Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

“Допустити до захисту”
Завідувач кафедри БДМБ, канд. техн. наук, професор
_____Владислав НАСТОЯЩИЙ
"____" _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

" Проект туристичного готелю на 198 місць в м. Кропивницький"

Виконав: здобувач освіти групи БІ-21СК-3
спеціальності 192
“Будівництво та цивільна інженерія”

_____Богдан ПАВЛУШКО
"___" _____2024 р.

Керівник кваліфікаційної бакалаврської роботи:
канд. техн. наук, доцент

_____Володимир ЯЦУН
"___"_____2024 р.

Кропивницький – 2024 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра, циклова комісія Будівельних, дорожніх машин і будівництва

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрям підготовки 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри, голова циклової комісії
к.т.н. проф. Настоящий В.А.

_____

“____” _____2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Павлушко Богдану Юрійовичу

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи
Проект туристичного готелю на 198 місць в м. Кропивницький

керівник проекту (роботи) доцент Яцун В.В.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 1 ” 04 2024 р. № 116-02

2. Строк подання студентом роботи “ 1 ” червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Розмірами в осях 75,15 х 25,70м. 2. Поверховість - 7 поверхів. 3. Будинок безкаркасий. 4. Довговічність 2-го ступеню. 5. Клас споруди 2-й. 6. Ступінь вогнестійкості 2-й.

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

1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ.

3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Охорона праці.

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

1. Фасад 1-16 (М1:100), Генплан (М1:500), умовні позначення – А 1; 2. План 1-го поверху (М1:100), експлікація приміщень, вузли (М1:10) – А1; 3. Розріз 1-1 (М1:100), вузли (М1:10, М1:20) – А1. 4. Плита багатопустотна, сітки, каркаси, петля, специфікація виробів, відомість витрати сталі – А1. 5. Колона, фундамент, сітка, каркаси, специфікація виробів, відомість витрати сталі – А1; 6. Технологічна карта на влаштування нульового циклу – А1; 7. Технологічна карта на влаштування нульового циклу – А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурний	*доцент Яцун В.В.*		
Розрахунково-конструктивний	*доцент Яцун В.В.*		
Організаційно-технологічний	*доцент Яцун В.В.*		
Охорона праці	*доцент Скриннік І.О.*		

7. Дата видачі завдання 10.03.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	*Розробка архітектурно будівельного розділу*	*10.03.-20.03.2024*	
2	*Розробка архітектурно-будівельних креслень*	*20.03.-28.03.2024*	
3	*Виконання розрахунків будівельних конструкцій та фундаментів*	*28.03.-05.04.2024*	
4	*Розробка креслень будівельних конструкцій*	*05.04.-15.04.2024*	
5	*Розробка організаційно-технологічного розділу*	*15.04.-20.04.2024*	
6	*Розробка креслень організаційно-технологічної частини*	*20.04.-25.04.2024*	
7	*Розробка заходів з охорони праці*	*15.05.-20.05.2024*	
8	*Оформлення альбому документів*	*20.05.-23.05.2024*	

Студент _____ Павлушко Б.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ Яцун В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позначення	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				Документація загальна		
				Знову розроблена		
А4			ГК 200. ПЗ	Пояснювальна записка		
				Документація з		
				архітектурно		
				будівельного розділу		
				Знову розроблена		
А1			ГК 200. АБ 01	Фасад 1–16 (М1:100),		
				Генплан (М1:500),		
				умовні позначення	1	
А1			ГК 200. АБ 02	План 1–го поверху (М1:100),		
				експлікація приміщень,		
				вузли (М1:10)	1	
А1			ГК 200. АБ 03	Розріз 1–1 (М1:100),		
				вузли (М1:10, М1:20)	1	
				Документація з		
				конструктивного розділу		
				Знову розроблена		
А1			ГК 200. БК 01	Плита багатопустотна,		
				сітки, каркаси, петля,		
				специфікація виробів,		
				відомість витрати сталі	1	

					ГК 200. БР
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата	
Розробив		Павлушко			Проект туристичного готелю на 198 місць в м. Кропивницький Відомість бакалаврської роботи
Перевірив.		Яцун			
Н. контр.		Дарієнко			
Затвердив.		Настоящий			

Літера	Лист	Листів
Б	1	2

ЦНТУ
Гр. БІ–21СК–3

Формат	Зона	Позначення	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
А1			ГК 200. БК 02	Колона, фундамент, сітка,		
				каркаси, специфікація		
				виробів, відомість		
				витрати сталі	1	
				Документація з		
				організаційно –		
				Технологічного розділу		
				Знову розроблена		
А1			ГК 200. ОТР 01	Технологічна карта на		
				влаштування нульового		
				циклу	1	

					ГК 200. БР	Лист
						2
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Анотація

За результатами аналізу нормативних вимог до громадських будівель і відомих архітектурно-планувальних та конструктивних рішень багатоповерхових будівель попередньо визначені основні планувальні та конструктивні рішення туристичного готельного комплексу.

Виходячи з завдання та вимог чинних нормативних документів, розроблене архітектурно планувальне рішення туристичного готельного комплексу, призначене для тимчасового проживання 198 осіб.

Розроблені конструктивні рішення стін, перекриття і покриття багатоповерхового будинку, придатні для зведення та експлуатації на усій території міста Кропивницького. Ці рішення обґрунтуванні теплотехнічними та конструктивними розрахунками на найбільші в межах області кліматичні навантаження і впливи.

Розроблена технологічна карта на влаштування нульового циклу , а також описані принципові технологічні рішення щодо технології виконання інших будівельних робіт.

Розроблені заходи з ідентифікації й аналізу шкідливих і небезпечних факторів у проектованому об'єкті.

Запроєктований туристичний готельний комплекс для тимчасового проживання 198 осіб.

Annotation

According to the results of the analysis of regulatory requirements for public buildings and known architectural, planning and structural solutions of multi-storey buildings, the main planning and structural solutions of the tourist hotel complex were pre-determined.

Based on the tasks and requirements of current regulatory documents, an architectural planning solution for a tourist hotel complex designed for temporary accommodation of 198 people was developed.

Constructive solutions for the walls, ceilings and covering of a multi-story building have been developed, suitable for construction and operation throughout the entire territory of the city of Kropyvnytskyi. These decisions are substantiated by thermal engineering and structural calculations for the largest climatic loads and influences within the region.

A technological map for the installation of the zero cycle was developed, as well as the basic technological solutions regarding the technology of performing other construction works were described.

Measures for the identification and analysis of harmful and dangerous factors in the designed facility have been developed.

The designed tourist hotel complex for temporary accommodation of 198 people.

ЗМІСТ

1. Архітектурно-будівельна частина

1.1 Вихідні дані

1.2 Генеральний план

1.3 Характеристика будинку. ТЕП

2. Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок фундаментів

2.2 Оцінка впливу глибини промерзання грунту на довговічність паль

2.3 Існуючі заходи щодо захисту фундаментів від впливу сил морозного обдимання

2.4 Досвід застосування полімерних і композитних паль у будівництві

3. Організаційно-технологічна частина

3.1 Технологічна карта на влаштування нульового циклу

4. Охорона праці

4.1 Ідентифікація й аналіз шкідливих і небезпечних факторів у проектованому об'єкті

Висновки

Література

Додатки

					ГК 200. ПЗ			
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Павлушко			Проект туристичного готелю на 198 місць в м. Кропивницький	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		Яцун					1	
						ЦНТУ гр. БІ-21СК-3		
Н. контр.		Дарієнко						
Затвердив.		Настоящий						

1. Архітектурно-будівельна частина

1.1 Вихідні дані

Необхідно спроектувати семиповерховий готельний комплекс на 200 місць на ділянці площею 19 160 м² у місті Кропивницький, а також виконати благоустрій території. На ділянці вже є інженерні мережі, але будівель і споруд, що підлягають знесенню, немає. Проектований будинок розташовується на ділянці зі спокійним рельєфом, який максимально зберігається та узгоджується з існуючою забудовою.

У будинку передбачена система опалення, джерелом якої є районна котельня через зовнішні теплові мережі. Газопостачання та водопостачання здійснюються через наявні мережі. Згідно з інженерно-геологічними вишукуваннями, фундамент буде базуватися на середньо крупному піску середньої щільності з такими характеристиками: $\rho = 1{,}83$ г/см³, $cn = 0{,}002$ МПа, $\varphi n = 36°$, $E = 29$ МПа. Ґрунтові води в районі будівництва відсутні.

1.2 Генеральний план

Будівля розміщується на ділянці зі спокійним рельєфом. Крім неї, на ділянці знаходяться житловий будинок, магазин, спортивний майданчик та автостоянка. Другий етап будівництва передбачає зведення спортивно-розважального комплексу, що примикатиме до готелю. Експлікація будівель і споруд на генеральному плані представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Експлікація будинків і споруд

Номер по генплану	Найменування
1	Готельний комплекс
2	Спортивно-розважальний комплекс
3	Магазин
4	Житловий будинок
5	Спортивний майданчик
6	Пральня
7	Автостоянка
8	Їдальня

Розриви між будинками запроектовані з урахуванням санітарних і протипожежних норм згідно з СНиП 2.07.01-89*. Ширина доріг становить 6 і 7 метрів, тротуарів – 1 метр. Виконана координатна прив'язка будинку до осей будівельної геодезичної сітки.*Визначення відміток*

Визначення відміток будинку робимо відповідно до рисунку 1.1.

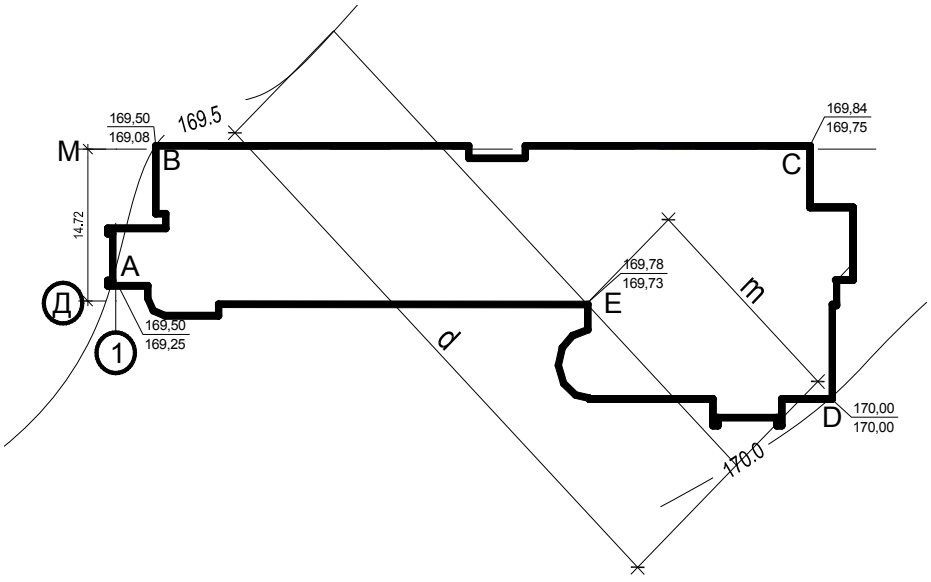


Рисунок 1.1 - Визначення відміток будинку

Чорні відмітки - відмітки, які мають кути будинку до початку забудови.

$$Нчор=Нмл.гор+m/d\cdot 0.5 \quad (1.1)$$

Точка А розташована на горизонталі зі значенням рівним 169,50 м., отже чорна відмітка цієї точки дорівнює відмітці горизонталі 169,50 м.

Для позначення інших чорних відміток будемо користуватися раніше записаною формулою.

$$Нв=169,50 \text{ м}$$
$$Нс=169,84 \text{ м}$$
$$Hd=170,00 \text{ м}$$
$$Не=169,78 \text{ м}$$

Найбільшу чорну відмітку ухвалюємо за червону На.чер.=На.чорн= 170,00 м, ухил і=0.01

$$Ha=Hd-i\cdot b= 170-0.01\cdot 75.41=169,25 \text{ м}$$
$$Hc=Hd-i\cdot b = 170-0.01\cdot 24.52=169,75 \text{ м}$$
$$Hb=Hc-i\cdot b = 169.75-0.01\cdot 66.93=169,08 \text{ м}$$
$$Не=Hd-i\cdot b = 170-0.01\cdot 27.11=169,73 \text{ м}$$

$$Н_{під}= \sum Нкр/5+2,32м \quad (1.2)$$

$$Н_{під} = (170,00+168,49+169,51+168,17+169,45)/5+2,32=171,8 \text{ м}$$
$$Н_{під} = 171,8 \text{ м.}$$

Техніко-економічні показники:

Площа ділянки:

$А_д=19162 \text{ м}^2$

Площа забудови:

$А_{заб}=1613,48 \text{ м}^2$

Площа доріг і майданчиків:

$А_{дор}$=3619,29 м^2

Площа озеленення:

$$А_{оз}=А_д - А_{заб}А_{дор}= 16162 – 1613,48 – 3619,29 = 10929,23 \text{ м}^2 \quad (1.3)$$

Коефіцієнт забудови:

$$К_з=А_{заб}/А_д \cdot 100\% = 1613,48/19162 \cdot 100\% = 8,42\% \quad (1.4)$$

Коефіцієнт озеленення:

$$Коз=А_{оз}/А_д \cdot 100\% = 10929,23/19162 \cdot 100\% = 57,03\% \quad (1.5)$$

1.3 Характеристика будинку. ТЕП

Об'ємно-планувальні рішення будинку розроблені відповідно до вимог ДБН, а також згідно з вихідними даними, рішеннями генерального плану та нормативними документами. Будівля має складну конфігурацію в плані з габаритними розмірами в осях 75,15 х 25,70 м. Несучими є як поздовжні, так і поперечні стіни будинку.

Будівля складається з 7 поверхів, має підвал і технічний поверх. Висота першого поверху становить 3,3 м, другого і наступних – 2,8 м. Загальна кількість місць у готелі – 198, з яких 46 одномісних і 152 двомісних номерів. Будівля оснащена балконами та лоджіями. Евакуація людей під час пожежі буде здійснюватися через основні та пожежні сходи.

Будинок безкаркасний, просторову твердість забезпечують плити перекриття і їхнє анкерування. Він має три сходові клітки, вихід на дах здійснюється через металевий люк, розташований у межах сходової клітки. Будівля має два входи, тамбури утеплені.

Вентиляція в будинку забезпечується за допомогою вентиляційних коробів. За довговічністю будівля належить до другого ступеня, оскільки стіни з цегли мають термін служби 50 років. За вогнестійкістю також відноситься до другого ступеня, оскільки стіни і перегородки з цегли, а перекриття зі збірного залізобетону, тобто з неспаленних матеріалів.

Клас споруди – 2-й. Ступінь вогнестійкості – 2-й.

2 Розрахунково-конструктивний розділ

2.1 Розрахунок фундаментів

Вихідні дані

Необхідно запроектувати пальовий фундамент перерізом 0,4×0,6 м із забивних паль з навантаженнями: N_{II} = 2128,6 кН; M_{II} = 18,54 кНм; Q_{II} = 9,22 кН. Збір навантажень дивись розділ 3, комбінацію зусиль дивись додаток 1.

Матеріали: бетон класу В–30 (R_b = 17,0·0.9 = 15.3 МПа; R_{bt} = 1.2·0.9 = 1.08 МПа; $E_b = 3.31 \cdot 10^4$ МПа); робоча арматура класу А-II ($R_s = R_{sc}$ = 280 МПа; $E_s = 2.1 \cdot 10^5$ МПа); конструктивна арматура класу А-I (R_s = 225 МПа; R_{sw} = 175 МПа; $E_s = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа). Розрахункові характеристики грунтів наведено в таблиці/

Оскільки 2 і 3 шари грунту мають властивість просідати від додаткового навантаження, то проектуємо пальовий фундамент із палею-стійкою.

Вибираємо глибину закладання підошви ростверку:

– за кліматичними умовами:

$$d_{p,min1} = K_h \times d_{fn} + 0{,}2, \qquad (2.1)$$

де K_h = 0,5 – коефіцієнт впливу теплового режиму будівлі;

d_{fn} = 0,98 м – нормативна глибина промерзання грунту.

$d_p = 0{,}5 \times 0{,}98 + 0{,}2 = 0{,}69$ м.

– з конструктивних міркувань:

$$d_{p,min2} > db + 0.5, \qquad (2.2)$$

де db – глибина підвала, 3,15 м;

$d_{p,min2} = 3{,}15 + 0{,}5 = 3{,}65$ м.

З конструктивних міркувань приймаємо d_p = 4,0 м.

Знаходимо довжину палі, аналізуючи грунтові умови будівельного майданчика та фізико-механічні властивості грунтів. Палю заглиблюємо в

останній шар грунту – пісок середньої крупності на 0,5–1 м, оскільки попередні шари грунту мають невеликий опір або малу потужність.

Планувальна відмітка землі – 105.7 м

Відмітка верха 9-го шару – 97.2 м

Відмітка низу ростверка – 101.8 м

Мінімальна довжина палі складає:

$l_п = 0,5 + 101,8 – 97.2 + 0,9 = 6$ м.

Приймаємо палю С6–30 (довжиною 6 м, перерізом 30×30 см по ГОСТ 19804.1–75).

Визначаємо несучу здатність забивної висячої палі за формулою:

$$\mathbf{F_d} = \gamma_c \times \left(\gamma_{CR} \times \mathbf{R} \times \mathbf{A} + \mathbf{U} \times \sum_{i=1}^{n} \gamma_{cf} \times \mathbf{f_i} \times \mathbf{h_i} \right) \quad (2.3)$$

де γ_c, γ_{CR}, $\gamma_{cf} = 1$ при заглибленні паль дизель–молотом;

A – площа поперечного перерізу палі: $A = 0,30 \times 0,30 = 0.09$ м^2;

U – зовнішній периметр поперечного перерізу палі:

$U = 4 \times 0,35 = 1,2$ м;

f_i – розрахунковий опір грунту на бічній поверхні;

h_i – товщина шару грунту, яка приймається не більше 2 м.

Розрахунковий опір грунту під кінцем палі: **R** = 2500 кПа.

Розрахунковий опір ґрунту на боковій поверхні палі визначаємо по таблиці, для цього товщина шару не повинна перевищувати 2 м.

Розбиваємо товщину на шари і визначаємо середню глибину розташування кожного шару, рахуючи від поверхні ґрунту (рисунок 2.1).

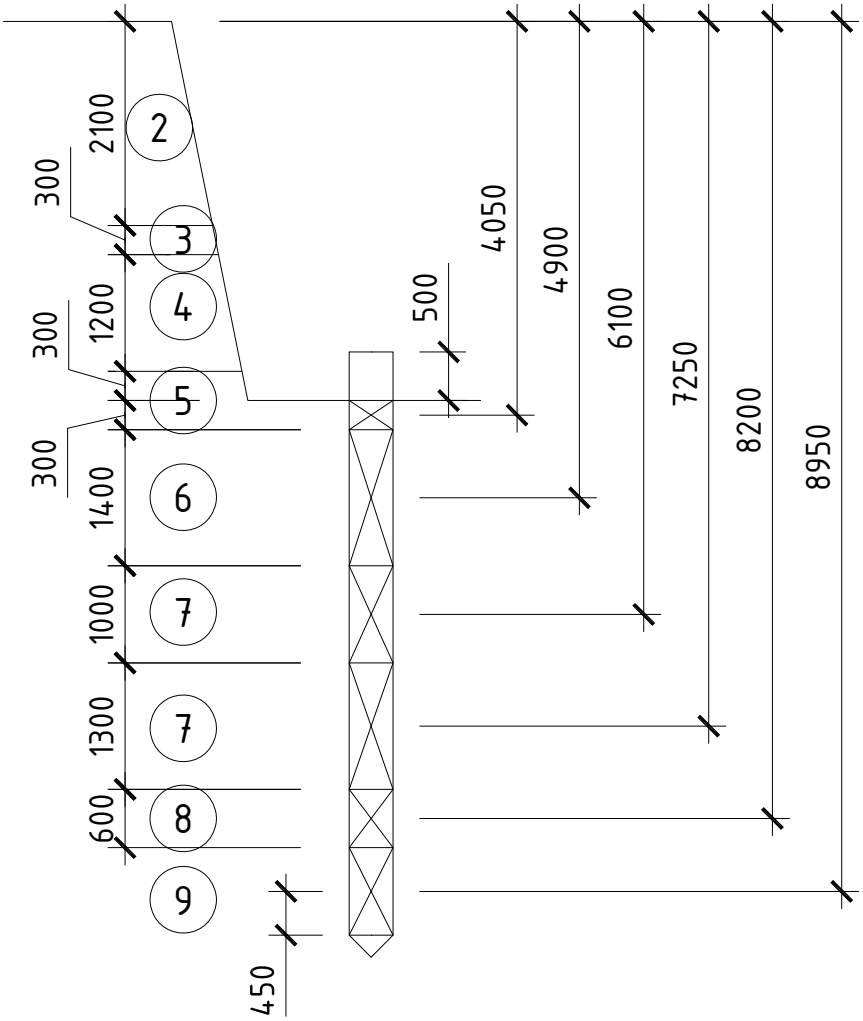


Рисунок 2.1 − Розрахункова схема палі

Середня глибина розташування шарів складає:

$$H_1 = 3,9 + \frac{0,3}{2} = 4,05 \text{ м}$$

$$H_2 = 3,9 + 0,3 + \frac{1,4}{2} = 4,9 \text{ м}$$

$$H_3 = 3,9 + 0,3 + 1,4 + \frac{1,0}{2} = 6,1 \text{ м}$$

$$H_4 = 3,9 + 0,3 + 1,4 + 1,0 + \frac{1,3}{2} = 7,25 \text{ м}$$

$$H_5 = 3,9 + 0,3 + 1,4 + 1,0 + 1,3 + \frac{0,6}{2} = 8,2 \text{ м}$$

$$H_6 = 3,9 + 0,3 + 1,4 + 1,0 + 1,3 + 0,6 + \frac{0,9}{2} = 8,95 \text{ м}$$

1 шар − пісок кварцевий, дрібний:

H = 4 м f = 38 кПа

H = 4,05 м fx − ?

H = 5 м f = 40 кПа

$$fx = 38 + \frac{40-38}{2-1}(4,05-4) = 38,1 кПа$$

2 шар − супісок твердий:

$I_L<0$, H_2 = 4,9 м → f = 55,7 кПа

3 шар − пісок кварцевий, мілкий:

H_3= 6,1 м → f = 58,2 кПа

4 шар − пісок кварцевий, мілкий:

H_4= 7,25 м → f = 60,5 кПа

5 шар − супісок твердий:

$I_L<0$, H_5= 8,2 м → f = 62,3 кПа

6 шар − пісок кварцевий, мілкий,:

H_6= 8,95 м → f = 45,05 кПа

F_d = 2500×0,09 + 1,2×(38,1×0,3 + 55,7×1,4 + 58,2×1,0 + 60,5×1,3+ 62,3×0,6+ 45,05×0,9) = 993,73 кН

Розраховуємо пальовий фундамент за першим граничним станом, тому визначаємо навантаження для розрахунку за першим граничним станом. Детальний розрахунок наведено в додатку 1.

2.2 Оцінка впливу глибини промерзання грунту на довговічність паль

Територіальне розташування України, особливості її клімату формують унікальні інженерно-геологічні умови, які ставлять перед інженерами-будівельниками складні геотехнічні завдання при проектуванні підземних частин будинків і споруд. Серед них особливе місце займають процеси

морозного обдимання ґрунтів, а також питання, пов'язані з поширенням мерзлих ґрунтів на великій частині території країни.

В процесі морозного обдимання ґрунту може виникати підйом підземних конструкцій, розташованих у ньому. Це складний фізико-хімічний процес, інтенсивність якого залежить від великої кількості факторів, у тому числі від потужності шару й взаємодії, що ґрунту з матеріалом фундаменту на їхньому контакті. Слід зазначити, що вся територія країни піддається сезонному промерзанню ґрунту на глибини від 0,4 до 1,5 м, тому будь-який проект нового будівництва або реконструкції, повинен ураховувати дані процеси, особливо якщо основа фундаментів представлена ґрунтами, що володіють пористими властивостями.

Морозне обдимання – внутрішньоб'ємне деформування промерзачих вологих ґрунтів, що приводить до збільшення їх обсягу внаслідок кристалізації порової і мігруючої води з утвором кристалів і лінз льоду.

Оцінка деформування ґрунту внаслідок промерзання здійснюється за допомогою ступеня пористості εth, обумовленої шляхом лабораторного випробування ґрунтів. Згідно з нормативами ґрунти розділяються на п'ять

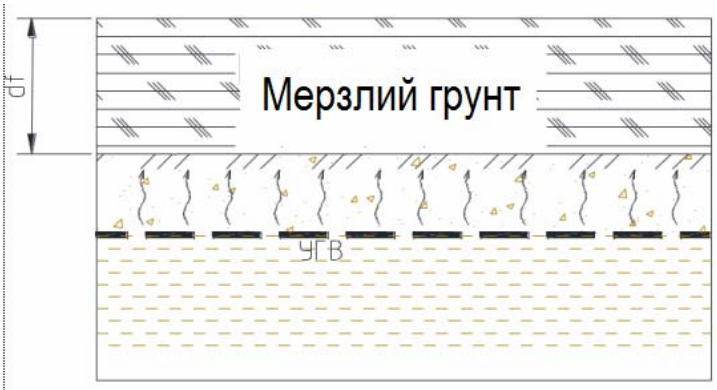
Таблиця 1

Різновид ґрунтів		Ступінь пористості εth, %
Непористий		εth< 1,0
Слабопористий		1,0<εth< 3,5
Середньопористий		3,5<εth< 7,0
Сильнопористий		εth> 7,0

До непористих і слабопористих ґрунтів можна віднести великоуламкові ґрунти, великі, середні й дрібні піски, до середньопористих – пилуваті піски, супіски, водонасичені глинисті ґрунти. Відмінність у прояві пористих властивостей глинистих ґрунтів і пісків, багато в чому, проявляється в їх гранулометричному составі.

Згідно табл. 1.1. під час промерзання сильнопористі ґрунти можуть збільшуватися у своєму обсязі понад 7%. З наведених даних можна зробити виводи, що тільки при промерзанні (без обліку ефекту міграції) зв'язні ґрунти на півночі збільшуються в обсязі на 5 см. Отже, разом із ґрунтом, на цю же величину, може піднятися й будинок.

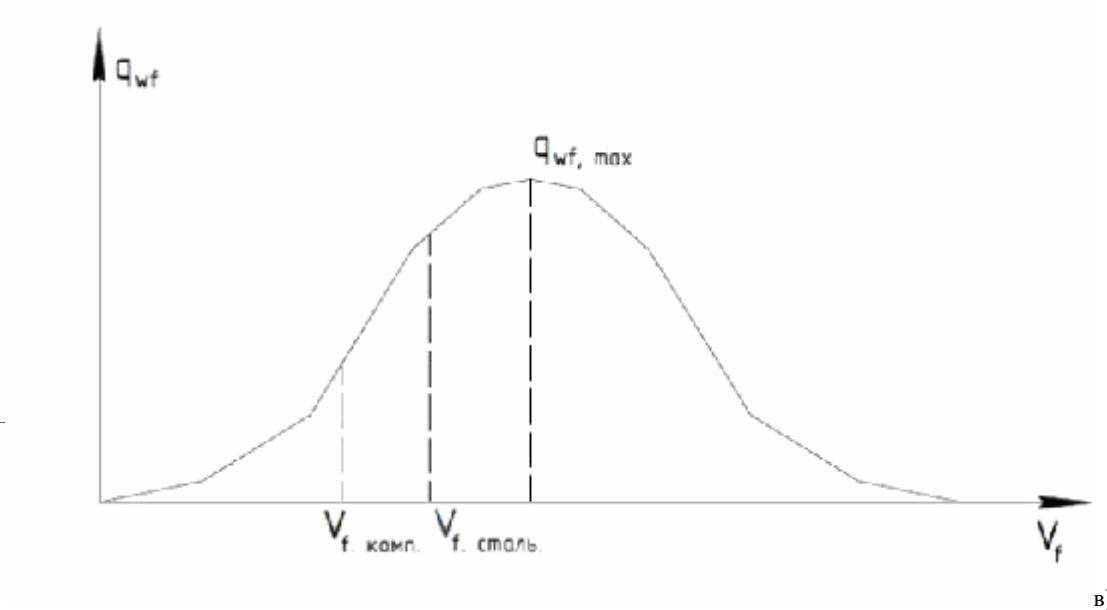
Дуже важливим є розуміння того, як вода попадає в ґрунт, що промерзає. Крім природної вологості, яка завжди присутня в ґрунтах, у процесі промерзання, за певних умов і для певних ґрунтів, з нижчележачих водонасичених горизонтів може початися процес, називаний міграцією вологи (рис. 1). Так, під дією капілярного натягу, волога починає переміщатися по порах ґрунту убік негативної температури.



а)



в)



в)

Рисунок 1 – Процес міграції вологи (а), зразок ґрунту після промерзання (б), залежність обсягу мігруючої вологи відшвидкості промерзання (в)

Мігруюча вода замерзає й, розсовуючи частки ґрунту, утворює додаткові прошарки льоду, які можуть бути, як тонкими, шириною менше міліметра, так і досить товстими, доходячи шириною до декількох сантиметрів. Дане явище може вносити істотний вклад у збільшення обсягу ґрунту. Так дрібний пісок, що вважається слабопористим може проявляти пористі властивості.

Природно, у процесі обдимання ґрунти, що промерзають, впливають на занурені в них конструкції. Даний вплив може бути значним, і, як зазначено в попередньому параграфі, може приводити до аварійних ситуацій при експлуатації будинків і споруд.

Вплив ґрунту розділяють на нормальний й дотичний. Головна відмінність даних впливів – у способі прикладання навантаження, схематичне зображення якого відображено на рис. 2.21

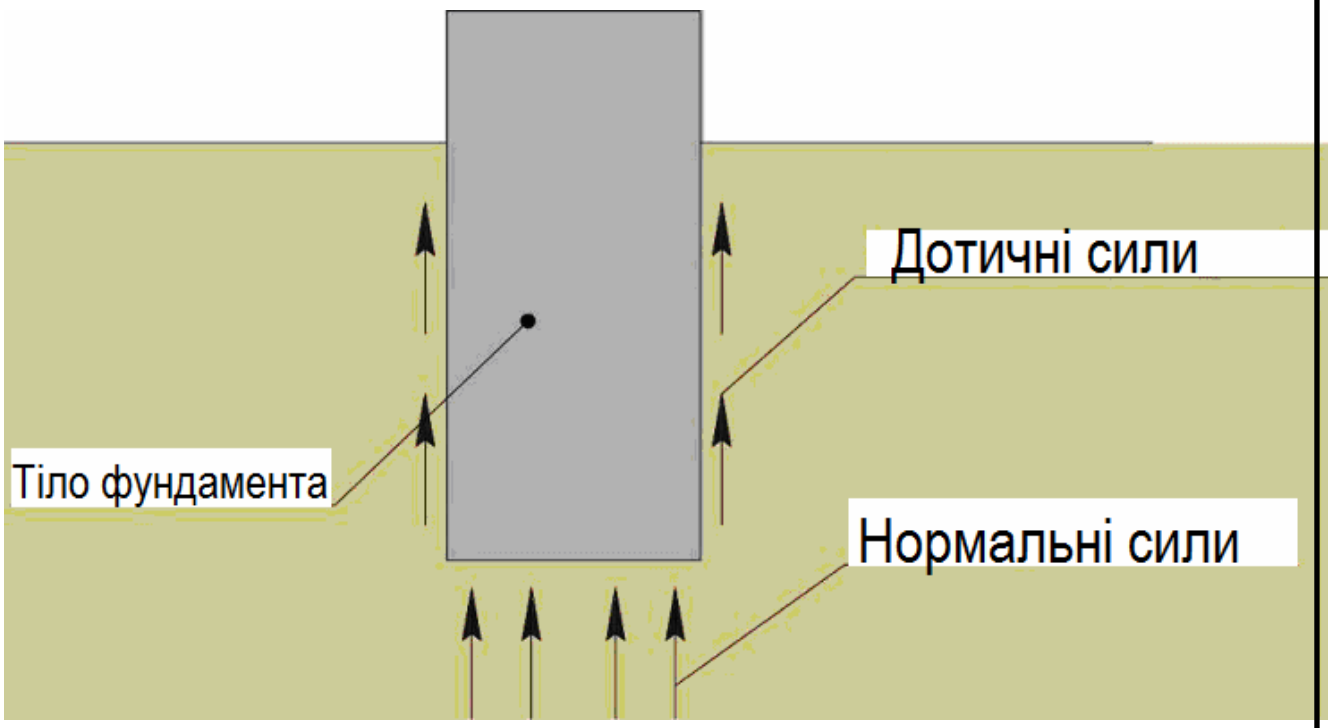


Рисунок 2 – Схема прикладання сил морозного обдимання ґрунту до фундаменту

Н.А. Кононенко, висунута гіпотеза про формування дотичних сил обдимання. Так, передбачається, що мерзлий шар ґрунту змерзається з фундаментом і його шари разом з підстильним шаром ґрунту здимаються рівномірно по всьому обсягу, у тому числі у фундаменту, що приводить до рівномірного переміщення шару нагору. При цьому, якщо міцність змерзання буде більше ваги споруди й міцності закладення фундаменту, то разом із ґрунтом нагору буде переміщатися і фундамент. Дана теорія знайшла підтвердження у великій кількості експериментів і є актуальною донині. Вона закладена в діючих вітчизняних нормативних документах при перевірці стійкості фундаменту на дію дотичної сили обдимання [20]:

Підводячи підсумок, можна виділити основні фактори, що впливають на інтенсивність дотичних сил морозного обдимання:

- властивості ґрунту (щільність, вологість, гранулометричний і хімічний склади);
- глибина промерзання;

- міграція вологи до фронту промерзання (залежна від швидкості промерзання й, побічно, від глибини промерзання);
- міцність змерзання ґрунту з матеріалом фундаменту.

Глибина промерзання (далі ГП) є одним з основних факторів, які впливають на дотичні сили морозного обдимання – чим більше товща промерзання, тим більше інтенсивність і деформація морозного обдимання. Усій території України властива певна ГП, яка варіюється від напівметра до двух метрів.

У свою чергу, ГП залежить від зимової температури повітря в регіоні, кількості опадів за рік, рівня ґрунтових вод, виду ґрунтів, а також інсоляції, товщини снігу в зимовий час і рослинного шару в літню пору.

Відповідно нормативним документам, розрахункова глибина промерзання й відтавання визначається як добуток нормативного значення потужності діяльного шару на коефіцієнти *kh* і *kh'* відповідно. Значення даних коефіцієнтів залежить, головним чином, від конструктивних особливостей будинку. Так, якщо фундамент розташований в опалювального підвалу, то у випадку із промерзанням значення коефіцієнта ухвалює значення менше 1, що означає зменшення глибини у фундаменту за рахунок теплового впливу підвалу. Значення ж коефіцієнта при розташуванні фундаменту поза будинком, ухвалює значення 1,1. Таким чином, при відсутності впливу опалення сам фундамент сприяє збільшенню глибини промерзання на 10%. При цьому, документ не визначає параметри, які можуть впливати на значення даного коефіцієнта. Аналізуючи нормативні документи, можна виділити наступні фактори, які впливають на розрахункову глибину відтавання:

- розміри фундаменту;
- умови теплообміну між ґрунтом і атмосферою.

В процесі вивчення міцності змерзання моделей паль із мерзлими ґрунтами Соколов В.М. спостерігав скривлення лінз льоду в металевій моделі палі, а також у стін металевого лотка, у якому проводився експеримент

(рис.3). У дослідах застосовувалися різні типи моделей: суцільна сталева, порожня сталева, а також бетонна. Порівнюючи між собою текстуру мерзлого ґрунту після випробувань, можна зробити вивід про вплив теплопровідності моделі на розподіл температур ґрунту навколо неї.

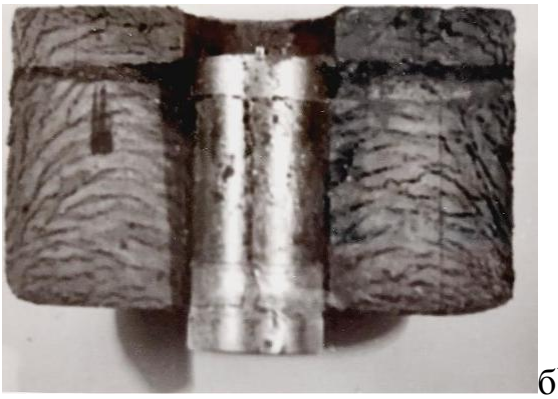

а)

б)

Рисунок 3 – Спостереження, виконані Соколовим В. М.
а) текстура ґрунту в зразках із суцільною металевою моделлю й б) полою моделлю з товщиною стінки 2 мм.

Подібний ефект відзначається й у роботі Цвигунова Д.Г., який зіставив розподіл вологи ґрунту після його промерзання навколо двох залізобетонних опор контактної мережі, одна з яких була утеплена над поверхнею землі, а друга - ні. Результати розрахунків показали, що вологість ґрунту навколо палі, надземна частина якої була утеплена, виявилася менше вологості ґрунту навколо неутепленої палі. Даний результат свідчить про вплив теплопровідності палі на розподіл температур у ґрунтовому масиві. Однак подібного виводу в цій роботі зроблене не було. Чисельне моделювання процесу теплообміну між ґрунтовим масивом і виготовленої на будівельному майданчику бурової залізобетонної палі, а також спостереження за переміщеннями паль у процесі промерзання ґрунту навколо них у натурних умовах, показали вплив фундаменту на збільшення потужності діяльного шару у фундаменту. Це ж можна помітити й при спостереженні за промерзанням ґрунту навколо залізобетонної підпірною стіни.

Таким чином, підтверджується, що зміна глибини промерзання або відтавання, у фундаментів є складним процесом, на який впливає безліч факторів. При цьому, сучасні норми не відбивають увесь цей процес повною мірою: не враховується тип фундаменту, його розміри й теплофізичні властивості. Також, не до кінця зрозумілим залишається й набір факторів, що впливають на розміри вирви, що утворюється, у тому числі й горизонтальні (радіус вирви).

Відзначимо, що для комплексного опису даних процесів існуючих досліджень недостатньо.

Досліджуючи в 1928 році, сили обдимання ґрунту Н. А. Цитович запропонував вимірювати значення дотичної сили обдимання міцністю змерзання ґрунту з фундаментом.

Міцність змерзання є однієї з основних величин, використовуваних при описі механічної взаємодії фундаменту з навколишнім його мерзлим ґрунтом на їхньому контакті. У наш час, у вітчизняних нормативних документах, величина міцності змерзання застосовується при визначенні несучої здатності палі (розрахунковий опір мерзлого ґрунту зрушенню по бічній поверхні змерзання фундаменту *Raf*) і оцінці стійкості фундаменту на дію дотичних сил морозного обдимання (*τfh*).

Міцність змерзання (далі МЗ) – складна характеристика, що залежить від безлічі факторів, серед яких: тип і вологість ґрунту, його температура, матеріал конструкцій фундаменту, шорсткість його поверхні, а також час прикладання навантаження.

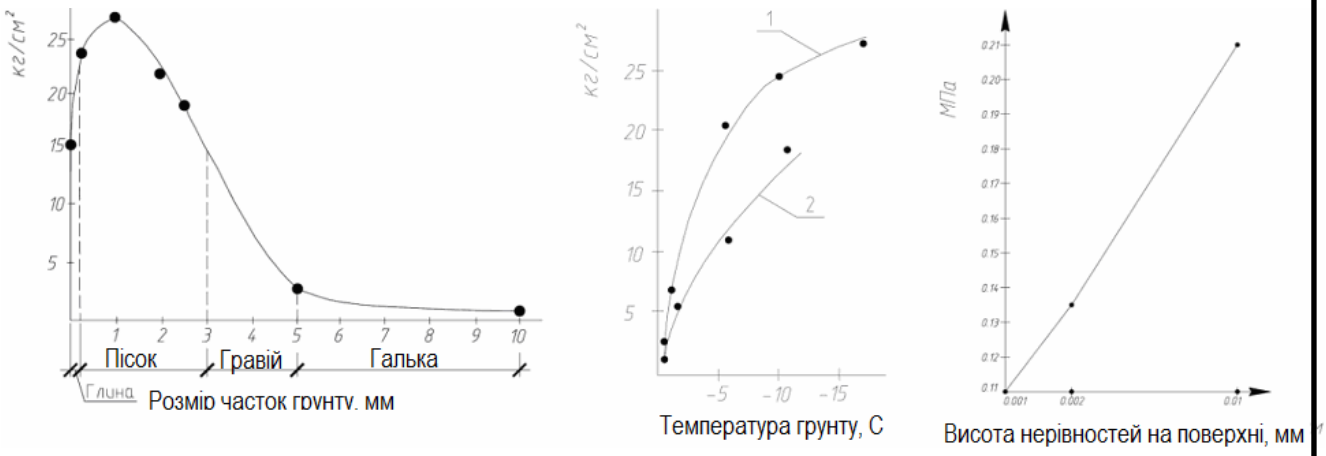
Н. А. Цитович приводить графік залежності міцності змерзання від типу ґрунту (рис.4).

Найбільше значення змерзання притаманно піщаним ґрунтам, а найменше

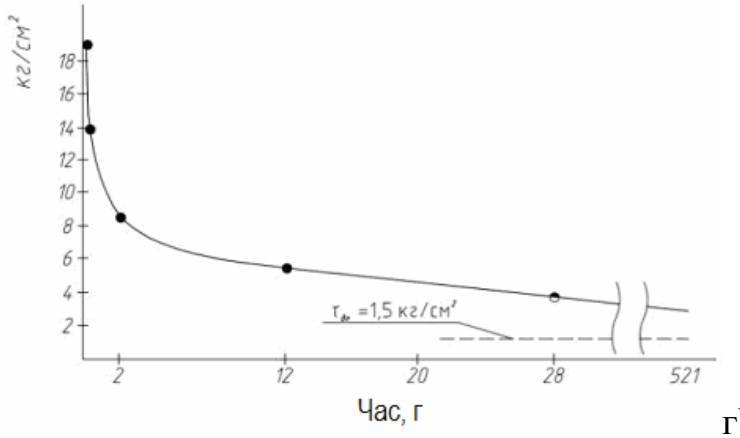
- гравелистим. Таким чином, використання вологих пісків у засипанні затрубного простору буроопускних паль на відмітках нижче діяльного шару дозволяє забезпечувати краще закладення паль у мерзлих ґрунтах.

Залежність міцності змерзання від температури представлена на рис.4. Із графіка видне, що зі зниженням температури величина міцності змерзання збільшується. Дана залежність слушна, як для дисперсних ґрунтів, так і для зв'язкових.

Істотний вплив на міцність змерзання виявляє швидкість прикладання навантаження. Так, значення тривалої міцності можуть становити 10% і менш від величини миттєвої. Дана закономірність пояснюється реологічними властивостями мерзлих ґрунтів.



а) б) в)



г)

Рис. 1.10. Залежність міцності змерзання від:
а) розміру часток ґрунту, б) його температури, в) висоти нерівностей поверхонь матеріалу, г) часу прикладання навантаження

Впливати на міцність змерзання може й спосіб промерзання ґрунту й фундаменту. Так, сили змерзання буду вище, якщо ґрунт промерзає з

фундаментом, температура якого вище 0 ^{oc}. Даний факт пояснюється тим, що у випадку з «теплим» фундаментом, ґрунт на контакті тане, забезпечуючи більш щільний контакт із матеріалом фундаменту за рахунок проникнення часток ґрунту й ґрунтової води в мікротекстуру матеріалу.

Не можна виключати й технологічний фактор. Палі, виконані різними технологіями (опускні, буроопускні, бурозабивні й забивні) будуть мати різні значення міцності змерзання, бумовлені зміною напружено-деформованого стану ґрунту в околопальовій зоні.

Немаловажну роль у формуванні величини міцності змерзання вносить матеріал конструкції фундаменту. Так, Соколовим В.М. проведені експерименти з металевими зразками, поверхня яких мала різну текстуру. Результати дослідження показали, що з ростом шороховатості поверхні, збільшуються сили змерзання ґрунту. У роботах Волохова С.С. відзначається значна відмінність сил змерзання для матеріалів різної природи: бетон, метал, поліетилен, епоксидна смола.

Нормативні документи рекомендують враховувати вплив матеріалу фундаменту на міцність змерзання шляхом добутку величин *Raf* і *τfh* на коефіцієнт *γaf*, що залежить від виду матеріалу фундаменту: для бетонних поверхонь, рівний 1, для дерев'яних поверхонь, оброблених масляними антисептиками, рівний 0,9 і для металевих поверхонь із горячекатаного прокату, рівний 0,7. При цьому нормативний документ не враховує всі різноманітності матеріалів, представлених сьогодні на будівельному ринку, а проведених на сьогодні досліджень недостатньо для комплексного пояснення причин відмінності в міцності змерзання матеріалів різної природи, наприклад, сталі й полімерів.

Ґрунтуючись на експериментально встановлених закономірностях, були розроблені різні заходи захисти підземних конструкцій від впливу дотичних сил морозного обдимання.

2.3 Існуючі заходи щодо захисту фундаментів від впливу сил морозного обдимання

Основними з існуючих методів по зменшенню впливу дотичних сил морозного обдимання є: інженерно-меліоративні, теплофізичні й конструктивні.

Серед *інженерно-меліоративних* розрізняють: засолення, зміна хімічного складу й осушення ґрунтів.

Засолення ґрунтів націлене на зниження температури замерзання й створення перешкоди промерзанню. Так, при застосуванні технічної повареної солі (хлористого натрію), удалося добитися значень температури замерзання ґрунту рівної мінус 21,2 ^{oc}. Однак, як показала практика, дія ефекту від штучного засолення виявилося не довговічним. Так, через 2-4 зимових сезона ґрунт розсолюється й обдимання відновляється. Даний метод успішно застосовано на практиці в тих випадках, коли необхідна односезонна ліквідація змерзаємості.

Метод зміни хімічного складу базується на дослідженнях З. А. Некрасової і І. А. Тютюнова, які показали, що, змінюючи состав обмінних катіонів ґрунтів, можна значно знизити ступінь їх обдимання. Даний спосіб, як і попередній, може бути застосуємо на один – два зимові сезони.

Осушення ґрунту, головним чином, націлене на зниження величини морозного обдимання засобами зменшення вологості ґрунту, що промерзає. Разом з тим, влаштування дренажу забезпечує відвід мігруючої вологи. Варто відзначити, що осушення може відбуватися не тільки в теплу пору року, але й під час промерзання. В деяких роботах вказується про виникнення «поршневого ефекту», коли при повному водонасиченні пісків великих і середньої крупності процес промерзання супроводжується відтисканням води з пор униз. Крім влаштування дренажів, дані заходи містять у собі організацію поверхневого стоку вод, влаштування водонепроникних вимощень, виключення скупчення вологи поблизу будинків і споруд.

Серед *теплотехнічних заходів* розрізняють: теплоізоляцію фундаменту, обігрів навколишнього його ґрунтового масиву й примусове його швидке заморожування.

Теплоізоляція фундаментів націлена на зменшення глибини сезонного промерзання ґрунту близько фундаменту, засобами створення теплотехнічних екранів з ефективних утеплювачів по всьому периметру будинку.

В районах глибокого сезонного промерзання може бути застосований метод циклічного відтавання ґрунту, що промерзає. Він здійснюється за допомогою, що автоматично включаються –, що вимикаються електричних нагрівачів,

розміщених у шпарах у фундаментів. Включення нагрівачів відбувається автоматично при досягненні на розрахунковій глибині температури початку замерзання ґрунту. Відключення – після повного відтавання промерзлого шару заданої величини.

В районах поширення мерзлих ґрунтів застосовується спосіб примусового заморожування ґрунту за допомогою влаштування термостабілізаторів. Дані пристрої в зимовий період року акумулюють холод у ґрунті по заданій глибині, тим самим забезпечуючи швидке промерзання ґрунту, зменшуючи обсяг мігруючої вологи до палі.

Серед *конструктивних методів* слід виділити ряд традиційних рішень: зменшення площі змерзання, виконання обсипок фундаменту непористим ґрунтом, анкеровка в несхильному обдиманню ґрунті, виконання похилих граней, покриття бічної поверхні додатковими матеріалами.

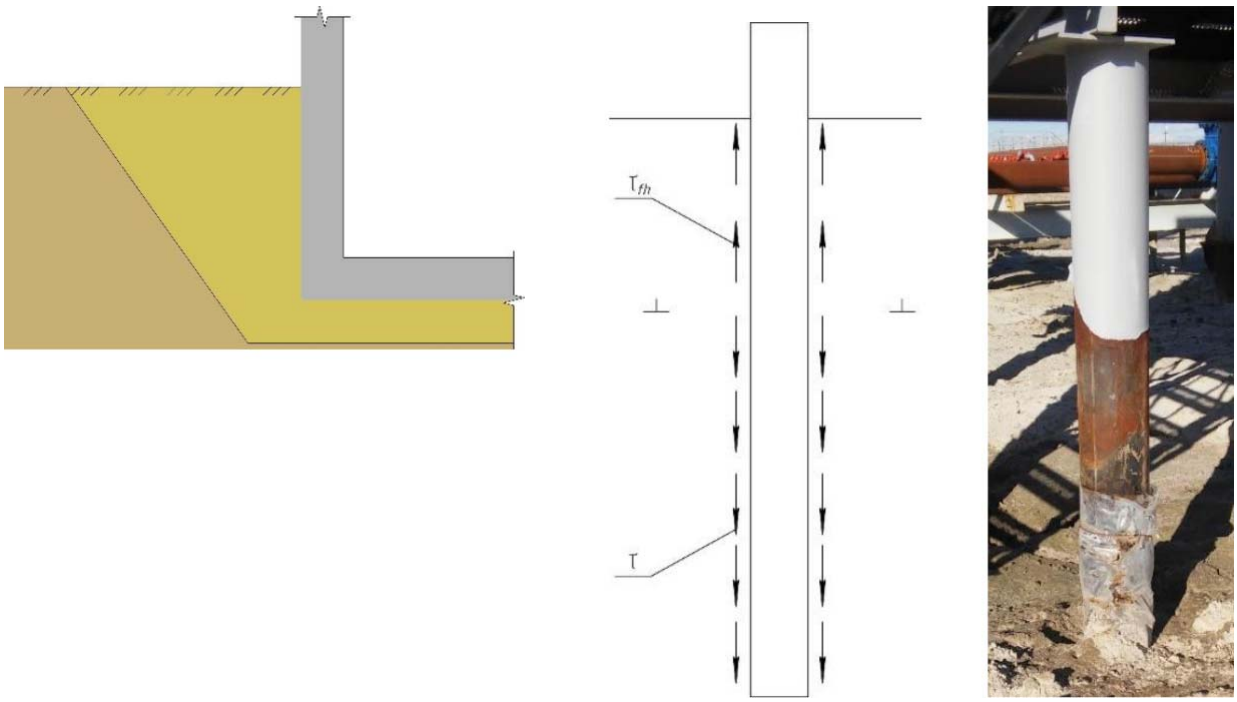
Зменшення площі змерзання досяжне засобами зміни зовнішнього контуру будинку убік зменшення периметра зі збереженням площі. Також можливий варіант зі зменшенням площі зіткнення, за рахунок зменшення поперечного переріза фундаментів або вибір пальового фундаменту замість стрічкового.

Виконання зворотного засипання пазух котловану піском часто знаходить застосування в практиці будівництва, однак, сам по собі, є малоефективним через виникнення ефекту міграції вологи, через що рекомендується його застосування разом з осушенням (дренуванням) території.

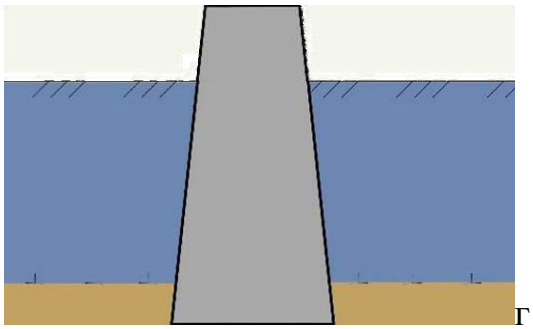
Метод анкеровки сьогодні є одним з найпоширеніших і ефективних. Суттю, анкеровки, є заклад фундаменту, найчастіше палі, шари ґрунту не піддані обдиманню на глибину, достатню для забезпечення стійкості палі при промерзанні основи. Варто відзначити, що використання даного методу як єдиного способу захисту веде до більшої перевитрати матеріалу.

Влаштування залізобетонних фундаментів з похилими бічними гранями суттєво збільшує опір фундаменту дії дотичних сил морозного обдимання в порівнянні з фундаментами, що мають вертикальні грані. За деяким даними при збільшенні кута нахилу грані від 2 до 15 град питомі дотичні сили обдимання зменшуються від 1,2 до 2,5 раз.

Через зручність монтажу, скорочення технологічних операцій, а також прийнятної ефективності, найбільший інтерес представляє метод захисту пальових фундаментів від впливу дотичних сил морозного обдимання шляхом покриття зовнішньої поверхні фундаменту в зоні діяльного шару спеціальним матеріалом (рис. 1.11). Даний факт знаходить висвітлення в результатах опитування практикуючих фахівців.



а б в



г

Рис. 1.11. Конструктивні методи захисту фундаментів від дотичних сил морозного обдимання

а) зворотне засипання пазух котловану непористим ґрунтом, б) виконання похилих граней, в) анкеровка фундаменту в шарах ґрунту, не підданих обдиманню, г) обмазка/огортання палі в зоні діяльного шару матеріалом, що знижують сили змерзання

Відомі розробки радянського періоду по створенню ефективних змащень БАМ-3 і БАМ-4. Дані обмазки забезпечують зменшення впливу сил дотичного обдимання ґрунту протягом 15 років. Змащення БАМ-3 і БАМ-4 являють собою шар в'язкої, незамерзаючої однорідної ясно-жовтої мазі. Для запобігання усмоктування мазі в ґрунт, вона може покриватися шаром

поліетиленової плівки. Для запобігання усмоктування мазі в тіло фундаменту (бетон, залізобетон) поверхню останніх попередньо покривають емаллю або оліфою, для закупорювання пор. Для запобігання висмикування плівки в процесі обдимання, її міцно закріплюють у нижніх шарах ґрунту.

Існує розробка, яка припускає застосування термоусадкової сорочки на основі радіаційно-модифікованого поліолефіна. Даний матеріал має підвищену зносостійкість, ударну міцність, а також унікальну техологічну властивістю термоусадки. Лабораторні випробування свідчать про зниження сил змерзання ґрунту з матеріалом сорочки в 2,3-3,3 рази в порівнянні зі звичайною металевою палею без покриття. Нанесення сорочок передбачається безпосередньо на об'єкті будівництва шляхом нагрівання сорочки, надягнутої на тіло палі, до температури 120С і вище. При цьому діаметр рукава зменшується на 15-50 %, і забезпечує щільне прилягання тілу палі, що не дозволяє волозі проникати в зазор між сорочкою й палею. На практиці може реалізовуватися кілька конструктивних способів одночасно. Найчастіше це пальові фундаменти, заанкеровані в шарах ґрунту не підданих сезонному промерзанню, які володіють додатковими способами захисту. Такі палі звуться протипористі.

Першим прикладом протипористої палі може бути звичайна бетонна паля, покрита високомолекулярним з'єднанням. Так, у зоні діючого шару пропонується покривати її зовнішню поверхню тонким шаром високомолекулярного матеріалу, наприклад, епоксидно-поліефірним компаундом, ПС якого з мерзлим ґрунтом до восьми раз нижче, чим у бетону.

Подібна комбінація палі, покритої в зоні діючого шару матеріалом, що знижують міцність змерзання, і зафіксована анкерною ділянкою є найпоширенішою. Так, в 1980-х роках застосовувалися палі, покриті згаданими змащеннями типу БАМ-3 і БАМ-4.

На сьогоднішній день конструкції паль, покритих термоусадочним модифікованим поліетиленом у зоні діяльного шару стали частіше

застосовуватися в практиці будівництва. Для підвищення анкеруючих властивостей таких паль, застосовують кожен з відомих способів підвищення несучої здатності паль по ґрунту: влаштування одного, або декількох лопат; приварювання різного металевого лома, або гвинтових спіралей, що актуально тільки для металевих конструкцій; для бетонних можна реалізувати на зовнішній поверхні розташовані з певним кроком поперечні ребра, розміри яких більше, ніж габаритні розміри основного тіла. Ребра виготовляють при бетонуванні палі шляхом заповнення бетоном порожнин на внутрішній поверхні спеціальної опалубки.

Пірамідальні залізобетонні двуконусні палі (рис. 1.12) також є протипористими. Їхня особливість полягає в зміні нахилу граней по довжині. Так, у зоні діючого шару, паля звужується до верху, реалізуючи тим самим конструктивний спосіб захисту, а далі, нижче діючого шару, звужується до низу, що забезпечує високу несучу здатність при навантаженні.

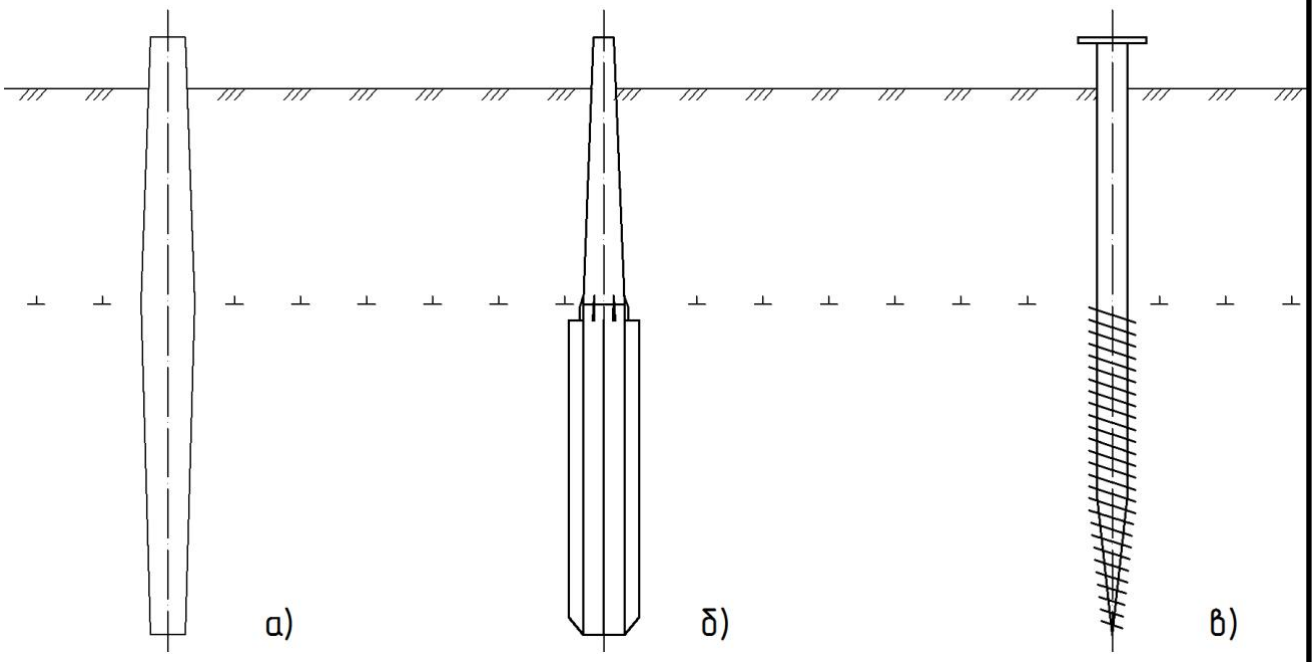


Рисунок 1.12 – Різні конструкції протипористих паль
а) пірамідальна двуконусна паля;б) металева протипориста паля;
в) конусно-спіральна паля.

Подібний принцип реалізований у металевій проти пористій палі. Відмінність полягає в тому, що робоча ділянка являє собою усічену піраміду

а при анкерному закріпленні несуча здатність палі по ґрунту підвищується за допомогою приварювання поздовжніх металевих лопат.

Незважаючи на ефективність протидії дотичним силам обдимання, описані конструкції мають ряд недоліків. Так, при використанні змащень БАМ-3 і БАМ-4, важко забезпечити їхнє надійне кріплення до тіла палі, через що, при її зануренні, дані покриття можуть бути зірвані.

Практика застосування термоусадочних протипучинних рукавів показала недостатню їхню адгезію з матеріалом палі, що змушує до застосування додаткових адгезивів. Крім того, при наявності нерівностей поверхні (зварених швів, або ж налиплого бруду) утворюються порожнини, усередині яких починаються процеси інтенсивної корозії сталі, із чого випливає основна проблема металевих протипористих паль – їх низька корозійна стійкість, обумовлена термодинамічною нестійкістю, сталі до впливу води, повітря, а також соляних розчинів, що втримуються в ґрунті й на його поверхні. Через це необхідні додаткові витрати на антикорозійні покриття, причому не тільки на момент виготовлення, але й періодично в процесі експлуатації. При цьому корозія не виключається із внутрішньої сторони металевих паль, через що необхідно заповнювати їхній внутрішній простір бетоном, навіть у випадках, коли одного металу досить для сприйняття всіх зовнішніх зусиль. Особливо, ефект корозії небезпечний для шва зварювання тіла металевої палі із гвинтовою лопатою. У певних гідрогеологічних умовах руйнування звареного шва відбувається в плині декількох сезонів промерзання й відтавання ґрунтової основи.

Застосування бетонних паль, як альтернативи, не завжди економічно обґрунтовано, оскільки описані конструкції (пірамідальні двуконусні й ребристі палі) є трудомісткими у виготовленні, що суттєво підвищує їхню вартість. Оскільки бетонні палі в порівнянні з металевими є більш важкими, то кінцева ціна конструкцій додатково підвищиться під час їх доставки у важкодоступні райони.

2.4 Досвід застосування полімерних і композитних паль у будівництві

Проблеми корозії матеріалів фундаментних конструкцій, актуальні не тільки для території України. Так, згідно зі звітами департаменту будівництва США, на 2004 р. ремонт паль, ушкоджених у наслідок корозії, обійшовся уряду США більш ніж 1 млрд. дол. США. Це сприяло розвитку технологій альтернативних традиційним, зокрема застосуванню полімерних композитних (далі ПКМ) у якості матеріалу паль.

Узагальнюючи закордонний досвід, можна виділити основні типи полімерних паль і привести їхню класифікацію, представлених на рис. 1.13.

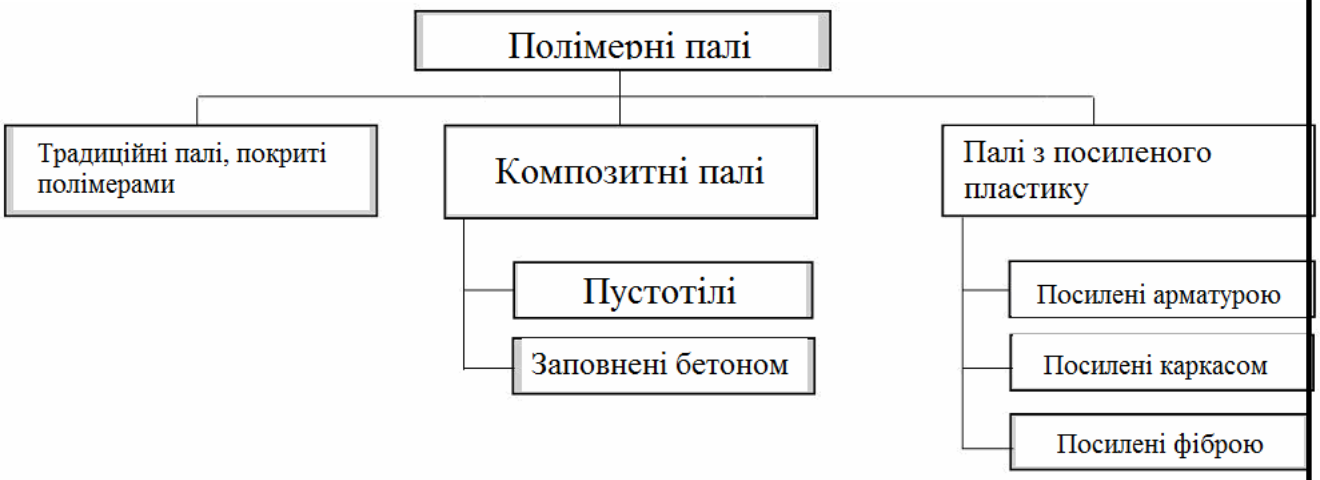


Рисунок 1.13 – Класифікація полімерних паль

Перше згадування покриття поверхні палі полімерними матеріалами відносяться до 1969 р коли був випущений посібник із застосування високомолекулярних з'єднань при захисті фундаментів від дотичних сил морозного обдимання. Однак промислового застосування дана технологія не знайшла внаслідок високої вартості полімерних матеріалів у той час. Перше застосування паль із полімерною оболонкою реалізоване при реконструкції порту Лос-Анджелеса, США в 1987році. Однак, через рік експлуатації, в оболонці паль виникли тріщини, внаслідок термічного розширення сталевої труби. Lampo виявив, що тріщина, що з'явилася в оболонці, могла виникнути внаслідок вибору невідповідних полімерів для її виготовлення. Надалі, для виключення даної проблеми використовувалися склопластики і

модифікований поліетилен. У наш час, сталеві палі, покриті склопластиком, успішно застосовуються в Китаї (рис.14). При спостереженні протягом 7 років за мостами різного призначення не було ніяких дорікань до експлуатаційних характеристик таких паль.Оболонки з термоусадочного модифікованого поліетилену успішно були застосовані в якості протипористого й корозійного захисту при зведенні фундаментів на ряді об'єктів.



Рисунок 1.14 – Об'єкти, споруджені на традиційних палях,покритих композитом

а) зведення опор мосту в Тайюані на сталевих палях, покритих склопластиком; б) трубопровід, спорудженій на сталевих палях, покритих модифікованим поліетиленом

Основними перевагами даних паль є їхня висока несуча здатність, стійкість до агресивного впливу навколишнього середовища, а також те, що використовуються традиційні матеріали – добре вивчені й передбачувані. До недоліків можна віднести їхня значна вагу, високу вартість, а також можливість розвитку процесів корозії із внутрішньої сторони металевої труби у випадки відсутності її заповнення бетоном, і під захисною оболонкою, у випадку влучення під неї вологи або бруду.

Палі з посиленого пластику (structural reinforced plastic pile – SRP pile), або просто морські палі (SEAPILE) – являють собою різновид полімерних паль, основний матеріал яких виконаний з переробленого пластику. Для підвищення міцності й твердості даних паль використовують армування сталевою або склопластиковою арматурами, просторовими склопластиковими каркасами, або ж фіброю. Пластикова матриця, звичайно складається з перероблених відходів домашнього господарства, таких як коробки з-під молока, пляшки з-під шампуню і т.д., що робить дані палі привабливими з погляду екології.

Виготовляються дані палі за допомогою установки арматурного каркаса в опалубку, з наступним її заповненням пластиком методом безперервної екструзії. У результаті чого, довжина паль може досягати 32 метрів. Для гарного захисту від ультрафіолетового (УФ) випромінювання необхідна хімічна підготовка поверхні паль антиоксидантами й інгібіторами, тоді як в інших типах полімерних паль застосуються стійкі до УФ випромінюванню полімери (епоксидні смоли, поліетилен). Діаметр вироблених паль варіюється в межах від 254 до 430 мм, з посиленням, звичайно, від 6 до 16 сталевими, або склопластиковими, стрижнями (рис.15).



а)



б)





в) г)

Рисунок 1.15 – Виробництво Srp-Паль – а, б і їхнє застосування – в, г

Цей тип паль, переважно, використовують у якості паль, для обгородження гідротехнічних споруд. Але відомі дослідження, що підтверджують можливість використання їх як несучих конструкцій легко навантажених споруд, зокрема дослідження проведені Lindsey, показують, що палі діаметром 305 мм можуть витримувати навантаження 20 тонн. Основні недоліки посилених пластикових паль включають: порушення адгезії арматурних стрижнів з тілом палі, і високу швидкість поширення деформацій повзучості, при припустимих експлуатаційних навантаженнях, модуль пружності даних паль становить усього 0,37 Гпа, посилення сталевою арматурою здатне підвищити модуль пружності до 8-12 Гпа. В Україні аналогів даним палям поки немає.

Палі з армованих волокном полімерів (FRP piles), або просто композитні палі (composite piles), у відмінності від попередніх типів, цілком виготовляються з композита. Найчастіше виконуються із труб круглого перетину, рідше коробчатого й еліптичного, виконаних зі склопластику, базальтопластика, або їх комбінації, методом намотування ниток або пультрузії.

Оскільки механічні характеристики композитів не уступають характеристикам сталі, то дані палі використовуються при зведенні будинків і споруд як несучих конструкцій. Залежно від величини переданих зусиль, вони можуть бути виконані як пустотілими, де все навантаження сприймає

композитна труба, або ж заповненими бетоном, в випадках, де власної міцності, або твердості, композитної труби недостатньо для сприйняття зовнішніх зусиль.

Довжина таких паль не обмежена: склопластикова труба, виготовлена намотуванням, може досягати 10 метрів у довжину, залежно від використовуваного встаткування, при цьому необхідна довжина палі може набиратися шляхом з'єднання необхідного кількості труб між собою. Економічно рентабельними для методу намотування будуть діаметри від 50 до 1000 мм, а методу пультрузії - від 50 до 500 мм. Товщина стінки, технологічно, також нічим не обмежується.

Розроблені в США, у дев'яностих роках XX століття, полімерні палі цього типу одержали найбільше поширення. Обумовлене це їх дешевиною й можливістю застосування як несучих конструкцій. Ціна 1 погонного метра таких паль на ринку США перебуває в районі 165$ у порівнянні зі сталевою палею покритою полімером, ціна якої варіюється близько 320$.

Сьогодні, на палях даного типу зведений ряд об'єктів у США, як правило це легкі будинки й гідротехнічні споруди: пірси, причали, опори мостів (рис.1.16).


а)

б)

Рисунок 1.16 – Об'єкти, споруджені на композитних палях
а) проект реконструкції національного заповідника «Statue of Liberty»;
б) порт у Сан-Франциско

Через географічні й кліматичні особливості досвід застосування композитних паль у США обмежується ґрунтами в немерзлому стані. Даних про досвід використання подібних паль в умовах сезонного промерзання ґрунтів немає. Беручи до уваги значні відмінності властивостей композитів від традиційних матеріалів: низьку теплопровідність, гідрофобність та ін.; необхідне виконання ряду досліджень, що дозволяють урахувати специфіку термомеханічних процесів у ґрунтах при їхнім промерзанні й взаємодії з композитними палями.

Несуча здатність паль по ґрунту є найважливішою характеристикою для опису механічної взаємодії паль, у тому числі композитних. У світовій практиці існує три способи визначення несучої здатності палі по ґрунту: розрахунковий метод, метод статичного випробування палі навантаженням і за результатами статичного зондування ґрунту.

При вивченні взаємодії матеріалів фундаменту й мерзлих ґрунтів закордоном широке поширення одержав метод лабораторних випробувань на приладах одноплощинного зрізу, де в одній половині приладу розташовується ґрунт, а в другий – зразок матеріалу палі. Випробування проводяться при різних нормальних навантаженнях до руйнування контакту « ґрунт-конструкція». За результатами випробувань будується графік залежності дотичних напружень від нормальних і визначаються кут тертя зчеплення ґрунту й матеріалу на їхньому контакті. Визначення несучої здатності по ґрунту, у цьому випадку, може бути виконане за законом Мору-Кулона.

В результаті численних випробувань були встановлені основні фактори, що впливають на міцність зрушення ґрунту на контакті з матеріалом: нормальна напруга на границі поділу, щільність, вологість, температура й гранулометричний состав ґрунту, форма його твердих часток, а також шорсткість поверхні матеріалу.

Із закону Мору-Кулона відомо, що зі збільшенням нормального тиску збільшується й граничне здвигове навантаження, необхідне для руйнування

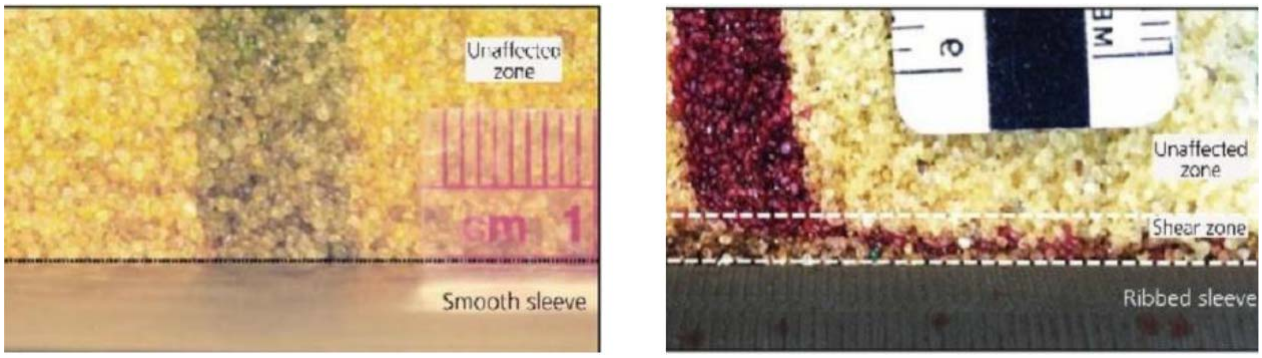
ґрунту. Даний факт знаходить підтвердження у величезній кількості експериментів.

Серія випробувань зрушень піщаних ґрунтів різної ущільненості по зразках матеріалу показала збільшення кута тертя з ростом індексу ущільненості.

Вміст вологи в ґрунті значно впливає на механічну взаємодію з підземними конструкціями. Різні дослідники роблять суперечливі виводи: в одних випадках відзначається зниження міцності зрушення при росту вологості,в інших, навпаки - її ріст. Слід зазначити, що дані дослідження виконувалися на ґрунтах з різним співвідношенням піщаних і глинистих фракцій. Імовірно, протиріччя в отриманих залежностях можна пояснити відмінністю граничних волог випробуваних ґрунтів, які могли перебуває в різній консистенції при одній вологості. Деякі дослідники відзначають відмінність у впливі вологості ґрунту на кут тертя і його зчеплення з конструкцією: з ростом вологості зменшується кут тертя й збільшується зчеплення на контакті. Незважаючи на деякі протиріччя, усі дослідження свідчать про вплив вологості на міцність зрушення ґрунту на контакті з конструкцією. Температура є ще одним фактором, що впливає на міцність зрушення ґрунту по матеріалу підземної конструкції. Численні дослідження проводилися на приладах одноплощинного зрізу з можливістю регулювання температури. Випробування піщаних ґрунтів показали незначний вплив температури на кут тертя ґрунту на контакті з матеріалом.

В той же час, випробування глинистих ґрунтів показали значну їхню чутливість до зміни температури. Так, Yavari N., виконував здвигові випробування глинистого ґрунту за зразком бетону в діапазоні температур від 5 до 40 ^{oc}. Результати показали, що з ростом температури змінюється граничний опір зрушенню. При цьому, аналіз складових міцності зрушення показав незначну чутливість кута тертя на контакті й зменшення зчеплення ґрунту з матеріалом при підвищенні температури.

Шорсткість матеріалу підземної конструкції є одним з основних факторів, що впливають на міцність зрушення ґрунту по матеріалу на їхньому контакті. Описувана максимальним значенням перепаду, або середнім відхиленням нерівностей на досліджуваній ділянці поверхні, вплив даного фактора продовжує активно вивчатися. Дослідниками спостерігається, що міцність зрушення ґрунту по поверхні матеріалу менше або дорівнює значенню міцності зрушення досліджуваного ґрунту. Виділяються два характерні випадки руйнування: по лінії « ґрунт-конструкція» для гладких матеріалів і « ґрунт-ґрунт» для матеріалів із грубою поверхнею (рис.1.17). Відзначається взаємозв'язок переходу від грубої до гладкої поверхні від співвідношення шорсткості матеріалу й діаметра часток ґрунту. Для її опису вводиться поняття нормованої шорсткості *Rn*.



а) б)

Рисунок 1.17 – Характерні випадки руйнування

а) по лінії «ґрунт – конструкція», б) по лінії « ґрунт-ґрунт» [158]

Значення нормованої шорсткості, при якій здійснюється перехід лінії руйнування від « ґрунт-конструкція» на « ґрунт-ґрунт», одержало назву критичної. У різних джерелах значення критичної нормованої шорсткості по-різному й змінюється в діапазоні від 0,06 до 0,3. При цьому, відзначимо, що основна маса досліджень виконувалася на піщаних ґрунтах. Результати експериментів із глинистими ґрунтами свідчать про незастосовність для них

раніше зазначеного діапазону значень критичної нормованої шорсткості, отриманого для піщаних ґрунтів.

При цьому зчепленню на контакті ґрунту й підземної конструкції приділене менше уваги. Сучасні вітчизняні норми рекомендують не враховувати дану величину при оцінці стійкості гнучких підпірних стінок, рекомендуючи ухвалювати її в запас.

Ряд робіт, присвячених оцінці взаємодії полімерних паль із ґрунтами показують, що композитні палі можна віднести до гладких поверхонь. При цьому, слід зазначити, що більшість зразків склопластику виготовлялася в лабораторних умовах. Це означає, що властивості їх поверхні можуть не відповідати властивостям промислово виготовлених зразків, на властивості яких буде впливати певні технологічні аспекти їх виробництва. У цілому, отримані сьогодні результати свідчать про те, що міцність зрушення ґрунту по склопластикові вище міцності зрушення по сталі, і нижче, чим по бетону. Результати польового випробування композитних паль навантаженням, що вдавлює, свідчать про те, що їх несуча здатність по ґрунту вище сталевих паль і порівнянна з бетонними палями.

3. Організаційно-технологічна частина

3.1 Технологічна карта на влаштування нульового циклу

За відносну відмітку +0,000 прийнято рівень чистої підлоги 1-го поверху, що відповідає абсолютній відмітці +171,80 м. Згідно з інженерно-геологічними вишукуваннями, основою під фундаменти є піски середньої крупності і середньої щільності з наступними характеристиками: пісок середньої міцності. ($\gamma_n = 17{,}2 кН/м^3$ г; $c_1 = 1$ кПа; $\varphi_n = 36°$; $E = 19$ МПа; $e = 0.65$; $k = 1.1$).

Рівень ґрунтових вод у районі будівництва перебуває нижче відмітки закладення фундаментів. Стіни підвалу, що контактують із ґрунтом, покриті фарбувальною гідроізоляцією у два шари. Стіни підвалу виконані зі збірних бетонних блоків.

Фундаменти запроектовані як збірні залізобетонні стрічкові відповідно до ДБН В.2.1-10-2009. Глибина закладення фундаментів становить 2,75 м, з відміткою підошви на -3,900 м. Ґрунти основи повинні бути захищені від зволоження поверхневими водами і від промерзання під час будівництва. Укладання фундаментів на мерзлий ґрунт не допускається.

Фундаментні плити та блоки стін підвалу, що укладаються до відмітки -3,900 м, повинні бути виготовлені з бетону зниженої водопроникності. Блоки укладаються на цементно-піщаному розчині М100.

Горизонтальна гідроізоляція виконується:

- ГГІ1 на відмітці -3,300 м із цементного розчину 1:2 товщиною 20 мм із водостійкими добавками;

- ГГІ2 на відмітці -1,300 м із цементного розчину 1:2 товщиною 20 мм із водостійкими добавками.

Вертикальна гідроізоляція поверхонь стін, що контактують із ґрунтом, виконується з нафтових бітумів марки БН-111. Нанесення здійснюється у два шари загальною товщиною не менш ніж 3 мм.

Для захисту будівлі від підтоплення поверхневими водами

передбачені наступні заходи:

- Влаштування водонепроникної підготовки для підлоги підвалу;
- Влаштування вимощення по периметру будинку;
- Влаштування відповідного вертикального планування.

У технологічній карті розглядається технологія процесу по нульовому циклу. Детальний розрахунок наведено в додатку 2.

4. Охорона праці

4.1 Ідентифікація й аналіз шкідливих і небезпечних факторів у проектованому об'єкті

Ідентифікацію шкідливих і небезпечних виробничих факторів для об'єкта «Готельний комплекс на 200 місць» необхідно проводити відповідно до ГОСТ 12.0.003-74.

Під час проведення земляних робіт можливі такі небезпечні ситуації:

- Обвалення ґрунту.

- Падіння робітників у котлован.

- Обвалення брівки через неправильне розташування землерийно-транспортних машин і механізмів.

При проведенні кам'яних робіт можуть виникнути такі небезпеки:

- Падіння розчину, блоків і цегли.

- Падіння робітників із лісів.

- Травмування через відсутність засобів індивідуального захисту.

Проведення монтажних робіт у одній зоні з іншими видами робіт підвищує небезпеку, враховуючи зазначені вище фактори.

При зварювальних роботах існують такі ризики:

- Ураження електричним струмом.

- Отруєння шкідливими газами.

- Можливість загоряння матеріалів.

- Отримання опіків шкірного покриву.

- Ураження рогівки ока ультрафіолетовим випромінюванням.

Під час проведення оздоблювальних робіт можуть виникнути наступні небезпеки:

- Отруєння шкідливими газами та парами.

- Падіння робітників із колисок при зовнішньому фарбуванні та обробці фасаду.

- Небезпека при роботі з ручним електроінструментом та насосними станціями.

При покрівельних роботах можливі такі небезпечні фактори:

- Травми при роботі з листовою сталлю.

- Ураження електричним струмом при роботі з електроножицями.

- Отримання відкритих ран через неправильне використання засобів індивідуального захисту.

У процесі проведення будівельно-монтажних робіт (БМР) на будівельному майданчику використовується значна кількість горючих речовин і матеріалів. Найчастіше пожежі виникають через:

- Порушення правил зварювальних робіт.

- Застосування відкритого вогню для обігріву комунікацій і двигунів.

- Паління в заборонених місцях.

- Коротке замикання в електропроводах.

Основну пожежонебезпеку становлять спалений утеплювач, рулонні та покрівельні матеріали. Вибухи і пожежі можуть виникати при неправильному зберіганні і складуванні легкозаймистих матеріалів, а також при палінні в невстановлених для цього місцях.

Недотримання правил охорони праці та правил експлуатації будівельних машин є основною причиною виникнення небезпечних і шкідливих факторів для всіх видів робіт. Класифікація шкідливих факторів, що впливають на працюючих, наведена в таблиці 4.1.

При виконанні робіт на будівельній ділянці існує ймовірність завдання шкоди навколишньому середовищу. Можливе забруднення атмосфери через:

- Транспортні викиди.

- Виробництво ізоляційних робіт, коли бітум розігрівають шляхом його часткового спалювання, порушуючи технологію робіт.

Забруднення ґрунту і гідросфери може статися через витоки пально-мастильних матеріалів (ПММ), різних розчинів, фарб, розчинників. При

використанні машин, механізмів і електроінструментів можливе забруднення навколишнього середовища шумом і електромагнітними полями.

Для запобігання виникненню або зменшення впливу небезпечних і шкідливих факторів, усі роботи на будівельній ділянці повинні проводитися відповідно до правил і інструкцій з охорони праці.

Таблиця 4.1 - Класифікація шкідливих факторів, що впливають на працюючого

№ п/п	Характер впливу виробничих шкідливих факторів	Наслідки їх дії	Виконувані роботи
1	Порушення нормального метеорологічного режиму (переохолодження, перегріви й таке інше)	Обморожування, теплові й сонячні удари, хронічні артрити	Будівельні роботи на відкритім повітрі, роботи в закритих приміщеннях
2	Підвищений виробничий шум, що перевищує гранично припустимий рівень гучності	Шумова хвороба, зниження слуху, глухота	Роботи із пневматичним інструментом, поблизу вібраційних машин
3	Виробничі вібрації з параметрами, що перевищують гранично припустимі величини	Вібраційна хвороба	Віброущільнення бетонної суміші, роботи з віброінструментом
4	Підвищена запиленість повітря, наявність у повітрі інших компонентів	Силікози, антракоз, сидероз	Дроблення, розмел, транспортування сипучих матеріалів, електрозварювання
5	Вплив токсичних речовин	Відкриті й хронічні отруєння, пневмосклерози, клінічні опіки	Оздоблювальні, ізоляційні роботи, використання бітумних мастик
6	Недостатність освітлення, що викликає постійну напругу зору	Ослаблення зору	Виконання робіт при недостатньому освітленні
7	Тривала напруга окремих м'язів, незручні пози, тривале стояння на ногах	Розширення вен, тромбофлебіти, хронічні артрити	Важкі роботи, виконувані вручну, навантажувальні роботи
8	Систематичний вплив променистої енергії, високої інтенсивності (інфрачервоне випромінювання, струми високої частоти)	Хвороби очей і інше.	Електро- і газозварювальні роботи

При аваріях і нещасних випадках необхідно негайно усунути джерело небезпеки. Слід вжити заходів для надання долікарської допомоги потерпілим, а також негайно повідомити про те, що трапилося, виконробові (майстрові) або бригадирові. Якщо це не загрожує життю та здоров'ю людей, потрібно зберегти обстановку до прибуття відповідних служб.

Аварійні ситуації при проведенні електрозварювальних робіт можуть виникнути з таких причин:

- Проведення робіт у закритих ємностях без приточно-витяжної вентиляції.

- Одночасне проведення електрозварювальних і газозварювальних робіт у закритих ємностях.

- Зберігання легкозаймистих речовин і матеріалів у всіх місцях проведення електрозварювальних робіт.

- Підключення до пускового пристрою декілька агрегатів.

- Порушення правил виконання вогневих робіт.

Для запобігання аварійним ситуаціям і нещасним випадкам необхідно дотримуватися таких заходів безпеки:

1. Забезпечити приточно-витяжну вентиляцію при проведенні робіт у закритих ємностях.

2. Уникати одночасного проведення електрозварювальних і газозварювальних робіт у закритих ємностях.

3. Виключити зберігання легкозаймистих речовин і матеріалів у місцях проведення електрозварювальних робіт.

4. Підключати до пускового пристрою лише один агрегат.

5. Дотримуватися правил виконання вогневих робіт, зокрема, використовувати відповідні засоби захисту і забезпечувати безпечне зберігання легкозаймистих матеріалів.

Завдяки дотриманню цих заходів можна значно знизити ризик виникнення аварійних ситуацій і забезпечити безпеку працівників на будівельному майданчику.

Висновки

1. В архітектурно-будівельному розділі вирішувалися питання конструктивних та об'ємно-планувальних рішень. Запроектовано будинок складної конфігурації з габаритними розмірами в осях 75,15 х 25,70 м. Несучі елементи будівлі включають як поздовжні, так і поперечні стіни. Будинок семиповерховий, з підвалом і технічним поверхом. Висота першого поверху – 3,3 м, другого і наступних – 2,8 м. Загальна кількість місць – 200. Будинок має балкони і лоджії, є безкаркасним. Просторова жорсткість забезпечується за рахунок плит перекриття та їх анкерування. В будинку передбачено три сходові клітки. Вихід на дах здійснюється через металевий люк, розташований у межах сходової клітки. Будівля має два входи з утепленими тамбурами. За довговічністю будинок належить до другого ступеня, оскільки в ньому запроектовані стіни з цегли з терміном служби 50 років. Фундаменти збірного типу складаються із залізобетонних плит і бетонних блоків, а також монолітні залізобетонні фундаменти, що влаштовуються безпосередньо на будівельному майданчику. Фундаментні блоки запроектовані під зовнішні стіни шириною 600 мм і під внутрішні стіни шириною 400 мм. У будинку передбачені збірні залізобетонні перекриття з багатопустотних плит товщиною 220 мм із попередньою напругою арматури. Дах у будинку прийнятий горищний, для виходу на який передбачені металеві сходи. У проектованому будинку прийнята плоска рулонна покрівля з матеріалу КПХ БЕ К/ПП-5,0.

2. У розрахунково-конструктивному розділі виконано розрахунок фундаменту. Усі розрахунки здійснені з урахуванням вимог і регламентів нормативних документів.

3. У технологічному розділі мною була створена технологічна карта для зведення нульового циклу. У технологічній карті розглядається технологія виконання робіт нульового циклу. Роботи проводяться у весняний період. Ґрунт – пісок середньої крупності. Монтаж конструкцій нульового циклу виконується стріловим гусеничним краном МГК-25БР. Для розробки

ґрунту нижче рівня стоянки використовуються екскаватори зі зворотною лопатою. Використовується універсальний екскаватор Е-652Б.

4. У розділі "Охорона праці" розроблені заходи щодо протипожежного захисту будівлі, а також описані техніка безпеки при виконанні різних видів будівельних робіт.

Conclusions

1. In the architectural and construction department, issues of constructive and volume-planning decisions were resolved. A house with a complex configuration was designed with overall dimensions in the axes of 75.15 x 25.70 m. The load-bearing elements of the building include both longitudinal and transverse walls. The building has seven floors, with a basement and a technical floor. The height of the first floor is 3.3 m, the second and subsequent floors are 2.8 m. The total number of seats is 200. The building has balconies and loggias and is frameless. Spatial rigidity is provided by floor slabs and their anchoring. There are three stairwells in the house. Access to the roof is through a metal hatch located within the stairwell. The building has two entrances with insulated vestibules. In terms of durability, the house belongs to the second degree, because it has designed brick walls with a service life of 50 years. Precast foundations consist of reinforced concrete slabs and concrete blocks, as well as monolithic reinforced concrete foundations that are installed directly on the construction site. The foundation blocks are designed for external walls with a width of 600 mm and for internal walls with a width of 400 mm. Precast reinforced concrete floors made of multi-hollow slabs 220 mm thick with pre-tensioned reinforcement are provided in the building. The roof of the building is an attic, with a metal staircase to reach it. In the designed house, a flat roll roof made of KPH BE K/PP-5.0 material is adopted.

2. The calculation of the foundation was performed in the calculation and design section. All calculations are made taking into account the requirements and regulations of regulatory documents.

3. In the technological section, I created a technological map for summarizing the zero cycle. The technological map considers the technology of zero-cycle works. Works are carried out in the spring period. The soil is medium-sized sand. Installation of zero-cycle structures is performed by the MGK-25BR jib crawler crane. Excavators with a back shovel are used to develop the soil below the level of the parking lot. The E-652B universal excavator is used.

4. In the "Occupational safety" section, measures for fire protection of the

building are developed, as well as safety techniques during the performance of various types of construction work are described.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.2-2:2006 “Навантаження і впливи. Норми проектування”
2. ДБН В.1.1-7-2002 “Пожежна безпека об‘єктів будівництва”
3. ГОСТ 8717.1-84 “Сходи залізобетонні і бетонні. Конструкція и розміри”
4. ДСТУ Б В.2.7-61-97 “Цегла та камінь керамічний рядові облицювальні”
5. Серия 1.038.1-1, випуск 1 “Перемички брусчаті для житлових будівель"
6. ДСТУ Б В.2.6-15-99 “Вікна та двері полівінілхлоридні”
7. ГОСТ 6629-88 “Двері дерев’яні внутрішні для житлових будівель. Типи і конструкція”
8. ГОСТ 24698-81 “Двері дерев’яні зовнішні для житлових будівель. Типи, конструкція
9. ДБН В. 1.1-7-2002 “Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва”
10. ДСТУ Б.В. 2.6-11-97 “Двері металеві протиударні вхідні в квартири. ЗТУ”
11. ГОСТ 9583-75* “Чугунні труби”
12. ГОСТ 10704-91 “Сталеві зварні труби”
13. ГОСТ 10704-91 “Азбестоцементні напірні труби”
14. ГОСТ 18599-83* “Напірні поліетиленові труби”
15. ДБН В. 2.6.14-97 “Покриття будинків і споруд”
16. ДБН В.2.2-15-2005 “Житлові будинки. Основні положення”
17. ДБН В.2.5-13-98* “Пожежна автоматика будівель і споруд”
18. Закон України “Про пожежну безпеку”
19. НАПБ А.01.001 – 2004 “Правила пожежної безпекі в Україні”
20. ДБН В.1.1.7 - 2002 “Пожежна безпека об‘єктів будівництва”
21. ДБН В.2.5-13- 98 „Пожежна автоматика будинків і споруд”