з мінераловатних плит $\gamma = 35$ кг/м³ становить 30 мм. Теплопровідність проектованої будівлі забезпечена.

Розділ 2. Розрахунково-конструктивний

2.1. Розрахунок монолітної фундаментної плити

Інженерно-геологічні умови майданчика будівництва.

Майданчик проектуемого будівнку розміщений в житловому мікрорайоні міста Суми.

По кліматичному районуванню будівельний майданчик розташований в II кліматичному районі. Рельєф місцевості спокійний. Майданчик розташований за межами сейсмічної зони. Нормативна глибина сезонного промерзання 1.2м. Під час весняного паводку майданчик не затоплюється талими водами. Переважне напрямлення вітрів в зимовий період північно-західний, в літній період- південно-східний.

Таблиця 2.1 Грунтові умови.

№ п/п	Грунт	Потужність шару, м			
		Скв1	Скв2	Скв3	Середнє
1	Грунтово-рослинний шар	0.4	0.5	0.4	0.4
2	Пісок дрібний	4.1	3.9	3.8	3.9
3	Пісок середній	5.0	5.2	5.3	5.2
4	Супісь (пройдено)	3.8	3.7	3.9	3.8
	РГВ на відмітці	11.51	11.55	11.52	11.52

Таблиця 2.2. Фізико-механічні властивості ґрунтів

Грунт	Щільність γ т/м ³	Щільність часток γ _s т/м ³	Природна вологість W	Межа текучості W _L	Межа розкатування W _P	Удільне зчеплення C _п кПа	Кут внутріш. тертя φ _п град	Модуль загальної деформації E, мПа	Коеф. Фільтрації к _ф м/ч
Рослинний	1.90								
Пісок дрібний	1.91	2.66	0.10	--	--	3	33	28	3.0
Пісок середній	1.91	2.67	0.07	--	--	2	37	32	1.5
Супісь	1.94	2.70	0.20	0.23	0.16	18	19	5	6*10 ⁻⁴

$$I_P = W_L - W_P; \quad e = \gamma_s / \gamma * (1 + W) - 1; \quad \gamma_d = \gamma / (1 + W);$$

$$S_r = \gamma_s * W / (\gamma_w * e); \quad \gamma_{cb} = (\gamma_s - 1) / (1 + e); \quad \gamma_k = S_r * \gamma_w * e / \gamma_s;$$

$$I_L = (W - W_P) / (W_L - W_P); \quad E_L = \gamma_s / \gamma * W_L; \quad I_{ss} = (e_L - e) / (1 + e).$$

Розрахунок та проектування фундаментів.

Збір навантажень на 1 м.п. внутрішньої несучої стіни.

Таблиця 2.3 Нормативні і розрахункові навантаження на 1 м² плити міжповерхового перекриття

<i>Навантаження</i>	Нормативне навантаження Н/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження
Постійне:			
Власна вага багатопустотної плити з круглими порожнечами	3000	1,1	3300
Те ж шару цементного розчину ϕ=13 мм (ρ=1800 кг/м ³)	440	1,3	570
Те ж керамічна плитка ϕ=13 мм (ρ=1800 кг/м ³)	240	1,1	260
Разом:	3680		4130
Тимчасове	5000		6000
У тому числі:			
Тривале	4000	1,2	4800
Короткочасне	1000	1,2	1200
Повне навантаження	8680		10130
У тому числі:			
Постійне і тривале	7680		8930
Короткочасне	1000		1200

Таблиця 2.4 Нормативні і розрахункові навантаження на 1 м² плити чердачного перекриття

<i>Навантаження</i>	Нормативне навантаження Н/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження
Постійне:			
Цементно-пісчана зтяжка 10мм	180	1,2	216
Утеплювач 200 кг/м ³ 100мм	200	1,3	260
Шар руберойду на мастиці 3мм	20	1,2	24
Круглопорожниста плита перекриття	3000	1,1	3300
Разом:	3400		3800
Тимчасове	3000		3600
У тому числі:			
Тривале	2000	1,2	2400
Короткочасне	1000	1,2	1200
Повне навантаження	6400		7400
У тому числі:			
Постійне і тривале	5400		6200
Короткочасне	1000		1200

Таблиця 2.5. Нормативні і розрахункові навантаження на 1 м² плити покриття

Навантаження	Нормативне навантаження Н/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження
Постійне:			
Шар гравію в бітумній мастиці 10мм	240	1.3	312
Три шари руберойду на мастиці 9мм	60	1.2	72
Цементно-пісчана зтяжка 10мм	180	1.2	216
Круглопорожниста плита покриття	3000	1.1	3300
Разом:	3480		3900
Тимчасове	2700		3380
У тому числі:			
Тривале	2000	1,2	2400
Короткочасне	700	1,4	980
Повне навантаження	6180		7280
У тому числі:			
Постійне і тривале	5480		6300
Короткочасне	700		980

Власна вага цегляної стіни від відмітки 32.050 до відмітки -0.680 при товщині стіни 510мм:

нормативна - $(32.050+0.680)*0.51*18000=300500$ н/м

розрахункова – $300500*1.1=330550$ н/м.

Власна вага чотирьох рядів фундаментних бетонних блоків шириною 500мм:

нормативна – $4*0.5*0.6*24000=28800$ н/м

розрахункова – $28800*1.1=31680$ н/м.

При прольоті плит покриття та покриття 6м і опирає на стіну плит з двох сторін грузова площа плит складає $2*6/2=6$ м².

Кількість поверхів в будинку: 10.

Розрахункове навантаження на 1 м.п. внутрішньої несучої стіни:

$(10130*10+7400+7280)*6+330550+31680=1058110$ н = 1058.1 кн

Нормативне навантаження на 1 м.п. внутрішньої несучої стіни:

$(8680*10+6400+6180)*6+300500+28800=925580$ н = 925.6 кн

Визначення ширини підшви фундаменту.

Розрахунковий опір ґрунту під підшовою фундаменту визначається:

$$R = \sigma_{C1} * \sigma_{C2} / k * (M_i * k_z * b * \sigma_{II} + M_q * d_1 * \sigma'_{II} + (M_q - 1) * d_b * \sigma'_{II} + M_c * C_{II}) \text{ де:}$$

γ_{C1} і γ_{C2} -коэф. умови роботи.

k-коэф. приймаємо рівним 1 тому що характеристики ґрунту (с і φ) прийняті на підставі іспитів ґрунтів

M_i ; M_q ; M_c - коэф. в залежності від кута внутрішнього тертя φ_{II}

$k_Z=1$, при ширині підосви фундаменту $b < 10\text{м}$

b- ширина підосви фундаменту

γ_{II} – питома вага ґрунту фундаменту, що залягає нижче підосви

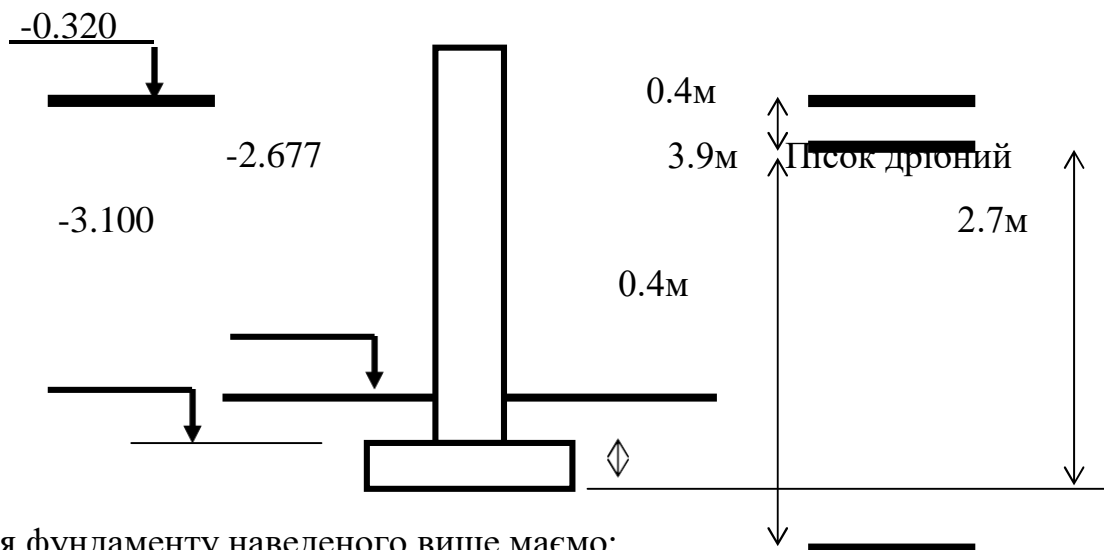
γ'_{II} – питома вага ґрунту вище підосви фундаменту

$$\gamma'_{II} = \gamma_{II} * h_i / \sum h_i \text{ де}$$

γ_{II} і h_i відповідно питома вага і потужність i-того шару

d_1 - глибина закладення фундаменту

d_b - глибина підвалу від рівня планування землі



Для фундаменту наведеного вище маємо:

$\varphi_{II}=33^\circ$; $C_{II}=3$ кПа; $E=28$ мПа; $\gamma_{C1}=1.3$, $\gamma_{C2}=1.1$, $M_i=1.44$, $M_q=6.76$, $M_c=8.88$, $k_Z=1$,

$\gamma_{II}=19.1$ кН/м³,

$\gamma'_{II}=(19.1*2.78+19.0*0.4)/(2.78+0.4)=19.1$ кН/м³,

$d_1=3.10+0.4-0.32=3.18$ м,

$d_b=2.677-0.32=2.357$ м

В першому наближенні задаємося $b=0$ м,

$$R=1.3*1.1/1*(1.44*1*0*19.1+6.76*3.18*19.1+(6.76-1)*2.357*19.1+8.88*3)=996.0 \text{ кПа.}$$

При товщині підлоги підвалу 200мм з бетону його тиск на підлогу складає:

$$0.2 \cdot 24000 \cdot 1.2 = 5760 \text{ н/м}^2 = 5.8 \text{ кн/м}^2.$$

Корисне навантаження на підлогу підвалу складає $3 \cdot 1.2 = 3.6 \text{ кн/м}^2$

Навантаження від підлоги: $q = 5.8 + 3.6 = 9.4 \text{ кн/м}^2$

Попередні розміри підошви фундаменту:

$$b_{\text{пр}} = F_v / (R - (\gamma \cdot h_{\text{ф}} + q)) = 1058.1 / (996.0 - (24 \cdot 0.4 + 9.6)) = 1058.1 / (996.0 - 19.2) = 1.08 \text{ м}$$

Задаємося $b = 1.2 \text{ м}$,

$$R = 1.3 \cdot 1.1 / 1 \cdot (1.44 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 19.1 + 6.76 \cdot 3.18 \cdot 19.1 + (6.76 - 1) \cdot 2.357 \cdot 19.1 + 8.88 \cdot 3) = 1043.2 \text{ кПа.}$$

$$b_{\text{пр}} = F_v / (R - (\gamma \cdot h_{\text{ф}} + q)) = 1058.1 / (1043.2 - 19.2) = 1.03 \text{ м}$$

Прийнято $b = 1.2 \text{ м}$.

Вага фундаменту при виконанні його з фундаментних плит ФЛ12-12 складає:

$$930 \text{ кг} / 1.2 \text{ м} = 775 \text{ кг/м.п.} = 7.8 \text{ кн.}$$

Середній тиск під підошвою фундаменту:

$$P = (F_v + G) / (b \cdot 1.0) = (1058.1 + 7.8) / (1.2 \cdot 1.0) = 888.25 \text{ кПа.}$$

Запас складає: $(R - P) / R \cdot 100\% = (1043.2 - 888.25) / 1043.2 \cdot 100\% = 14.8\%$

При $b = 1.0 \text{ м}$ $R = 1035.4 \text{ кПа}$ $P = 1043.2 \text{ кПа}$ Перенапруження складає 0.8% .

Визначення осадки фундаменту.

Напруження від власної ваги ґрунту.

1. На рівні ґрунтово-рослинного шару

$$G_{zq1} = \gamma \cdot h = 19.0 \cdot 0.4 = 7.6 \text{ кН/м}^3 = 0.0076 \text{ Мпа}$$

2. На рівні підошви фундаменту

$$G_{zq2} = G_{zq1} + \gamma \cdot d = 7.6 + 19.1 \cdot 2.7 = 60.7 = 0.0607 \text{ Мпа}$$

3. На глибині $3.9 + 0.4 = 4.3 \text{ м}$

$$G_{zq3} = G_{zq1} + \gamma \cdot 3.9 = 7.6 + 19.1 \cdot 3.9 = 82.1 = 0.0821 \text{ Мпа}$$

4. На глибині $5.2 + 3.9 + 0.4 = 9.5 \text{ м}$

$$G_{zq4} = G_{zq3} + \gamma \cdot 5.2 = 82.1 + 19.1 \cdot 5.2 = 181.4 = 0.1814 \text{ Мпа}$$

5. На глибині $3.8 + 5.2 + 3.9 + 0.4 = 13.3 \text{ м}$

$$G_{zq5} = G_{zq4} + \gamma \cdot 3.8 = 181.4 + 19.4 \cdot 3.8 = 255.1 = 0.2551 \text{ Мпа}$$

По обчислених значеннях зліва від осі симетрії будуємо епюру напружень від власної ваги ґрунта.

Додаткове напруження

Розбиваємо сжиснену товщу на елементарні шари товщиною

$$0.2\text{м} < 0.4 * b = 0.4 * 1.2 = 0.48$$

Додаткове напруження $G_{zp,i}$ на кордоні і-го шару вичисляємо за формулою:

$$G_{zp,i} = \gamma_i (P - G_{zq2})$$

$$P = 888.25 \text{ кПа}$$

$$G_{zq2} = 60.7 \text{ кПа}$$

$$\gamma_i$$

Розрахунки приведені в табличній формі.

Нижній кордон сжимаємої товщі визначений на рівні

$$G_{zq,i} \approx 5G_{zp,i} \text{ графічним шляхом.}$$

Таблиця 2.7

Глиби на від підосв и фунда-менту	γ_i n>10м (стрічковий фундам)	$\gamma_i * (P - \gamma_{p2})$	номер шару	$G_{zp,i} = 0,5 * (G_{zp,i} - G_{zp,i-1})$	E,кПа	$S_i = \frac{(0,8 * G_{zp,i} * 0,2)}{E}$ м
1	2	3	4	5	6	7
0,0	1,0000	827,5500				
			1	822,7916	28000	0,0047
0,2	0,9885	818,0332				
			2	813,2748	28000	0,0046
0,4	0,9770	808,5164				
			3	788,6552	28000	0,0045
0,6	0,9290	768,7940				
			4	748,9328	28000	0,0043
0,8	0,8810	729,0716				
			5	703,0037	28000	0,0040
1,0	0,8180	676,9359				
			6	650,8681	28000	0,0037
1,2	0,7550	624,8003				
			7	601,4220	32000	0,0030
1,4	0,6985	578,0437				
			8	554,6654	32000	0,0028
1,6	0,6420	531,2871				
			9	512,2535	32000	0,0026
1,8	0,5960	493,2198				

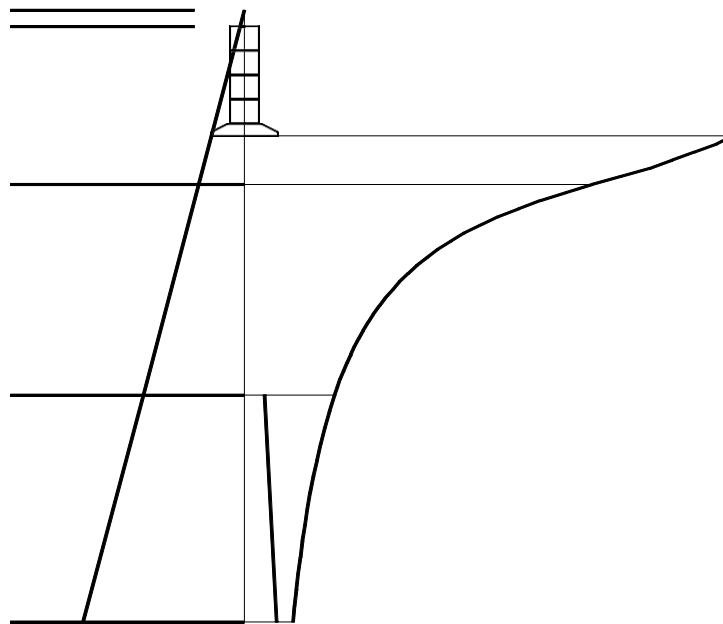
			10	474,1862	32000	0,0024
2,0	0,5500	455,1525	11	440,0497	32000	0,0022
2,2	0,5135	424,9469	12	409,8441	32000	0,0020
2,4	0,4770	394,7414	13	382,9488	32000	0,0019
2,6	0,4485	371,1562	14	359,3636	32000	0,0018
2,8	0,4200	347,5710	15	338,0542	32000	0,0017
3,0	0,3970	328,5374	16	319,0205	32000	0,0016
3,2	0,3740	309,5037	17	301,8489	32000	0,0015
3,4	0,3555	294,1940	18	286,5392	32000	0,0014
3,6	0,3370	278,8844	19	272,4708	32000	0,0014
3,8	0,3215	266,0573	20	259,6438	32000	0,0013
4,0	0,3060	253,2303				
1	2	3	4	5	6	7
			21	247,8512	32000	0,0012
4,2	0,2930	242,4722	22	237,0931	32000	0,0012
4,4	0,2800	231,7140	23	227,1625	32000	0,0011
4,6	0,2690	222,6110	24	218,0594	32000	0,0011
4,8	0,2580	213,5079	25	209,5770	32000	0,0010
5,0	0,2485	205,6462	26	201,7153	32000	0,0010
5,2	0,2390	197,7845	27	194,4743	32000	0,0010
5,4	0,2310	191,1641	28	187,8539	32000	0,0009
5,6	0,2230	184,5437	29	181,4403	32000	0,0009
5,8	0,2155	178,3370	30	175,2337	32000	0,0009
6,0	0,2080	172,1304	31	169,6478	32000	0,0008
6,2	0,2020	167,1651	32	164,6825	32000	0,0008
6,4	0,1960	162,1998	33	159,9240	5000	0,0051
6,6	0,1905	157,6483	34	155,3725	5000	0,0050

6,8	0,1850	153,0968				
			35	151,0279	5000	0,0048
7,0	0,1800	148,9590				
			36	146,8901	5000	0,0047
7,2	0,1750	144,8213				
			37	142,9593	5000	0,0046
7,4	0,1705	141,0973				
			38	139,2353	5000	0,0045
7,6	0,1660	137,3733				
			39	135,7182	5000	0,0043
7,8	0,1620	134,0631				
			40	132,4080	5000	0,0042
8,0	0,1580	130,7529				
			41	129,0978	5000	0,0041
8,2	0,1540	127,4427				
			42	125,7876	5000	0,0040
8,4	0,1500	124,1325				
			43	122,6843	5000	0,0039
8,6	0,1465	121,2361				
			44	119,7879	5000	0,0038
8,8	0,1430	118,3397				
			45	117,0983	5000	0,0037
1	2	3	4	5	6	7
9,0	0,1400	115,8570				
			46	114,6157	5000	0,0037
9,2	0,1370	113,3744				
			47	112,3399	5000	0,0036
9,4	0,1345	111,3055				
			48	110,2710	5000	0,0035
9,6	0,1320	109,2366				
			49	107,9953	5000	0,0035
9,8	0,1290	106,7540				
			50	105,5126	5000	0,0034
10,0	0,1260	104,2713				
			51	103,4438	5000	0,0033
10,2	0,1240	102,6162				
			52	101,7887	5000	0,0033
10,4	0,1220	100,9611				
			53	74,6864	5000	0,0024
10,6	0,0585	48,4117				
			54	72,6175	5000	0,0023
10,8	0,1170	96,8234				
			55	95,9958	5000	0,0031
11,0	0,1150	95,1683				
			56	94,3407	5000	0,0030
11,2	0,1130	93,5132				
			57	92,6856	5000	0,0030
11,4	0,1110	91,8581				
			58	91,0305	5000	0,0029
11,6	0,1090	90,2030				

			59	89,5823	5000	0,0029
11,8	0,1075	88,9616	60	88,3410	5000	0,0028
12,0	0,1060	87,7203				

☐ 0,1687

При побудові вищевказаних епюр отримана слідуєча картинка:



з якої видно, що при проходженні глибини 12м від підшови фундаменту епюра додаткового напруження перевищує 20% від епюри природнього напруження в ґрунті. Тому збільшуємо ширину підшови фундаменту до 2.0м і повторюємо розрахунок осадки фундаменту.

Середній тиск під підшовою фундаменту:

$$P = (F_v + G) / (b * 1.0) = (1058.1 + 21.1) / (2.0 * 1.0) = 539.6 \text{ кПа.}$$

Таблиця 2.8.

Глиби на від підшов и фунда-менту	α_i n>10м (стрічковий фундам)	$\alpha_i * (P - \alpha_{P2})$	номер шару	$G_{zp,i} = 0,5 * (G_{zp,i} - G_{zp,i-1})$	E, кПа	$S_i = \frac{(0,8 * G_{zp,i} * 0,2)}{E}$ м
1	2	3	4	5	6	7
0,0	1,0000	478,9000				
			1	476,1463	28000	0,0027
0,2	0,9885	473,3927				
			2	470,6390	28000	0,0027
0,4	0,9770	467,8853				

			3	456,3917	28000	0,0026
0,6	0,9290	444,8981	4	433,4045	28000	0,0025
1	2	3	4	5	6	7
0,8	0,8810	421,9109	5	406,8256	28000	0,0023
1,0	0,8180	391,7402	6	376,6549	28000	0,0022
1,2	0,7550	361,5695	7	348,0406	32000	0,0017
1,4	0,6985	334,5117	8	320,9827	32000	0,0016
1,6	0,6420	307,4538	9	296,4391	32000	0,0015
1,8	0,5960	285,4244	10	274,4097	32000	0,0014
2,0	0,5500	263,3950	11	254,6551	32000	0,0013
2,2	0,5135	245,9152	12	237,1752	32000	0,0012
2,4	0,4770	228,4353	13	221,6110	32000	0,0011
2,6	0,4485	214,7867	14	207,9623	32000	0,0010
2,8	0,4200	201,1380	15	195,6307	32000	0,0010
3,0	0,3970	190,1233	16	184,6160	32000	0,0009
3,2	0,3740	179,1086	17	174,6788	32000	0,0009
3,4	0,3555	170,2490	18	165,8191	32000	0,0008
3,6	0,3370	161,3893	19	157,6778	32000	0,0008
3,8	0,3215	153,9664	20	150,2549	32000	0,0008
4,0	0,3060	146,5434	21	143,4306	32000	0,0007
4,2	0,2930	140,3177	22	137,2049	32000	0,0007
4,4	0,2800	134,0920	23	131,4581	32000	0,0007
4,6	0,2690	128,8241	24	126,1902	32000	0,0006
4,8	0,2580	123,5562	25	121,2814	32000	0,0006
5,0	0,2485	119,0067	26	116,7319	32000	0,0006
5,2	0,2390	114,4571				

			27	112,5415	32000	0,0006
5,4	0,2310	110,6259	28	108,7103	32000	0,0005
5,6	0,2230	106,7947	4	5	6	7
1	2	3	29	104,9988	32000	0,0005
5,8	0,2155	103,2030	30	101,4071	32000	0,0005
6,0	0,2080	99,6112	31	98,1745	32000	0,0005
6,2	0,2020	96,7378	32	95,3011	32000	0,0005
6,4	0,1960	93,8644	33	92,5474	5000	0,0030
6,6	0,1905	91,2305	34	89,9135	5000	0,0029
6,8	0,1850	88,5965	35	87,3993	5000	0,0028
7,0	0,1800	86,2020	36	85,0048	5000	0,0027
7,2	0,1750	83,8075	37	82,7300	5000	0,0026
7,4	0,1705	81,6525	38	80,5749	5000	0,0026
7,6	0,1660	79,4974	39	78,5396	5000	0,0025
7,8	0,1620	77,5818	40	76,6240	5000	0,0025
8,0	0,1580	75,6662	41	74,7084	5000	0,0024
8,2	0,1540	73,7506	42	72,7928	5000	0,0023
8,4	0,1500	71,8350	43	70,9969	5000	0,0023
8,6	0,1465	70,1589	44	69,3208	5000	0,0022
8,8	0,1430	68,4827	45	67,7644	5000	0,0022
9,0	0,1400	67,0460	46	66,3277	5000	0,0021
9,2	0,1370	65,6093	47	65,0107	5000	0,0021
9,4	0,1345	64,4121	48	63,8134	5000	0,0020
9,6	0,1320	63,2148	49	62,4965	5000	0,0020
9,8	0,1290	61,7781	50	61,0598	5000	0,0020
10,0	0,1260	60,3414	51	59,8625	5000	0,0019

10,2	0,1240	59,3836				
			52	58,9047	5000	0,0019
10,4	0,1220	58,4258				
			53	57,8272	5000	0,0019
1	2	3	4	5	6	7
10,6	0,1195	57,2286				
			54	56,6299	5000	0,0018
10,8	0,1170	56,0313				
			55	55,5524	5000	0,0018
11,0	0,1150	55,0735				

☐ 0,0905

Осадка будинку складає 9.05см.

Згідно ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд» осадка будинку не повинна перевищувати 10 см.

Розділ 3 Дослідницько-організаційно-технологічний

Актуальність теми. Розвиток енергоємних галузей поставило завдання щодо значного зниження вартості будівельних матеріалів. У номенклатурі будівельних матеріалів одним із найбільш споживаних є портландцемент. Проте, зважаючи на значні витрати природних та енергетичних ресурсів, навантаження на екосистеми, підтримку досягнутих результатів та подальше нарощування обсягів виробництва портландцементу стає проблематичним. Актуальна проблема зниження споживання портландцементного клінкеру із збереженням значних обсягів. Виробництво гідравлічних в'язучих може бути вирішена шляхом часткової заміни портландцементу мінеральними в'язкими на основі переважно промислових відходів. Усі зростаючі наукові та практичні інтереси, серед яких викликають активовані лугами цементи та, зокрема, шлаколужні в'язучі.

Питання зниження витрати шлаку також актуальне і перспективне, як і зниження за рахунок введення мінеральних добавок, враховуючи нестабільність його складу, зростання вартості та транспортних витрат. Завдяки лужній активації, особливостям хіміко-мінералогічного складу та структури доменного гранульованого шлаку. До складу шлаколужного бетону можливе введення мінеральних добавок природного та техногенного походження у кількості до 80 %, що забезпечує залучення у виробництво шлаколужного бетону місцевих мінеральних ресурсів. Перспективним розробки композиційних в'язучих є використання великотоннажних промислових відходів, у виробництві будівельних матеріалів.

Мета та завдання дослідження

Метою роботи . Дослідити властивості шлаколужного бетону на щебериті по міцності, морозостійкості, корозійній стійкості, до дії поперемінного зволоження і висихання, деформацій усадки і набрякання; властивості в'язучих і їх регулювання; узагальнений технологічний досвід приготування бетонної суміші.

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних завдань:

1. Перевірити взаємозв'язки між складами добавок та ефективності їх впливу на властивість шлаколужних бетонних сумішей.

2. Розробити закономірність та встановлення залежностей вплив добавок залежно від вмісту, виду цементу, питомої поверхні та умови твердіння.

3. Запропонувати ефективні склади цементно-піщаного розчину. Залежно від вмісту кварцового піску, питомої поверхні цементно – піщаного розчину, виду шлаку та затверджувачів, умови твердіння каменю.

Ці дослідження дозволяють нам використовувати місцеві відходи виробничих потужностей і значно зменшити вартість бетону.

Апробація результатів. Результати дослідження були представлені на Міжнародній науково-практичній конференції в м. Харків, ХНАДУ, 25 листопада 2022р.

Публікації. Юрченко О.В. Стадник А. Перспективним розробки композиційних в'язучих є використання великотоннажних промислових відходів./ Економічні перспективи: Збірник студентських наукових праць, - м. Харків, 25 листопада 2022 – Х.:ХНАДУ -2022. С.166

Практична новизна. В результаті дослідження встановлено зв'язок, і залежність міцності бетону в часі, залежність морозостійкості від щільності розчину затвердіння лужного компонента. Розроблено метод виробництва шлаколузні бетону на щеберіте виробничих умовах. Цей метод дозволяє значно зменшити вартість бетону при використанні будівельних матеріалів. Вирішуємо проблему екологічної безпеки в регіоні, шляхом зменшення кількості виробничих відходів.

В умовах промислової кризи ставиться завдання раціонального використання та залучення у виробництво техногенних відходів різних галузей промисловості, заміщення на 20...30% природної сировини виробничими та побутовими відходами у виробництві будівельних матеріалів.

Одним з найпоширеніших видів сировини для виробництва є відходи металургійної, теплоенергетичної, гірничодобувної, хімічної та інших галузей промисловості.

Рішення, що одержуються із застосуванням цих методів, дозволяють значно зменшити ціни на будівельні матеріали, в результаті зменшення і накопичення

промислових відходів. Використання рідкого натрієвого скла як лужний наповнювач при безавтоклавному методі. Використання лужних компонентів у вигляді відходів виробництв Черкаської ПЗ «Азот» Україна. Ці матеріали та компоненти знайшли широке застосування у практиці впровадження шлаколужних бетонів на Сумщині України.

У дослідженні показано, що з використання таких відходів вирішується частково екологічні проблеми, зменшує вартість на цементі, природні

наповнювачі, енергоносії [1].

Багато розвинені країни використовують у великих обсягах як мінеральну сировину техногенні сировинні продукти та виготовляють із них високоякісні будівельні матеріали [2].

У зв'язку з цим шлаколузний бетон слід розглядати як ефективний конкурентний різновид високоміцних, гідротехнічних, дорожніх, корозійностійких, жаростійких та інших видів бетонів спеціального призначення [3].

Відходи металургійної промисловості, представлені шлаками, є цінною сировиною для отримання шлакопортландцементу та шлаколузних в'язких та бетонів. Шлаки можуть використовуватися як тонкомолоті гідравлічні добавки до бетонів (з метою скорочення витрати цементу), а також як дрібний і великий заповнювач [4].

Шлаколузні бетони отримують на основі, активованого з'єднаннями лужних металів (NaOH , KOH , Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Шлаколузні бетони класифікують за структурою, зерновим складом заповнювача, щільністю, складом цементу, а також умовами твердіння [5].

По структурі розрізняють щільні, крупнозернисті ніздрюваті бетони. За зерновим складом заповнювачі поділяють на дрібно- і крупнозернисті, а, по щільності на важкі і легкі. Тяжкі бетони відносяться до конструктивних. Легкі бетони за призначенням поділяють на конструктивні, конструктивно-теплоізоляційні та теплоізоляційні [6].

Проаналізувавши статті, які за напрямком збігаються з дослідженнями та ще більше переконалися в актуальності цієї проблеми та подальшій доцільності проведення досліджень для отримання нових результатів та покращення технології виробництва шлаколузних бетонів.

У лабораторіях було розроблено методику складу шлаколузного бетону на щеберіті. Прийнятий бетон наступного складу: тонкомолотий доменний шлак 408, щеберить 1632, рідке скло натрієве з $M_e = 1,8 - 245$ л. Щільність розчину затвердіння рідкого скла 1,10: 1,15 і 1,20 г/см² Встановлено, що раціональна

витрата тонкомолотого шлаку у складі бетону на щеберіті повинна знаходитися в межах 300/500 кг/м³ [12].

Встановлено, що міцність бетону з часом зростає. Морозостійкість підвищується зі збільшенням густини розчину лужного компонента.

Проаналізувавши експлуатацію сільськогосподарських будівель, ми визначили міцність шлаколужного бетону, що знаходиться в агресивному середовищі, з часом збільшується.

Все це дозволяє стверджувати, що проведені дослідження із застосування шлаколужного бетону є актуальним та перспективним.

Дослідження складу шлаколужних бетонів із застосуванням добавок для поліпшення характеристик міцності бетону

Наведені результати використання залізистих кварцитів може бути використаний як заповнювач для виготовлення монолітних залізобетонних конструкцій. Відходи розпилювання та подрібнення каміння може бути використане для виготовлення гідротехнічних бетонів. Цегляний бій може бути використаний для виготовлення великопористих бетонних блоків. Способи виготовлення шлаколужних бетонів є дуже трудомісткими і великими енерговитратами при використанні газу для розігріву печей. Більш ефективний спосіб розігріву печі ми пропонуємо переведення їх на електричний спосіб розігріву. Проведено такі дослідження на Сумському силікатному заводі.

Досліджено відходи Глухівського щебеневого кар'єру в Сумській області України. Щеберит є піщано – щебеневою сумішшю, що складається з кварцового піску та гострокутних зерен роздробленого кварцитового щебеню, у старих відвалах, запаси яких оцінюються в 10 млн.м³. У складі присутні також тонкодисперсні частинки у кількості в середньому 12%, у тому числі глинисті – до 5%.

Таблиця 3.1. Гранулометричний склад щебериту

Залишки у %	Розміри отворів сит, мм							
	10	5	3	1,2	1,63	0,315	0,15	дно
Приватні	1	7	7	3	2	3,2	64	12,5
Повні	1	8	15	18	20	23,2	87,5	100

Мінералогічний склад щебеню представлений переважно кварцем. Тимчасовий опір стиску щебеню знаходиться в межах 1200...2300 кгс/см²; опір удару 50...140 ударів, зношування в барабані Деваля 5,8...9,5 %, абсолютна щільність 2,64 г/см³.

Пісок в основному складається з кварцу, містить кілька граніту, ільманіту, термаліну і ставроліту.

Тонкодисперсна складова щебериту представлена мінералами кварцу гідрослюди, каолініту, кальциту та гідроокислами заліза. Зміст її у складі щебериту значно перевищує допускається за ГОСТ 8736 – 85 для важких бетонів, що є основною причиною складування щебериту у відвали. Як комплексний заповнювач у важких бетонах на клінкерних цементах щеберить непридатний.

Таблиця 3.2. Хімічний склад компонентів щебериту

Найменування	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	Сума
Щебінь	98,79	0,14	0,16	0,10	0,12			99,31
Пісок	95,7	0,61	0,80		0,56	0,4	сліди	98,07
Глина	79,54	8,72	3,21	сліди	0,76	0,45	сліди	99,44

В'язуче - шлаколувне, двокомпонентне: тонкомолотий гранульований шлак і лужний компонент. У дослідженнях прийнято тонкомолотий доменний основний гранульований шлак за ТУ 21 – 20 – 61 – 85. Вивчено властивості «лежачого» шлаку. Досліджено можливість застосування як шлакового компоненту кислого гранульованого ваграночного шлаку Сумського заводу «Центроліт» Україна. На його основі отримані шлаколувні бетони класів В 7,5 ... В 30.

Як лужний компонент в основному використано рідке натрієве скло з силікатним модулем $M_c = 1,8$, одержуване із силікатної брили (звареної за спеціальним замовленням у кількості 180 т) безавтоклавним методом. Змінюючи силікатний модуль рідкого скла і щільність розчину замішування можна регулювати як терміни схоплення, так і марку в'язучого в широких межах. Досліджено також лужні компоненти у вигляді відходів виробництва: плав соди кальцинованої за ТУ 113 – 03 – 479 - 86 постачання Черкаського ВО «Азот» Україна та содо - сульфатна суміш марки А за ТУ 113 – 02 – 23 – 19 - 83 поставки

Чир Електрохімпром» Україна. Зв'язування тонкодисперсних частинок щебериту. Застосування щебериту в бетонах на клінкерних цементах і в асфальтобетонах неможливе через високий вміст тонкодисперсних частинок, особливо гідрослюдиисто-каоолінітової глини (до 5 %), що рівномірно обволікає зерна піску, що надає щебериту специфічний жовто-оранжевий колір. Пилувато - глиняста складова була виділена із щебериту та всебічно вивчена (проведено хімічний, термографічний та рентгенографічний аналізи).

Подальші дослідження показали, що тонкодисперсна фракція активно взаємодіє зі лужним компонентом в'язучого. Утворюючи водонерозчинні сполуки. Дозволяє застосовувати наповнювачі, що містять до 20% тонкодисперсних частинок, у тому числі до 10% глинистих від маси шлаку у складі шлаколужного бетону.

Виходячи з цього, були розроблені та випробувані в дослідно - промисловому виробництві шлаколужні бетони на щеберіті класу В 3.5...В 35 з об'ємною щільністю 2000, 2200 кг/м³.

Склад бетону. Розроблено методику призначення складу шлаколужного бетону на щеберіті. У проведених дослідженнях переважно прийнятий бетон наступного складу: тонкомолотий гранульований основний доменний шлак - 408, щеберить - 1632, рідке натрієве скло з $M_c = 1,8 - 245$ л. Щільність рідкого скла 1,10; 1,15 та 1,20 г/см³. Міцність бетону на стиск до початку випробувань становила відповідно 190; 278 та 360 г/см³.

Послідовність призначення номінального (лабораторного) складу бетону на щеберіті, коригування їх по зручноукладованості, витраті щебериту, необхідної міцності, фактичної вологості заповнювача з прикладами.

Встановлено, що раціональна питома витрата тонкомолотого шлаку у складі бетону на щеберіті повинна перебувати в межах 300...500 кг/м³.

Зростання міцності з віком бетону.

Морозостійкість підвищується із збільшенням щільності розчину замішування лужного компонента, т.к. ущільнюється структура бетону, підвищується кількість гелеподібних речовин, зменшується обсяг небезпечних пір

у бетоні. В результаті морозостійкість підвищується від F 50 (щільність розчину замішування 1,10 г/см³) до F 300 і більше (щільність 1,20 г/см³). Висока морозостійкість шлаколужного бетону пов'язана також із наявністю у складі в'язучого морозостійких гідросилікатів та відсутністю неморозостійкого трикальцієвого гідроалюмінату. Для шлаколужних бетонів з маркою за морозостійкістю F 50 рекомендується приймати розчиношлакові відношення Р/Ш 0,6, а щільність розчину замішування – Пл 1,15 г/см³, Застосування лужних розчинів замішування із щільністю Пл < 1,1 г/см³ веде до суттєвого зниження морозостійкості, тому не рекомендується для бетонів з нормованою вимогою по морозостійкості.

Стійкість до агресивних середовищ. У проведених дослідженнях враховувалася специфіка експлуатації сільськогосподарських будівель, що характеризується підвищеною вологістю повітря та вмісту в ньому вуглекислого газу, наявністю агресивного середовища, що негативно впливають на звичайні бетони. За конструкціями, виконаними з шлаколужного бетону та експлуатованими в таких умовах, велися багаторічні періодичні спостереження. Міцність шлаколужного бетону, що знаходиться в рідкому агресивному середовищі тваринницьких будівель, з часом збільшується, більше в лужному середовищі, менше в кислому. До річного віку міцність зростає: на стиск - 16...31%, на розтяг при згині - 18...36%. Найбільше збільшення міцності посідає перші 6 місяців, потім уповільнюється, а до дворічного віку збільшується лише на 2...7 % проти річним віком.

Стійкість шлаколужного бетону в сульфатному середовищі аналогічна стійкості важкого бетону на цементі сульфатостійкого.

Стійкість до дії зволоження та висихання. Відомо, що багаторазові зволоження, що чергуються, і висихання викликають глибокі фізико-механічні зміни в структурі клінкерного цементного каменю в звичайних бетонах, що погіршують його міцнісні показники та інші експлуатаційні властивості. Розпушування бетону мікротріщинами проявляється у вигляді незворотного збільшення обсягу в його зовнішніх і внутрішніх зонах, виникнення розтягуючих і

сколювальних напруг, зниження стійкості до агресивних впливів середовища сільськогосподарських будівель і споруд. Прийнятий нами комплексний заповнювач – щеберит відрізняється від традиційних заповнювачів для бетону підвищеним вмістом тонкодисперсних домішок, у тому числі глинистих частинок, та незначною часткою щебеневої фракції. Як це позначається на властивостях шлаколужного бетону, що працює в умовах поперемінного зволоження та висихання, раніше не досліджувалося. Результати досліджень показали незначне зростання міцності на стиск (до 7%) зі збільшенням кількості циклів поперемінного зволоження та висихання від 0 до 100. Найімовірніше це пов'язано зі збільшенням віку бетону. Міцність бетону на стиск при поперемінному зволоженні та висиханні не знижується.

Міцність бетону на розтяг при згині зі збільшенням кількості циклів поперемінно зволоження та висихання від 0 до 100 знижується на 27...30 %. Це викликано збільшенням кількості мікротріщин у цементному камені зі збільшенням циклів висихання бетону.

Маса бетону при зволоженні і висиханні, що чергується, змінюється наступним чином: зменшується на 0,5...1,0 % за перші 25 циклів, потім незначно збільшується

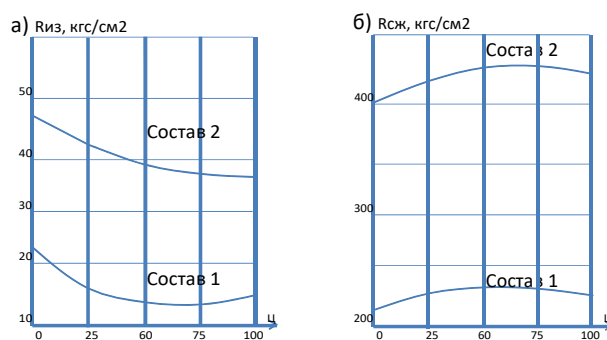


Рис. 3.1 Зміна міцності бетону при поперемінному зволоженні та висиханні від кількості циклів: а) при згині; б) при стисканні (на 0,4...0,6 %) до 100 циклів.

Зменшення маси в початковий період можна пояснити усадкою бетону із зневодненням гелієвої складової цементного каменю. Збільшення маси при подальшому зростанні циклів пов'язане, ймовірно, з накопиченням новоутворень

за рахунок гідратації, що триває.

Зовнішній вигляд зразків у процесі випробувань не змінювався. Бетон стійкий до впливу поперемінного зволоження та висихання у конструкціях, що працюють на стиску.

Усадка та набухання. Деформації усадки та набухання шлаколузжого бетону на щеберіті приблизно в 2 рази перевищують аналогічні деформації звичайного важкого бетону на гранітному щебені.

Таблиця 3.3. Деформації усадки шлаколузжого бетону

Заповнювач	Деформація зразків у віці							
	1 місяць		2 місяць		3 місяць		1 рік	
	Σ ,мм/м	%к год	Σ ,мм/м	%к год	Σ ,мм/м	%к год	Σ ,мм/м	%к год
Щеберін із відвалів	0,68	68	0,84	84	0,91	91	1,00	100
Щеберін відмитий	0,60	71	0,73	85	0,78	92	0,85	100
Пісок щеберита відмитий	0,72	68	0,88	84	0,95	90	1,05	100

Виготовлення попередньо напружених залізобетонних конструкцій із нього без проведення додаткових досліджень не рекомендується.

Таблиця 3.4. Деформації усадки шлаколузжого бетону

Заповнювач	Деформація зразків у віці							
	1 місяць		2 місяць		3 місяць		1 рік	
	Σ ,мм/м	%к год	Σ ,мм/м	%к год	Σ ,мм/м	%к год	Σ ,мм/м	%к год
Щеберін із відвалів	0,23	64	0,26	72	0,27	75	0,36	100
Щеберін відмитий	0,21	64	0,22	67	0,23	70	0,33	100
Пісок щеберита відмитий	0,38	73	0,40	77	0,42	81	0,52	100

Захист арматури. Досліджено корозійну стійкість сталеві арматури в шлаколужному бетоні на щеберіті.

Після річного витримання у вологих умовах зразки шлаколужного бетону, зачиненого лужними розчинами різної густини, руйнувалися. Модернізовані їх арматурні стрижні вивчалися під мікроскопом. Визначалася зміна їх ваги, рН шарів бетону, що стикалися з арматурою.

Таблиця 3.5. Кількісна оцінка корозії арматури у шлаколужному бетоні на щеберіті

Склад бетону по масі шлак/щеберить	Щільність лужного розчину Пд, г/см ³	рН у добовому віці	Рн бетону та втрата ваги стрижнів Єв, у віці					
			90 діб		180 діб		365 діб	
			рН	Єв	рН	Єв	рН	Єв
1:7	1,10	10,8	10,6	0,081	10,2	0,102	10,1	0,110
	1,15	11,0	10,8	0,042	10,3	0,064	10,2	0,083
	1,20	11,3	10,9	0,032	10,3	0,061	10,2	0,075

За результатами досліджень рекомендовано призначати щільність розчину замішування не менше 1,10 г/см³, а товщину захисного шару приймати 10 мм і більше.

Обговорені результати дослідження:

Отримані результати підтверджують правильність вибраного напрямку.

Особливості запропонованого методу у тому, що вирішуємо відразу дві проблеми:

а) значно зменшуємо вартість будівництва.

б) ставимо завдання щодо зменшення виробничих відходів, покращуємо екологічну безпеку недоліком наших досліджували витрати газу для розігріву печей. Газ дуже дорогий для промисловості. Розвиток та подальше застосування технології виробництва шлаколужного бетону на щеберіті в промислових умовах - застосування інших джерел для створення потрібних температур у печах - тобто. Зменшення енерговитрат - це головне завдання у подальших розробках.

Виробництво виробів із шлаколужних бетонних сумішей. Покращеною зручноукладальністю та підвищеною життєздатністю за рахунок введення комплексних добавок. Отримані бетони та вироби з них характеризуються

покращеними показниками властивостей по міцності та деформативності.

Результати досліджень проводили на Сумському силікатному заводі Україна. Здійснено випуск виробів із шлаколузних бетонів марок за міцністю на стиск.

Підвищену життєздатність за рахунок застосування комплексних добавок.

Низька умовність продуктів гідратації шлакоблочних в'язучих, що відрізняються структурою та розвиненою питомою поверхнею. Забезпечує високоміцного та довговічного, що дозволяє використовувати шлакоблочні бетони у будівельному виробництві.

Продовженням та поглибленням раніше виконаних досліджень щодо поліпшення зручності. Підвищення життєздатності шлаколузних бетонних сумішей. Властивостей бетонів на їх основі за рахунок запровадження комплексних добавок.

Висновки

1. Запропонований метод пошуку оптимального варіанта шлаколузних бетонів. Дозволяє отримувати рішення щодо прийняття складу цементу залежно від виду шлаку цементно – піщаного розчину та затверджувачів. Визначальним чинником вибору оптимального рішення є початковий стан шлакощелочного бетону на щеберите.

2. Для отримання результатів закономірності встановлення в залежності від складу добавок, умови утримання виду цементу питомої поверхні та умови твердіння.

3. Запропонований метод пошуку оптимального управління та дослідно-промислова перевірка дозволили розробити нормативний документ на виготовлення виробів із шлаколузних бетонних сумішей з покращеною зручністю та підвищеною життєздатністю.

3.1. Підготовка об'єкта будівництва

Будівельний майданчик знаходиться в межах міста Суми. Підвіз ґрунту на будмайданчик проводиться з відстані 8 км, піску, щебню - 15 км. Відстань до

найближчої залізничної станції 5 км, доставки арматури та бітумних розчинів - 3 км. Бетонна суміш доставляється з бетонного заводу який знаходиться на відстані 7км.

Вертикальне планування ділянки вирішено у відповідності з рельєфом та природними умовами сусідніх районів в ув'язці з існуючими будівлями та дорогами з твердим покриттям.

При будівництві враховані будівельні та технологічні вимоги. Вертикальне планування створює сприятливі умови для безпечного під'їзду та підходу до будівлі, а також безперешкодного відводу поверхневих вод. Відвід поверхневої та талої води з ділянки будівництва прийнятий поверхневий, розосереджений за рахунок запроєктованих поздовжніх та поперечних уклонів доріг, майданчиків та газонів.

Рельєф ділянки пересічний, район будівництва відноситься до другого будівельно-кліматичного району.

Розрахункова зимова температура -24°C . Розрахункова глибина промерзання ґрунту 1.2м.

Забезпечення будівельними матеріалами та машинами здійснюється матеріально-технічною базою генерального підрядчика будівництва.

3.2. Технологія виконання будівельних процесів з розробкою технологічних карт

Загальна частина і область застосування

Технологічна карта розроблена на основі методів наукової організації праці і діючих технічних вимог до виробництва робіт по влаштуванню буронабивних паль.

Карта призначається для використання при складанні проектів виконання робіт і організації праці зі спорудження фундаментів на буронабивних палях або фундаментної частини безростверкових опор мостів із застосуванням бурової установки «Като» моделі 30ТНС-VS (рис. 3.2.). Ця модель, на відміну від

випущеної раніше, дає можливість відхилити стрілу бурового агрегату на час установки і нарощування секцій обсадних труб і опускання в свердловину арматурного каркаса. Це дозволяє виключити непродуктивну трату часу на переміщення бурової установки під час виконання зазначених операцій зі зняттям і установкою виносних опор і стяжних хомутів для виведення стріли із зони робіт над свердловиною. Всі приводи бурової установки «Като» мають гідравлічне керування.

Технологічна карта враховує досвід влаштування буронабивних паль із застосуванням бурової установки «Като» організаціями тресту «Мостобуд-1» на будівництві мостів через р. Сизранку в сел. Новоспасское, через р. Сейм у м. Конотопа і підпірних стін філії Центрального музею В. І. Леніна в м. Києві з діаметрами паль відповідно 1,2 1,5 і 1,7 м і довжиною від 18 до 25 м при глибині буріння 20 - 30 м .

Технологічна карта передбачає влаштування буронабивних паль в найбільш поширених геологічних умовах - незв'язних ґрунтах. Графік і калькуляція складені з розрахунку витрат робочого часу на буріння свердловин в ґрунтах І групи. Витрати робочого часу та матеріально-технічних ресурсів, передбачені технологічною картою, розраховані на влаштування буронабивних паль діаметром 1,5 м завдовжки 24,5 м при глибині буріння свердловин 29 м (рис. 2). Різниця між глибиною буріння свердловини і довжиною паль обумовлена пристроєм підсипки ґрунту, що перевищує на 1 м рівень води в водотоке, наявністю ростверку висотою 2,5 м і положенням верху ростверку на 1 м нижче рівня води в водотоке.

При наявності постійного водотоку з глибиною, що не дозволяє застосувати плавзасоби, організація робочого майданчика передбачає влаштування підсипки (від берега в русло) для проїзду бурової установки з розширеннями до місць споруди опор. Пропуск води при цьому здійснюють через отвір тимчасового моста або труби. Завдяки такій організації робочого майданчика технологія виконання робіт по влаштуванню буронабивних паль в різних умовах (постійний

водотік, водоносні ґрунти з незаводненою поверхнею і сухі незв'язні ґрунти) залишається однією і тією ж.

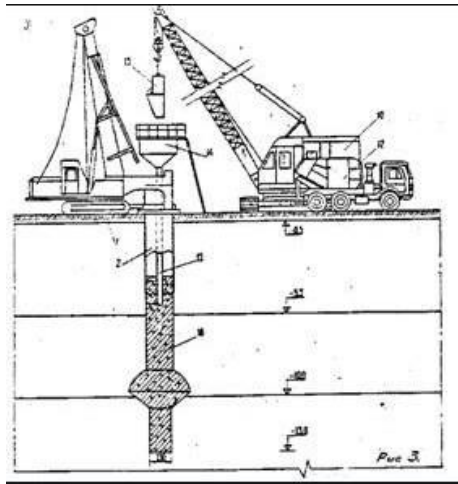


Рис.3.2. Схема бурової установки «Като» 30ТНС- VS.

1 - кабіна- 2 - ходова частина-3 - виносні опори-4 - стрела- 5 - механізм поступально-обертального руху-6 - грейфер- 7 - обсадна труба 8 - силовий агрегат.

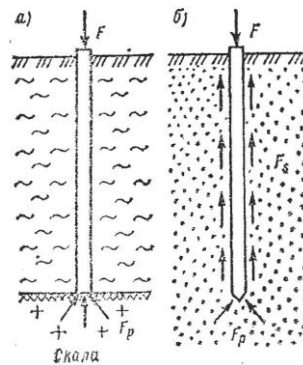


Рис.3.3. Конструкція буронабивних палей фундаменту опори моста:

1 - буронабивні палі- 2 - арматурний каркас- 3 - кільця жорсткості арматурного каркасу- 4 - ростверк

Це значно розширює сферу застосування даної технологічної карти.

Карта охоплює наступний комплекс робіт по влаштуванню буронабивної палі:

- буріння свердловини із зануренням обсадної труби;
- опускання в свердловину арматурного каркаса з його нарощуванням;
- укладання бетонної суміші із збіркою і розбиранням бетонолітної труби і витяганням обсадної труби;

- переміщення бурової установки для пристрою черговий буронабивної палі з перекладанням опорних плит і шпал.

Перед виконанням процесів, передбачених технологічною картою, необхідно здійснити наступні роботи по організації робочого майданчика:

- пристрій підсипки під бурову установку і робочого майданчика до позначки, передбаченої в проекті виконання робіт і пов'язаною з рівнем води в водотоке або рівнем ґрунтових вод-для подальшого спорудження ростверку майданчик в руслі відсипав в шпунтових огорож, що одночасно зменшує обсяг ґрунту відсипання;

- укладання залізобетонних дорожніх і опорних плит з пристроєм під них щільного підстави для підходу і первинної установки бурового агрегату;

- перебазування до місця спорудження чергової опори бурового агрегату і комплектів обсадних і бетонолітної труби;

- пристрій дренажу для відводу води з робочого майданчика в процесі буріння.

Прив'язка технологічної карти до місцевих умов будівництва полягає в уточненні обсягів робіт залежно від діаметра і довжини палі і в відповідному коригуванню витрат праці і виробничих ресурсів.

Рекомендації з технології виробничого процесу

Майданчик, відсипана в місці спорудження опори (рис. 3), має розміри, що забезпечують розміщення палі в плані з відстанню від них до меж майданчика не менше 2 м, бурової установки в різних положеннях для пристрою всіх палі, секцій обсадної труби, ланок бетонолітної труби і крана.

Для періодичного заїзду бульдозера до місця переміщення ґрунту з відвалу за межі майданчика кран спочатку відходить в сторону свердловин, пропускаючи бульдозер на розширену майданчик, а потім переміщається в сторону під'їзду, пропускаючи бульдозер до відвалу ґрунту. Обсяг відвалу ґрунту до його прибирання бульдозером допускається до 20 м³. тобто коли дві секції обсадної труби занурені з витяганням ґрунту, а одна секція нарощена. Таким чином, перед

першим переміщенням ґрунту три секції обсадної труби прибрані з місця їх складування.

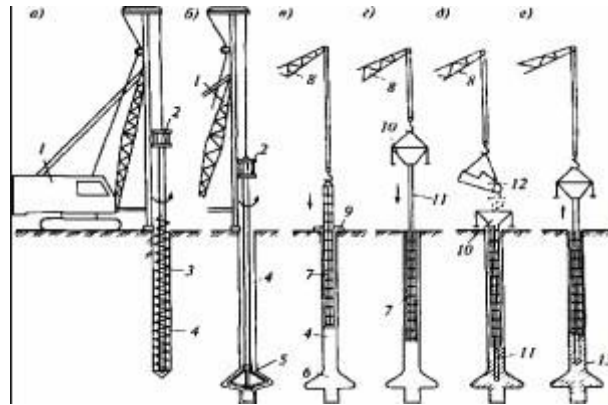


Рис. 3.4. Схема розташування машин і обладнання на робочому майданчику при влаштуванні буронабивних палей:

а - при влаштуванні першого ряду свай- б - при влаштуванні другого ряду свай- 1 - бурова установка-2 - кран-3 - секції обсадних труб-4 - палі першого ряду- 5 - палі другого ряду-6 - межа майданчика або шпунтового ряду в руслі водотока- 7 - насип под'їзда- 8 - залізобетонні плити- 9 - майданчик для бетонолитну труб

При виконанні робіт в руслі водотоку спочатку на майданчик завозять три секції обсадної труби довжиною 6 м, а після їх установки в першу свердловину - інші секції. Витягнуті секції обсадної труби розміщують при влаштуванні першого ряду палей (див. Рис. 3. а) на місці складування (три секції довжиною 6 м) і на проїзді (інші секції), а при влаштуванні другого ряду палей (див. Рис. 3.4. б) - на проїзді (три секції довжиною 6 м) і на місці засипаного першого ряду палей (інші секції).

Технологічний процес по влаштуванню буронабивних палей із застосуванням бурової установки «Като» (рис. 3.5.) відрізняється наступними особливостями:

- кріплення стінки свердловини здійснюється на всю глибину сталевими інвентарними обсадними трубами- тому не вимагається заповнення свердловини глинистим розчином або водою з постійним підтриманням необхідного їх рівня;

- участь бурової установки необхідно протягом повного періоду пристрої буронабивної палі, включаючи бетонування, так як за допомогою приводу бурової установки проводиться ущільнення підводного бетону шляхом підняття і

опускання обсадної труби, а також поступове витяг її в міру укладання бетонної суміші в свердловину.

Комплекс робіт по влаштуванню буронабивних паль із застосуванням бурової установки «Като» включає наступні процеси:

- підготовку майданчика під бурову установку для буріння чергової свердловини з перекладанням залізобетонних дорожніх і опорних плит і шпал, з плануванням підсипки, з переміщенням і наведенням бурової установки по осях свердловини;

- буріння свердловини (в незв'язних ґрунтах - розробка грейфером, в щільних ґрунтах - розробка за допомогою долота з видаленням розпушеного ґрунту - грейфером) з випереджаючим зануренням обсадної труби і нарощуванням її секціями;

- очистку забою за допомогою желонки;

- установку арматурного каркаса в свердловину з пристроєм при необхідності стику його секцій в вертикальному положенні;

- збірку і опускання бетонолітної труби;

- укладання бетонної суміші в свердловину методом вертикально переміщається труби (ТВП).

Переміщення бурової установки для пристрою черговий палі в межах пального ряду проводиться «на себе». При підготовці робочого місця для розробки черговий свердловини бурову установку на гусеничному ході в робочому положенні переміщують назад на таку відстань, при якому її виносні опори виходять за межі дорожніх плит, які знаходяться над черговою свердловиною. Ці плити за допомогою крана розсовують (перекладають) для установки секції обсадної труби. При перекладанні плити знімають, видаляють з-під них шпали і очищають. Повністю звільнені плити перекладають в сторону переміщення бурової установки, а опорні плити над свердловиною укладають на шпали з відповідним зазором для обсадної труби. Пошкоджені плити і прийшли в непридатність шпали видаляють. Замість двох залізобетонних плит розміром 300?

250? 16 см для обпирання черевика дозволяється застосовувати також одну суцільну плиту товщиною 25 см з отвором для пропуску обсадної труби.

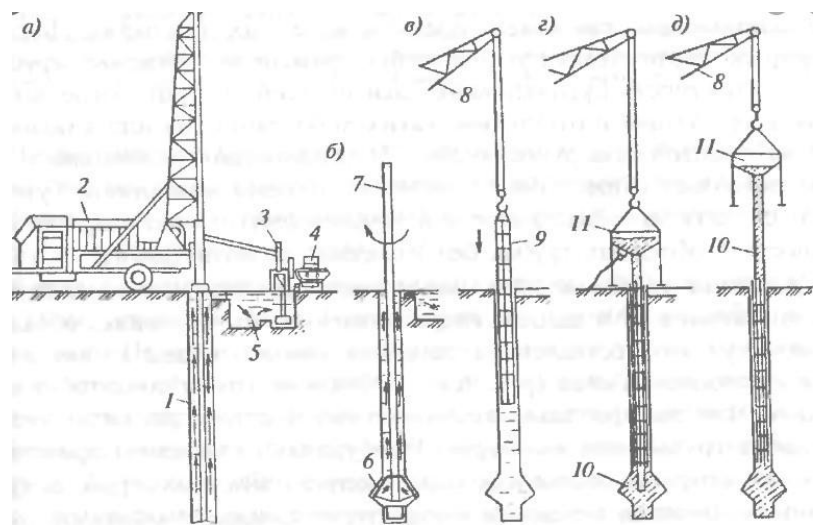


Рис. 3.5. Технологічна схема влаштування буронабивних паль із застосуванням бурової установки «Като»:

I - розробка свердловини грейфером з зануренням обсадної труби-II - нарощування обсадної труби черговий секцією- III - установка арматурного каркаса в свердловину зі стикуванням його секцій- IV - бетонування буронабивної палі з витяганням секцій обсадної труби (арматурний каркас умовно не показаний) - 1 - насипний ґрунт- 2 - піски сірі, дрібні-3 - піски середньої крупності кварцові, зрідка з вмістом гравію, плотние- 4 - піски темно-сірі середньої крупності, кварцові плотние- 5 - піски дрібні глауконітові, щільні

Далі уточнюють розбивку осей свердловини і переміщують бурову установку вперед до місця розробки з фіксуванням стяжного хомута по цих осях. Потім приводять в горизонтальне положення бурову установку за допомогою гідравлічного приводу виносних опор.

Розробку свердловини в незв'язних ґрунтах виробляють грейфером, що є навісним обладнанням бурової установки «Като». Свердловина на всю глибину захищається обсадною трубою, занурюваної в процесі вилучення ґрунту з випередженням забою на висоту не менше ніж на 2 м. При досягненні ріжучої фрезою проектної позначки занурення обсадної труби повинно бути припинено, щоб уникнути розпушення ґрунту в основі палі.

Обсадна труба складається з секцій довжиною 6 м і при необхідності 2 м. Загальну довжину обсадної труби приймають з розрахунку піднесення верху труби над поверхнею робочого майданчика на 1 м для розміщення та вертикального човникового руху стяжних хомутів.

У даній карті прийнята обсадная труба довжиною 30 м (при глибині свердловини 29 м), що складається з трьох секцій довжиною 6 м і трьох секцій довжиною 4 м.

Роботи по установці секцій обсадних труб виробляються з використанням крана вантажопідйомністю 12 - 20 т (залежно від діаметра труб). У даній картка містить пневмоколісний кран К-161 вантажопідйомністю 16 т.

Спочатку встановлюють по осях свердловини ножеву секцію, яка була стандартну секцію обсадної труби довжиною 6 м з зубчастої ріжучої фрезою, затискають її стяжним хомутом з гідравлічним приводом і занурюють до відмови шляхом вдавнення з періодичним обертанням. Потім на верх секції труби насаджують кільцевої перехідник для запобігання торця труби від пошкодження грейфером.

Далі грейфер піднімають в робоче положення і починають витяг ґрунту зі свердловини до позначки, що знаходиться на 2 м вище низу обсадної труби. Потім повторюють операцію заглиблення обсадної труби на можливу глибину в залежності від групи ґрунту, після чого знову витягають ґрунт зі свердловини грейфером, поки забій не досягне на новому рівні позначки, що перевищує на 2 м низ обсадної труби.

Після заглиблення ножевий секції обсадної труби на 5 м, коли піднесення її над рівнем підсипки складе 1 м, грейфер опускають на робочу площадку, з верху обсадної труби знімають перехідник і виробляють нарощування обсадної труби шляхом припасування на болтах наступної секції в вертикальному положенні.

Обсадних труб знову занурюють до відмови, надягають перехідник, піднімають грейфер в робоче положення і продовжують розробляти свердловину, чергуючи в тому ж порядку занурення обсадної труби і виймання ґрунту грейфером.

Після закінчення розробки свердловини забій очищають від бурового шламу за допомогою желонки. У цей час необхідно перевірити фактичні розміри свердловини, позначки гирла, свердловини та забою, розташування свердловини в плані, а також відповідність ґрунту основи даними інженерно-геологічних вишукувань.

Потім в свердловину опускають арматурний каркас, що складається (при висоті більше 18 м) з двох секцій. Роботи по установці і нарощування арматурного каркаса ведуться з використанням того ж крана К-161. Стикування секцій арматурного каркаса виробляється шляхом перепуску робочих стрижнів верхньої секції щодо робочих стрижнів нижньої секції на 20 діаметрів стержнів з прихваткой електрозварюванням внахлестку. Для цього нижню секцію опускають в свердловину до тих пір, поки місце стикування не досягне гирла свердловини, і фіксують в цьому рівні за допомогою поперечних стрижнів, які закладаються в каркас під кільце жорсткості і спиратися на верх обсадної труби. Після установки верхньої секції і прихватки робочих стрижнів внахлестку поперечні стрижні видаляють, і арматурний каркас опускають на повну глибину свердловини. Для забезпечення захисного шару бетону до робочих стержнів каркаса в місцях їх перехоплення кільцями жорсткості із зовнішнього боку приварюють обмежувачі у вигляді скоб, наявних в площині стрижнів, або прив'язують бетонні прокладки.

Секції арматурного каркаса перед опусканням в свердловину повинні бути ретельно очищені від іржі і бруду.

Після закінчення установки арматурного каркаса виробляють підготовчі роботи перед бетонуванням - збірку і опускання в свердловину бетонолітної труби. Ланки бетонолітної труби укрупнюють в секції довжиною по 10 м з допомогою рознімних хомутів. Стикування секцій бетонолітної труби виробляють із застосуванням тих же хомутів в вертикальному положенні при опусканні її в свердловину. При цьому раніше опущений ділянку бетонолітної труби фіксують над гирлом свердловини з допомогою хомута, що надівається на її верх з опертям на шпали, покладені на обсадних труб. Верхньою ланкою бетонолітної труби є приймальний бункер з зовнішніми огороженими

майданчиками і сходами. Бетонолитну труба повинна бути встановлена по осі свердловини.

Роботи по збірці і установці бетонолитной труби, піднесенню її в процесі бетонування, розбиранні, зняттю секцій обсадної труби і подачі бетонної суміші в бадді здійснюють за допомогою крана К-161 вантажопідйомністю 16 т.

Бетонну суміш подають в приймальний бункер із цебра. Бетонолитну трубу встановлюють в свердловині таким чином, щоб її низ виявився на 200 - 250 мм вище вибою свердловини. Перед бетонуванням в гирлі бетонолитной труби підвішують пробку для ізоляції бетонної суміші від води. Спочатку заповнюють бетонною сумішшю бункер і частина бетонолитной труби над пробкою. Потім пробку витягають і виробляють безперервну подачу в бункер бетонної суміші з бадді, піднімаючи краном бетонолитну трубу в міру проходження по ній бетонної суміші. Обсяг першої порції бетонної суміші призначається з умови заглиблення низу бетонолитной труби в покладену суміш не менше ніж на 0,8 м.

У процесі бетонування рівень суміші в бетонолитной трубі повинен перевищувати рівень води в свердловині. Низ бетонолитной труби повинен бути постійно заглиблений в покладену суміш на 1 - 2 м. У міру бетонування і підйому бетонолитной труби її вкорочують шляхом видалення чергового ланки. Одночасно витягають обсадних труб і демонтують її по секціях.

Необхідні перерви в бетонуванні свердловини, пов'язані зі зняттям секцій обсадних і бетонолитной труб, демонтажем та зворотного установкою бункера, повинні бути менше строків схоплювання бетону.

При підйомі бетонолитной труби її демонтують ланками довжиною 3 - 4 м з попередніми зняттям і подальшим приєднанням бункера після видалення кожної ланки.

Для видалення чергового ланки бетонолитной труби припиняють її підйом, коли рівень суміші в трубі знаходиться на 20 см нижче роз'єднує стику. Частина бетонолитной труби, розташовану нижче видаляється ланки, закріплюють за допомогою хомути, що спираються на шпали, покладені на обсадних труб. Видаляється ланка знімають разом з бункером, опускають на майданчик і

від'єднують від бункера. Потім бункер знову приєднують до решти бетонолітної труби.

За допомогою гідравлічного приводу бурової установки «Като» з метою ущільнення бетону колона обсадних труб в процесі бетонування здійснює поступально-обертальний рух з послідовним підйомом на 20 - 30 см і опусканням на 10 - 15 см. Тому витяг обсадної труби відбувається поступово.

Бетонну суміш, покладену на висоту 3 м, ущільнюють глибинними вібраторами.

Якщо рівень робочого майданчика знаходиться нижче верху палі (при спорудженні безростверкових опор), бетонування ведуть до остаточного заповнення бетонною сумішшю свердловини, видаляють забруднений шар бетонної суміші, після чого встановлюють інвентарний кондуктор і бетонують оголовок палі.

При влаштуванні буронабивних паль з ростверком рівень робочого майданчика знаходиться вище верху паль, тобто верх паль розміщений нижче гирла свердловини. В цьому випадку бетонування ведуть до позначки, що перевищує на 0,5 м проектну відмітку верху паль, отриману з розрахунку спливання шару шламу і подальшої його зрізання. При розробці котловану під ростверк зайва частина бетону палі разом зі шламом вирубуються.

Пристрій буронабивних паль із застосуванням обсадної труби на всю довжину свердловини необхідно вести відповідно до «Керівництва по влаштуванню буронабивних паль великого діаметру», М. НИИОСП ім. Герсеванова Держбуду СРСР, 1977, «Технічними вказівками з будівництва фундаментів мостів з бурових і бурообсадних стовпів», «Транспорт», 1970, «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при спорудженні мостів і труб», М. Оргтрансстрой, 1969.

Основні вимоги техніки безпеки

Огляд або ремонт грейфера повинен проводитися тільки тоді, коли він закріплений в нижній частині стріли бурової установки або опущений на майданчик.

При пуску в хід машини машиніст подає сигнал попередження.

Для переміщення, підйому і установки секції обсадної труби стропить її можна тільки в фіксованих точках - за серезки на фланці. При підйомі секції необхідно утримувати її від розгойдування і крутіння за допомогою розчалок.

Для підйому секції арматурного каркаса з перекладом з горизонтального положення у вертикальне, її слід стропить згідно з розробленими схемами, які повинні виключати можливість самовільного від'єднання, стропа, деформації або злам каркаса.

Під час переміщення секцій арматурного каркаса, обсадної або бетонолітної труб робітники повинні знаходитися за межами небезпечної зони. Підхід робочих до секції для заведення її у свердловину або заведення при стикуванні дозволяється після того, як секції будуть розташовуватися на висоті 20 см над поверхнею майданчика або над торцем попереднього розділі.

При опусканні арматурного каркаса в свердловину необхідно стежити за тим, щоб він не зачепився за обсадних труб.

Кран, за допомогою якого подають бетонну суміш в бункер, повинен бути встановлений так, щоб стріла при подачі бадді не входила в зону розташування робочих, зайнятих на укладці бетонної суміші.

Приймальний бункер повинен бути оснащений робочими майданчиками і сходами з огороженнями.

Крім правил, зазначених в пп. 1 - 10. необхідно виконувати всі вимоги, викладені в наступних документах:

Рекомендації з організації праці

Комплекс робіт по влаштуванню буронабивних паль із застосуванням бурової установки «Като» виконує комплексна бригада в три зміни в складі 15 чол. в тому числі 9 будівельних робітників і 6 машиністів. У кожній ланці - 5 робочих в складі:

Машиніст бурової установки «Като» 6 разр. 1 чол.

Крім того, копровщик може поєднувати професію бетонника, електрозварника і такелажника, а два монтажника конструкцій професію бетонника і такелажника, причому один з них ще й професію арматурника.

Копровщик здійснює всі операції по використанню оснащення бурової установки для занурення обсадної труби і вилучення ґрунту з свердловини. Під час установки і нарощування арматурного каркаса він виконує роботу зварювальника по прихватки електрозварюванням робочих стрижнів, з'єднаних внахлестку. При бетонуванні він працює в складі ланки на всіх операціях, пов'язаних з монтажем та встановленням бетонолітної труби, укладанням бетонної суміші з підняттям і демонтажем бетонолітної труби, а також ущільненням бетонної суміші з витяганням обсадної труби. Він також очолює операції, пов'язані з переміщенням бурової установки, виконуючи такелажні роботи з перекладки плит і шпал, установці виносних опор і стяжних хомутів.

Один монтажник конструкцій спільно з копровщиком зайнятий на установці і нарощуванні секцій обсадної труби і арматурного каркаса. У складі всіх ланок він, володіючи професіями бетонника і такелажника, виконує всі операції з бетонування методом ТВП та перебазування бурової установки на чергове робоче місце. Спільно з другим монтажником конструкцій в години, вільні від установки і нарощування обсадної труби, виконує роботи по очищенню і промиванню її секцій, а також ланок бетонолітної труби, і часткову откідку витягнутого ґрунту від обсадної труби.

Другий монтажник конструкцій виконує всі роботи комплексу, крім операцій, пов'язаних з установкою і нарощуванням обсадної труби.

На перебазування бурової установки зайнятий весь склад ланки. Установку і зняття секцій обсадної труби виробляють копровщик і монтажник за участю двох машиністів. Другий монтажник в цей час зайнятий очищенням і промиванням секцій обсадної труби і ланок бетонолітної труби без участі крана. Занурення обсадної труби і її витяг, а також зачистку забою виконує копровщик за участю машиніста бурової установки. У цей час двоє монтажників за допомогою крана виконують частину робіт з очищення та промивання секцій труб, а також

укрупнювальне збирання бетонолітної труби, що пов'язано з виконанням вантажопідйомних операцій. Під час вилучення ґрунту з свердловини, виробленого за участю машиніста бурової установки, копровщика і монтажника, другий монтажник з використанням крана також виконує частину операцій з підготовки ланок бетонолітної труби.

Опускання і нарощування арматурного каркаса з установкою допоміжних пристосувань виконують копровщик і двоє монтажників за участю обох машиністів, причому копровщик, володіючи суміжній професією електрозварника, виробляє прихватку з'єднань стрижнів внахлестку.

При бетонуванні два робочих 4 розр. приймають бетонну суміш в цебер, строплять її і очищають кузов автомобіля - самоскида від налиплого бетону, робочий 5 розр. вивантажує бетонну суміш із цебра в бункер бетонолітної труби.

Використання суміжних професій дозволяє, як видно з «Графіка виконання виробничого процесу», продуктивно працювати стабільному складу ланок протягом усього робочого часу.

Чергові слюсарі і електрик обслуговують будівельний майданчик в цілому і при необхідності виконують відповідні роботи по усуненню перебоїв в роботі машин і електроустановок, пов'язаних з пристроєм буронабивних паль.

Таблиця 3.6. Графік виконання виробничого процесу по влаштуванню 1 буронабивні палі діаметром 1,5 м



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие. Под редакцией А.Б.Гольшева. К. 1990.
2. Драченко Б.Ф., Ерисова Л.Г., Горбенко П.Г. Технология строительного производства., М., “Агропромиздат”, 1990.
3. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009 [Чинний від 2011-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2011. – 45 с. (Національні стандарти України).
4. Павлов А.П. Методические указания по решению вопросов охраны труда и охраны природы в дипломных и курсовых проектах. - ССХИ, 1996.
5. Методические указания. Дипломное проектирование. Объем, содержание и методика выполнения экономической части дипломных проектов. Сумы, ИПП Мрія -1 ЛТД, 1996, (авт. Беловол В.В.).
6. Методические указания к расчету параметров и выбору оборудования для устройства свайных фундаментов. - Сумы, СГАУ, 1998, (авт. Павлов А.П.)
7. Методичні вказівки до виконання курсового проекту “Монтаж будівельних конструкцій”, Суми, СДАУ, 1998.
8. Довідково-інформаційний збірник ресурсів та одиничних розцінок на будівельно-монтажні роботи, Суми, СНАУ – 2001 р. (авт. Беловол В.В.).
9. Нормування праці та кошториси в будівництві. Суми -«Мрія – 1 », 2000 , 452 с. (авт. Беловол В.В.).
10. Проектирование строительства: экономика, организация и управление, Киев, Вища школа, 1992 , 207 с (Шилов Е.И.).
11. Драченко Б.Ф., Ерисова Л.Г., Горбенко П.Г. Технология строительного производства, М., «Агропромиздат», 1990.

12. Павлов А.П. Методические указания по решению вопросов охраны труда и охраны природы в дипломных и курсовых проектах. ССХИ, 1996.
13. Справочник. К. «Будівельник», 1990.
14. Методические указания к расчету параметров и выбору оборудования для устройства свайных фундаментов. Сумы, СГАУ, 1998 (авт. Павлов А.П.).
15. Методичні вказівки до виконання курсового проекту “Монтаж будівельних конструкцій” Суми, СНАУ, 1998.
16. Афанасьев А.А. и др. Технология строительных процессов. М., «Высшая школа», 1997.
17. Організація будівельного виробництва (посібник для розробки курсових та дипломних проектів). Суми, СНАУ, 2001, 125 с (авт. Беловол В.В., Кожушко В.П., Романенко Б.К).
18. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15:2019 [Чинний від 2019-12-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. (Національні стандарти України).
19. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2016 [Чинний від 2017-06-01]. -К: Держбуд України, 2017. (Національні стандарти України).
20. Благоустрій територій (зі Змінами): ДБН Б.2.2-5:2011 [Чинний від 2012-09-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. (Національні стандарти України).
21. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28:2018 [Чинний від 2019-02-28]. -К: Мінрегіонбуд України, 2018. (Національні стандарти України).
22. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014 [Чинний від 2014-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2014.. (Національні стандарти України).
23. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 [Чинний від 2016-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2017. – 15 с. (Національні стандарти України).

24. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2006 [Чинний від 2007-10-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2006. (Національні стандарти України).
25. Покриття будівель і споруд ДБН В.2.6-220:2017: [Чинний від 2018-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2006. (Національні стандарти України).
26. Охорона праці і промислова безпека в будівництві ДБН А.3.2-2-2009: [Чинний від 2012-04-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2012. (Національні стандарти України).
27. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016 [Чинний від 2016-01-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2016. (Національні стандарти України).
28. Методичні вказівки для теплотехнічних розрахунків огорожуючих конструкцій з дисципліни “Будівельна теплофізика (для студентів факультету ПЦБ із спеціальності 7.092101), СДАУ, 2000.
29. Кошторисні норми України «Настанова з визначення вартості будівництва»: [Чинний від 2021-11-09]. -К: Мінрегіонбуд України, 2021. – 44-46 с. (Національні стандарти України).
30. Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический. Госстройиздат, М. 1960.