

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 будівництва 7-ми поверхового житлового будинку на 56 квартир з вбудованим приміщенням кав'ярні в м. Кропивницький "

Виконав: здобувач освіти групи БІ-21СК-3
спеціальності 192

“Будівництво та цивільна інженерія”

_____ Данило ТРАВКІН

" ____ " _____ 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

Напрямок 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

Травкіну Данилу Станіславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Проект будівництва 7-ми поверхового житлового будинку на 56

квартир з вбудованим приміщенням кав'ярні 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. План типового поверху 1секції.

2. Схема генплану

3. Інженерно – геологічні умови майданчика будівництва

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. Генеральний план, плани першого і типового поверху, фасад 1-17, фасад 17-1, розріз, плани покрівлі, план перекриття (4*А1)

2. Багатопустотна плита, сходовий майданчик (2*А2).

3. Технологічні карта на мурування цегляних стін (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

[illegible]

Студент

(підпис)

Травкін Д.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Яцун В.В.

(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
				<u>Знову розроблена</u>		
A4			ЖБК 153 ПЗ	Пояснювальна записка		
				<u>Документація з</u>		
				<u>архітектурно-</u>		
				<u>будівельного розділу</u>		
				<u>Знову розроблена</u>		
A1			ЖБК 153 АБ 01	Фасад 1-17, Фасад	1	
A1			ЖБК 153 АБ 02	План типового поверху,	1	
				План першого поверху		
A1			ЖБК 153 АБ 03	Розріз І-І, Генплан	1	
A1			ЖБК 153 АБ 04	План перекриття,	1	
				План покрівлі		
				<u>Документація з</u>		
				<u>конструктивного розділу</u>		
				<u>Знову розроблена</u>		
A2			ЖБК 153 РК 01	Багатопустотна плита	1	
A2			ЖБК 153 РК 02	Ребристий сходовий	1	
				майданчик		
ЖБК 153 БР						
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		
Розробив	Травкін				Літ. Б Аркуш Аркушів ЦНТУ гр. Бі-21СК-3	
Перевірив	Яцун					
Н. контр.	Дарієнко					
Затвердив	Настоящий					
Проект будівництва 7-ми поверхового житлового будинку Відомість проекту						

[illegible]

Анотація

Запроектовано житловий будинок з вбудованим приміщенням кав'ярні, який має в плані розміри 48,000 x 12,000 м. Будівля семиповерхова, висота поверхів становить 2,8 м, загальна висота будівлі – 23,57 м.

Проведено розрахунок збірної залізобетонної панелі перекриття і огляд сучасних методів розрахунку залізобетонних елементів.

Здійснено розрахунок технологічної карти на мурування цегляних стін та розглянуто деякі аспекти охорони праці при проведенні земляних робіт.

Annotation

A residential building with built-in coffee shop space has been designed, which has the dimensions of 48,000 x 12,000 m in the plan. The building is seven-storey, the height of the floors is 2.8 m, the total height of the building is 23.57 m.

The calculation of the prefabricated reinforced concrete floor panel and the review of modern methods of calculating reinforced concrete elements were also carried out.

The calculation of the technological map for masonry of brick walls was carried out and some aspects of labor protection during earthworks were considered.

ЗМІСТ

1. Архітектурно-будівельна частина

1.1 Характеристика умов будівництва

1.2 Загальна характеристика запроектованої будівлі

1.3 Генеральний план ділянки

2. Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок потреби напруженої панелі.

2.2 Сучасні методи розрахунку залізобетону

2.3 Врахування фізичної нелінійності залізобетону у вітчизняних і закордонних нормах

3. Організаційно-технологічна частина

3.1. Технологічна карта на мурування цегляних стін

4. Охорона праці

4.1. Загальні аспекти охорони праці під час проведення земляних робіт

Висновки

					ЖБК 153. ПЗ			
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Проект будівництва 7-ми поверхового житлового будинку	Літ.	Лист	Листів
Розробив	Гравкін						1	
Перевірив	Яцун							
Н. контр.	Дарієнко					ЦНТУ гр. БІ-21СК-3		
Затвердив.	Настоящий							

1. АРХІТЕКТУРНО – БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика умов будівництва

Проектом передбачається будівництво 7-поверхового житлового будинку на 56 квартир, що містять 1-, 2- та 3-кімнатні квартири, з вбудованими приміщеннями кав'ярні на першому поверсі у місті Кропивницький. Проект розроблений на основі завдання для проекту і паспорта типового проекту № 39-15.12.86.

Клас будівлі: 2

Ступінь довговічності: 2

Ступінь вогнестійкості: 2

Місто Кропивницький відноситься до II кліматичної зони. Середня температура найбільш холодних днів становить -26°C , а найбільш холодної п'ятиденки -22°C . Глибина промерзання ґрунту - 1,1 м.

Переважаючі напрямки вітрів:

Влітку – північний

Взимку – південно-східний.

Сніговий покрив важить 0,5 кПа, а вітрове навантаження становить 0,3 кПа.

Згідно з геологічною розвідкою, ділянка під будівництво має такі шари ґрунту:

Рослинний шар – 0,5 м

Супісок – 5,0 м

Лісові суглинки – 5,0 м

Бурі глини – 5,3 м

Ґрунтові води не зустрілися до глибини 14,6 м. Для основи використовуються ґрунти другого шару - супісок. Вони відносяться до першого типу ґрунтових умов по осіданню, тому перед влаштуванням фундаментів виконується ущільнення ґрунту важкими трамбівками.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Загальна характеристика запроектованої будівлі

Запроектований житловий будинок із вбудованим приміщенням кав'ярні має такі розміри в осях: 48,000 х 12,000 м. Будівля 7-поверхова з висотою поверхів 2,8 м і загальною висотою 23,57 м.

Відповідно до ДБН В.2.2-25:2009 «Будівлі і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства)», допускається розміщувати вбудовані або прибудовані підприємства харчування місткістю до 50 посадкових місць, з режимом роботи до 22 години (згідно з вимогами СН 3077) та ДБН В.2.2-15, без оркестрового супроводу.

Кав'ярня є різновидом кафе з різноманітним асортиментом кави (ДСТУ 4281). Вхід до кав'ярні відокремлений від входу до житлового будинку. До складу приміщення кав'ярні входять дві обідні зали, роздягальня для працівників, основне виробниче приміщення, складське та службово-побутове приміщення, чоловіча та жіноча вбиральні для відвідувачів і вбиральня для персоналу кав'ярні.

Таблиця 1.2.1 - Техніко – економічні показники будівлі

№ п/п	Найменування показників	Один. виміру	Позна - чення	Розрахунок	Кільк.
1.	Кількість поверхів	Пов.	Кільк.		7
2.	Кількість секцій		Кільк.		2
3.	Площа забудови	м ²	F ₉	F ₃ =A ₁ *B ₁	629,57
4.	Будівельний об'єм	м ³	О	O=F ₁ *H	13976,54
5.	Загальна площа	м ²	F ₃		2945,20
6.	Житлова площа	м ²	F _н	ΣF _{кімнат}	1625,82

1.3 Генеральний план ділянки

Для будівництва житлового будинку на 56 квартир з вбудованими приміщеннями кав'ярні відведена ділянка в місті Кропивницький.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ділянка має розміри 72,12 х 98,43 м. Фасад будинку з орієнтацією 1-17 направлений на південь. Навколо будинку передбачено вимощення шириною 1 м. Планування ділянки здійснюється з урахуванням відведення атмосферних опадів на магістральну дорогу. Відмітка 0.000 відповідає чистій підлозі першого поверху.

На ділянці, окрім запроектованої будівлі, передбачені наступні об'єкти:

- дитячий майданчик,
- майданчик для сушки білизни,
- майданчик для контейнерів зі сміттям,
- автостоянка,
- спортивний майданчик,
- майданчик для вибивання килимів,
- майданчик для відпочинку.

Всі об'єкти розташовані згідно з санітарними і протипожежними нормами. Дитячий майданчик матиме гравійне покриття, інші майданчики і дороги будуть з асфальтовим покриттям. Вільна територія буде озеленена деревами, кущами та багаторічними травами.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок потреби напруженої панелі.

2.1.1 Вихідні данні проектування

З відомих вихідних даних можна розрахувати та сконструювати збірну залізобетонну панель перекриття за серією 1.141-1, випуск 64, з такими розмірами: 4,78 x 1,191 x 220 мм.

Бетон класу В-40. Для бетону, що піддається тепловій обробці в умовах експлуатації, приймаємо розрахункові характеристики з коефіцієнтом умов роботи $\gamma_{b2}=0,9$ [табл. 15], а саме:

R_c - розрахунковий опір бетону на тиск, МПа;

$$R_c = 22,0 \cdot 0,9 = 19,8 \text{ МПа}, \text{ табл. 13 [10]}$$

Напружена арматура класу А600.

R_s - розрахунковий опір арматури розтягу, МПа

$$R_s = 510 \text{ МПа}, \text{ табл.22 [10]}$$

Каркаси на сітку виготовляються з арматури класу Вр-I

Для $\varnothing 3 \text{ Вр-I}$ $R_s = 375 \text{ МПа}$ табл.23 [10]

Для $\varnothing 4 \text{ Вр-I}$ $R_s = 365 \text{ МПа}$ табл.23 [10]

Монтажні петлі виготовляються зі сталі класу А240. Панелі експлуатуються при вологості $W = 40\%$.

Район будівництва – місто Кіровоград.

Підлоги прийняті – керамічні.

2.1.2 Визначення розрахункового навантаження на 1 м^2 панелі.

Навантаження на панель складається з двох видів навантажень: постійного, яке складається з власної ваги елементів перекриття і перегородок і тимчасового, яке являє собою корисні навантаження на перекриття. Згідно п.1 табл. 3[2] повне рівномірно розподілене навантаження на 1 м^2 панелі $p'' = 1500 \text{ Н} / \text{м}^2$, причому тривалодіюча частина

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корисного навантаження згідно п.1.7 [2] $p_{np}'' = 300H / м^2$, а короткодіюча частина навантажень згідно п.1.8 [2]; $P_{cp}'' 1500 - 300 = 1200H / м^2$.

Коефіцієнт надійності по навантаженню згідно п. 3.7 [1] $jf = 1,3$.

Згідно п. 3.6 [2] навантаження від ваги тимчасових перегородок приймаємо як рівномірно розподілену величину $500H / м^2$.

Згідно табл. 1 [2] коефіцієнт надійності по навантаженню для шлакобетонних і гіпсобетонних перегородок $jf = 1,1$.

Інші розрахунки наведено в додатку 1.

2.2 Сучасні методи розрахунку залізобетону

Чисельні методи розрахунків будинків, що враховують взаємодію надземних конструкцій, фундаменту й основи, є найбільш прогресивними методами розрахунків, які згідно з останніми дослідженнями приводять до найбільш правильних результатів при оцінці внутрішніх зусиль і деформацій елементів конструктивної системи будинку. Необхідність обліку взаємодії будинку й основи з обліком їх нелінійної роботи є одним з основних принципів розрахунків при проектуванні будинків і споруд у відповідності з вимогами вітчизняних норм.

Розрахункам системи «основа – фундамент – будинок» з обліком спільної роботи в останні десятиліття присвячено безліч досліджень. У наш час найбільш перспективним напрямком розрахунків взаємодії будинку з основою є розрахунки конструкцій на нелінійно-деформуємому півпросторі. Переваги подібного підходу до розрахунків конструктивних систем будинків і споруд розглянуті в багатьох роботах. При цьому в цих роботах основна увага приділяється нелінійним моделям основи, оскільки деформації основи при практично будь-яких будівельних впливах є нелінійними. Матеріал конструкцій же в багатьох випадках досить точно може бути описаний лінійними моделями.

Проте, робота залізобетонних конструкцій будинку меншою мірою ніж основа, але так само неминуче супроводжується нелінійним зв'язком

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

деформацій і напруг. Явище фізичної нелінійності залізобетону визначається безліччю факторів і зв'язане, у першу чергу, із тріщиноутворенням і пластичними деформаціями бетону, а також його реологічними властивостями. Тому для аналізу напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій будинку й прогнозування його деформацій з урахуванням спільної роботи з основою неприпустимо ігнорувати нелінійну поведінку залізобетону. Особливо актуальний облік фізичної нелінійності роботи залізобетонних конструкцій у спільних розрахунках будинку з основою має у випадках, коли очікуються більші осідання будинків і споруд: при розрахунках важких висотних будинків, а також у випадках складних інженерно-геологічних умов, характерних. Слабкі глинисті ґрунти інженерно-геологічного розрізу міста, що володіють великою стисливістю, під навантаженням від будинку можуть приводити до розвитку більших нерівномірних осідань будинку, що супроводжується непружними деформаціями конструкцій.

Згідно з рекомендаціями нормативних документів розрахунки конструктивної системи, що враховує нелінійну роботу залізобетону, виконується у два етапи. На першому етапі розрахунки проводяться з використанням пружної моделі залізобетону, облік нелінійності проводиться зниженням модуля пружності матеріалу за допомогою коефіцієнтів, узагальнених враховуючи різні фактори фізичної нелінійності залізобетону. З розрахунку системи за пружною схемою визначаються зусилля в її елементах, і призначається армування елементів. На другому етапі при відомому армуванні виконуються розрахунки з обліком фізичної нелінійності залізобетону відповідно до вимог норм.

Однак етап спільного нелінійного розрахунків, що враховує взаємодію будинку з основою, супроводжується рядом особливостей і проблем, а саме:

- складність оцінки вірогідності отриманих результатів розрахунків, через відсутність вироблених процедур верифікації результатів спільних нелінійних розрахунків;

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

- необхідність подібної верифікації викликана нетривіальністю помилок, що виходять із багаточислених програмних особливостей обчислювальних комплексів при нелінійних розрахунках, викликуваних особливостями роботи, особливостями обліку нелінійної роботи мату-ріала й.т.п;

- система рівнянь для розрахункової схеми, що включає надземні конструкції й ґрунтову основу, може становити кілька мільйонів невідомих, що для нелінійних задач, пов'язаних з ітераційним процесом розв'язку, приводить до більших тимчасових і розрахункових витрат;

- складність і тривалість нелінійного спільного розрахунків будинку цілком, як правило, не відповідає темпам процесу проектування, що суттєво обмежує широке застосування такого роду розрахунків проектувальниками.

Таким чином, незважаючи на високий ступінь пророблення теорії нелінійної роботи залізобетона, нелінійні розрахунки конструктивних схем важкі для практичного застосування. Тому на практиці при розрахунках будинків обмежуються нелінійними розрахунками окремих конструктивних елементів і вузлів. Оцінкою перерозподілу зусиль у конструкціях за рахунок нелінійного розрахунків будинку в цілому зневажають, враховуючи її спрощено, шляхом зниження жорсткостних параметрів конструктивних елементів у пружній схемі за допомогою понижувальних коефіцієнтів. Таким чином, розв'язком квазіпружного завдання інженери одержують результати НДС конструктивної системи будинку. В Україні даний підхід застосовується при розрахунках будинків і споруд усіх класів відповідальності, у тому числі унікальних і технічно складних. Даний підхід є також загальноприйнятим у світовій проектній практиці, для ефективного розрахункового аналізу схем у процесі проектування, про що затверджується в різних джерелах нормативної наукової і технічної літератури.

У вітчизняних нормах, присвячених спрощеній оцінці твердості залізобетонних конструкцій, застосовуються різні підходи до визначення понижувальних коефіцієнтів. При цьому слід зазначити, що розподіл

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

внутрішніх зусиль у конструкціях і характер деформацій будинку в розрахунковій схемі, що враховує взаємодія з основою, напряму залежить від значення жорсткостних характеристик її елементів. Таким чином, величина наведеної твердості пружних елементів на першому етапі розрахунків безпосередньо визначає величину зусиль у конструкціях будинку й, відповідно, необхідне армування. Отже, невірне призначення понижувальних коефіцієнтів твердості, а також їх відповідність, буде приводити до недооцінки величин зусиль в одних елементах будинку й, відповідно, переоцінці в інших. Таким чином, питання правильного призначення понижувальних коефіцієнтів твердості залізобетонних конструкцій є досить актуальним для теорії й практики розрахунків конструкцій з урахуванням взаємодії з основою.

У вітчизняних нормах для обліку фізичної нелінійності залізобетону пропонується проводити розрахунки по нелінійній деформаційній моделі з використанням нелінійних діаграм деформування матеріалів. Методи розрахунків залізобетонних конструкцій, засновані на нелінійній деформаційній моделі, одержали розвиток у роботах В. М. Бондаренко, Н. І. Карпенко, Б. С. Соколова. Використання нелінійної деформаційної моделі приводить до результатів, що задовільно узгодяться з випробуваннями конструкцій.

Дослідженню величин понижувальних коефіцієнтів твердості для спрощеного моделювання нелінійної роботи залізобетону розрахункової схеми присвячена велика кількість наукових, на підставі яких розроблені численні рекомендації, представлені в нормативній літературі, що й найчастіше не відповідають один одному.

У чисельних розрахунках використовуються два основні підходи для опису взаємодії будинку й основи. Перший – розрахунки будинку на пружних опорах, піддатливість яких визначається «коефіцієнтами основи», а також різні варіації даного способу. Основним недоліком даного способу обліку піддатливості основи є відсутність обліку взаємного впливу

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

навантажених областей основи, а також утвору мульди осідання й розподільної здатності основи. Другий спосіб – моделювання основи у вигляді деформуємого півпростору з використанням лінійних і пружньопластичних моделей деформуємого середовища для опису роботи ґрунту, є, згідно з останніми дослідженнями більш кращим. Передові інженерні дослідження в області взаємодії конструкції й пружного півпростору виконані в середині ХХ століття. У цей час найбільш перспективним напрямком розрахунків будинку з основою є розрахунки з використанням пружньопластичних моделей ґрунту.

Можна відзначити, що подібні спрощення при існуючих можливостях обчислювальної техніки можуть уважатися застарілими.

Дослідженню фізично нелінійної роботи залізобетону присвячена велика кількість теоретичних і експериментальних робіт.

Серед основних факторів, які обумовлюють нелінійний зв'язок між напруженнями й деформаціями залізобетонних конструкцій, можна відзначити утвор і розвиток тріщин, порушення зчеплення арматури з бетоном, непружні й пластичні деформації бетону, повзучість, усадка бетону. Також потрібно відзначити, що властивості бетону й арматури, що зазнали тепловим впливам, циклічним силовим впливам, динамічним впливам можуть суттєво відрізнятися від властивостей матеріалів у стандартних умовах.

Таким чином, робота будь-якого залізобетонного елемента неминуче характеризується тріщиноутворенням, яке виникає крім впливу зовнішніх навантажень внаслідок температури, усадки. Параметри тріщин суттєво впливають на твердість конструкцій і їх довговічність. Процес тріщиноутворення в залізобетонних конструкціях – складне явище, для опису якого використовується велика кількість спрощень і гіпотез, що описують спільність роботи бетону й арматури. В інженерних розрахунках згідно з вимогою норм прийняте допущення, що бетон не працює на

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розтягання, однак фактично бетон працює на розтягання на ділянках між тріщинами, що може впливати на результат розрахунків).

На рисунку 1.1 представлена діаграма залежності «навантаження – поздовжня деформація» для залізобетонного елемента, що працює на розтяг.

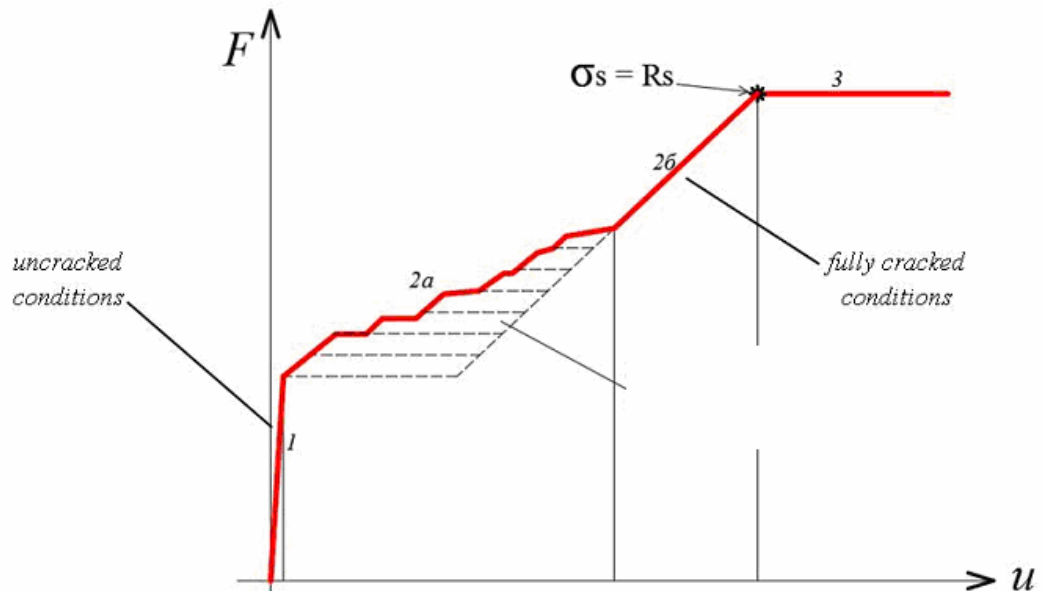


Рисунок 1.1 – Діаграма залежності «навантаження – деформація» для залізобетонного елемента, що працює на розтяг

Ділянка 1 графіка, представленого на рисунку 1.1, відповідає пружній роботі залізобетонного перетину до утвору тріщин, де деформації бетону й арматури відбуваються спільно й напруги в бетоні менше R_{bt} (міцності бетону на розтягання).

Ділянка 2а графіка (рис. 1.1) відповідає досягненню розтягувальних напруг у бетоні величини R_{bt} і початку процесу тріщиноутворення. Після початку тріщиноутворення розподіл напруг у бетоні й арматурі у поздовжньому напрямку елемента перестає бути рівномірним. З розкриттям тріщини напруги в бетоні зменшуються й падають до нуля, коли по всій висоті перетину напруги досягнуть величини R_{bt} (рис. 1.5), і розтягуючі напруги в перетині стануть сприйматися винятково арматурою. У

закордонній літературі зниження твердості бетону внаслідок розвитку тріщин називається «*softening of the concrete*».

Етап роботи елемента на ділянці графіка 2а (рис. 1.1) характеризується роботою бетону на розтягання на ділянках між тріщинами в зонах, де напруги в бетоні не досягли R_{bt} . Зусилля розтягання бетон сприймає від арматур за рахунок дотичних напружень зчеплення арматур і бетону в околоарматурній зоні. За рахунок роботи бетону на растяг твердість перетину на ділянках між тріщинами – більше, ніж твердість у поперечному перетині із тріщиною (рис. 1.2). У закордонній літературі цей ефект прийнято називати *tension stiffening*.

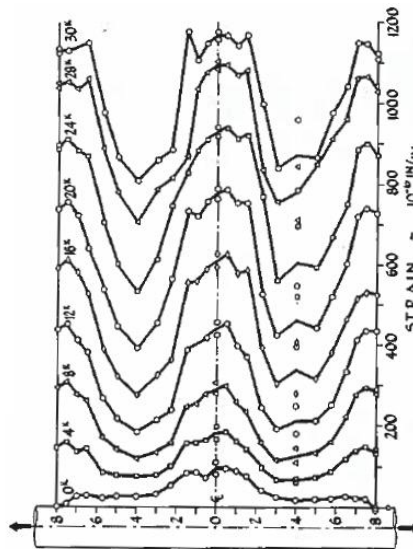


Рисунок 1.2 – Розподіл деформацій в арматурах при розтягу

Збільшенням навантаження за рахунок дії дотичних напружень зчеплення арматури й бетону в бетоні зростають напруги розтягу, і на ділянках між існуючими тріщинами утворюються нові поперечні тріщини. При цьому з ростом навантаження через розвиток мікротріщин в околоарматурній зоні зменшується зчеплення арматури з бетоном. Внаслідок цього падають дотичні напруження зчеплення арматури й бетону (рис. 1.7.), починає відбуватися зсув арматур щодо бетону, і вплив роботи бетону на жорсткість елемента поступово зменшується. Також через поперечні деформації арматур зростанням навантаження зменшується перетин

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

арматурних стрижнів, що також приводить до зменшення зчеплення арматури з бетоном. Внаслідок зменшення сил зчеплення арматури бетоном при певному рівні навантаження нові тріщини практично перестають утворюватися (ділянка 2б діаграми на рис. 1.1). Бетон розтягнутого перетину елемента практично перестає вносити вклад у твердість залізобетонного елемента. При відсутності в схемі роботи елемента обліку твердості розтягнутого бетону між тріщинами (що може допускатися нормами) графік між етапами 1 і 2б проходить по пунктирній лінії (рис. 1.1). У закордонній літературі даний стан конструкції характеризується як *«fully cracked conditions»*.

Етап 3 на рис. 1.1 відповідає досягненню арматур границі текучості.

У наш час існує велика кількість пропозицій по облікові роботи розтягнутого бетону між тріщинами. Розповсюдженим методом, закладеним у вітчизняних нормативних документах є метод В. І. Мурашева. Ідея методу полягає в тому, що після появи тріщин вплив розтягнутої зони бетону на твердість елемента оцінюється інтегрально введенням поправочного коефіцієнта ψ_s , що збільшує твердість розтягнутої арматури й залежного від величини зусиль, що діють у конструкції. Я. М. Неміровський виявив принципову схему зміни ψ_s у залізобетонних конструкціях при різних впливах (рис 1.3, 1.4), а, що також досліджував роботу розтягнутого бетону над тріщиною.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

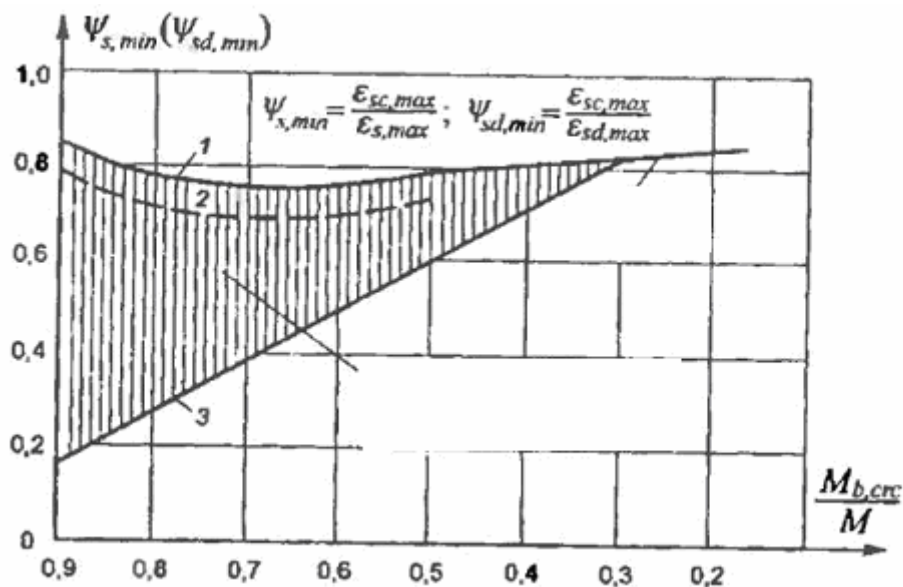


Рисунок 1.3 – Зміна дослідних величин ψ_s (графіки 1,2 для балок із середнім і малим відсотком армування відповідно) і їх порівняння з розрахунковими значеннями, обчисленими без обліку роботи розтягнутого бетону над тріщинами (графік 3)

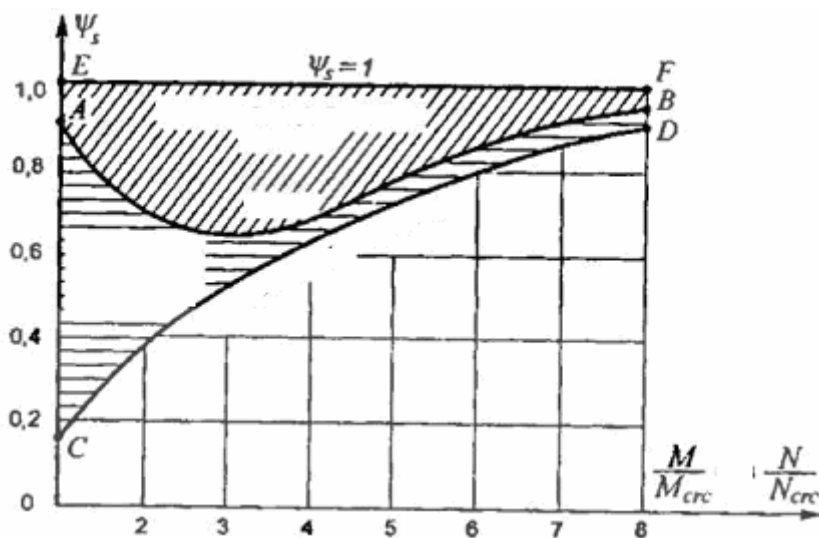


Рисунок 1.4 – Принципова схема зміна коефіцієнта ψ_s у залізобетонних елементах при різних впливах

Вплив роботи бетону на розтяг між тріщинами на твердість елемента достатньо великий, і чим далі напруга в арматурах від границі текучості, тим більше ефект від роботи бетону в розтягнутій зоні між тріщинами.

Крім коефіцієнта ψ_s нормами рекомендовано враховувати підвищувальний коефіцієнт ψ_b , що враховує, що крайові деформації бетону

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

стислої зони по довжині також розподіляються нерівномірно: найбільші в перетині із тріщиною, а в міру видалення від країв вони зменшуються. Коефіцієнт ψ_b виражає відношення середніх деформацій до деформацій у перетині із тріщиною [4].

Уперше дослідження даної зони для опису утвору й розвитку тріщин у бетоні проводив *Hillerborg*, який припустив наявність розтягувальних напруг у тріщині по берегах зони руйнування-передруйнування. Згідно з моделлю тріщина утворюється в зоні, де досягнуті R_{bt} , у міру розкриття тріщини розтягувальні напруги в тріщині падають до 0 у точці критичної ширини відкриття тріщини w_1 (рис. 1.5).

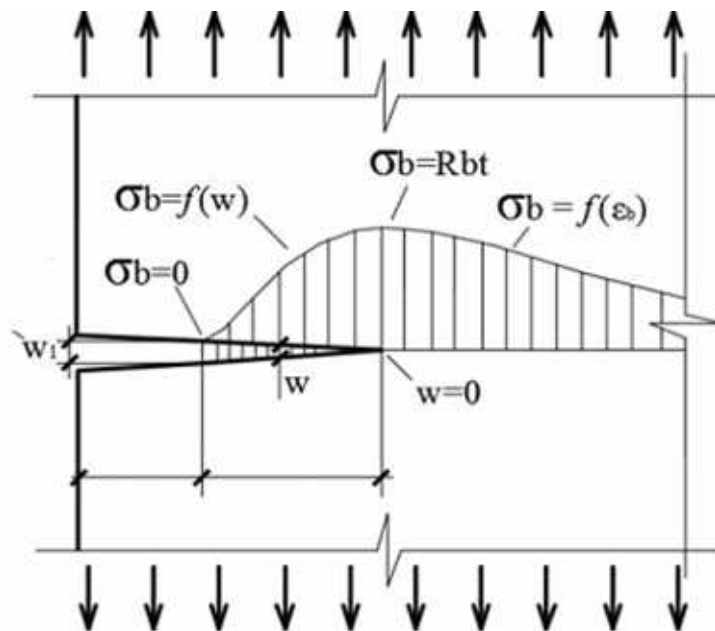


Рисунок 1.5 – Розподіл нормальних напруг у зоні передруйнування бетону

Існують різні моделі, що описують зони передруйнування бетону, в усі їх параметром, що характеризує утворення тріщин є критична ширина розкриття тріщини. Згідно з рекомендаціями Міжнародної федерація по залізобетону (*CEB - FIP*) критична ширина розкриття тріщини встановлена в проміжку 0,2–0,3 мм. Потрібно відзначити, що розміри зони передруйнування малі й внесок напруженого стану зони передруйнування в

напружений стан поперечного переріза малопомітний і не важливий для практичних розрахунків.

Вплив навантаження приводить до формування конічних і радіальних мікро тріщин околоарматурної зони бетону, що прилягає до бічної поверхні арматур, що приводить до зменшення сил зчеплення арматури й бетону (рис. 1.6).

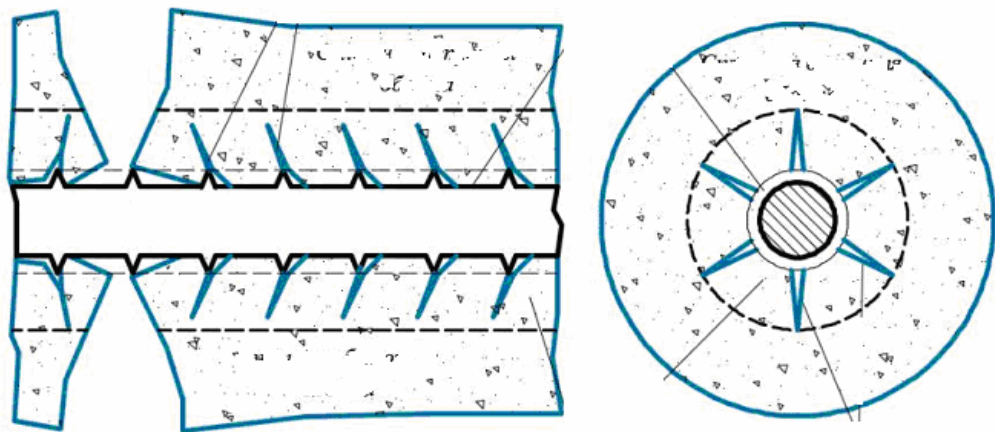


Рисунок 1.6 – Тріщини в околоарматурній зоні бетону

Спільність роботи бетону й арматури впливає на характер деформування залізобетонного елемента. За результатами численних експериментів і чисельних досліджень розроблені різні теоретичні лінійні й нелінійні моделі, що враховують розподіл дотичних напружень зчеплення арматури й бетону як функції, що залежать від нерівномірності деформацій арматури і бетону (їх взаємних зсувів), ширини розкриття тріщин.

На рис. 1.7 представлена залежність дотичних напружень зчеплення арматури й бетону від зсуву арматур щодо бетону по рекомендаціях Міжнародної федерації по залізобетону (*CEB – FIP*).

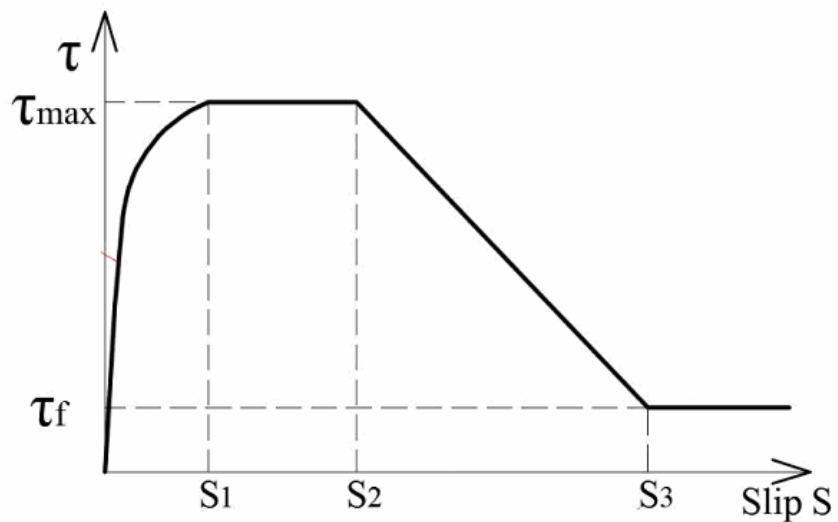


Рисунок 1.7 – Залежність дотичних напружень зчеплення арматури й бетону від зсуву арматурного стрижня щодо бетону

Внутрішнім тріщиноутворенням також зв'язана дилатансія бетону. Даний ефект для бетону вперше виявили й досліджували О. Я. Берг, Г. А. Геніїв.

Облік дилатансії бетону важливий при розрахунках схем, що оцінюють роботу конструкції до руйнування при багатоосному напруженому стані. Даний ефект ураховується практично всіма сучасними моделями бетону.

Потрібно відзначити, що дослідженню тріщиноутворення в залізобетонних конструкціях присвячена велика кількість теоретичних і експериментальних робіт.

Діаграма деформування бетону при стиску носить яскраво виражений криволінійний вид (рис. 1.13), що також викликане фактором внутрішнього тріщиноутворення. На діаграмі деформування бетону при стиску виділяють дві умовні точки – нижня (R_{crc}^0) і верхня (R_{ucrc}) границі мікротріщиноутворення, що визначають на діаграмі три основні етапи з перевагою різних компонентів повної деформації бетону – пружних, пластичних або псевдопластичних. При цьому нижня межа

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

мікротріщиноутворення, що визначає початок інтенсивного розвитку мікротріщин і, відповідно, нелінійної роботи матеріалу, настає при відносно малих величинах напруг у бетоні конструкції. При одноосьовому стиску для бетону В25 $R_{crc}^0 = (0,2-0,25) \cdot r_b$ (рис. 1.8). Величина R_{crc} відповідає початку об'єднання мікротріщин у поверхню руйнування. Для бетону В25 $R_{crc} = (0,6) \cdot r_b$ (рис. 1.8). Існує безліч підходів до теоретичної побудови графіків деформування бетону, однак більш досліджені емпіричні методи, засновані на доборі функцій апроксимуючих результати випробувань бетону.

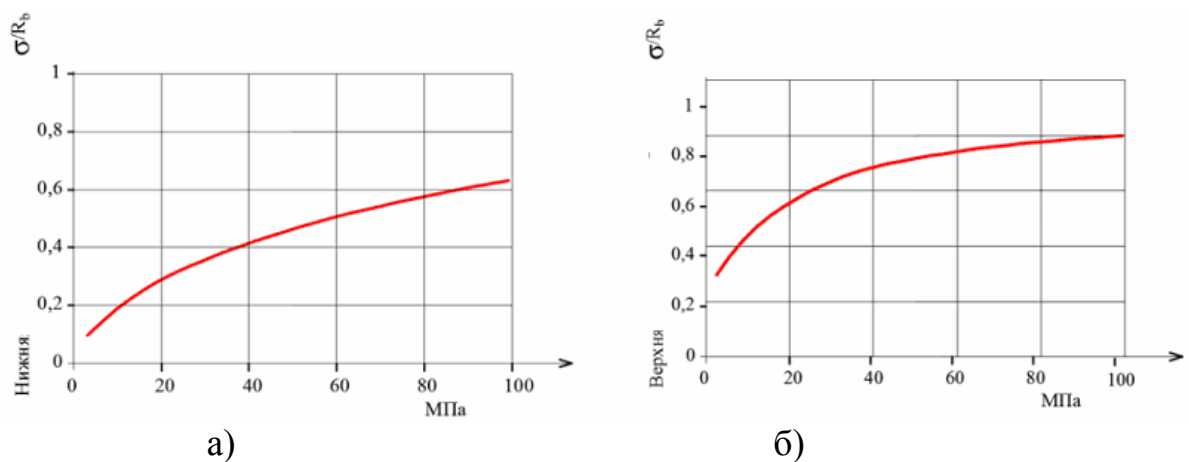


Рисунок 1.8 – Залежність а) нижньої й б) верхньої границі тріщиноутворення стислого бетону від призмної міцності при одноосьовому стиску

Загальні деформації бетону $\epsilon_{s,tot}$ визначаються як сума миттєвих деформацій бетону, що включають лінійну й нелінійну складову і тривалих деформацій, викликаних повзучістю й усадкою, оскільки, як відомо, залежність між напруженнями й деформаціями бетону є функцією часу. При цьому деформації повзучості можуть у декілька раз перевершувати миттєві деформації від навантаження (рис. 1.9). Вплив на будинок, обумовлений деформаціями основи, відноситься до довготривалим навантаженням, тому при розрахунках взаємодії будинку й основи неодмінно повинна враховуватися повзучість бетону.

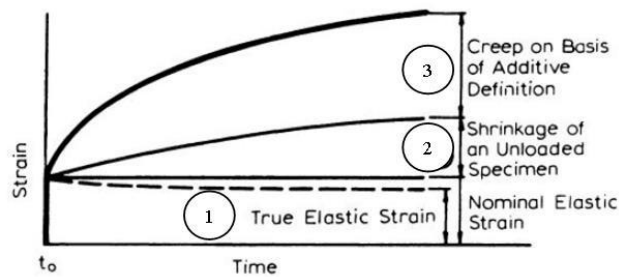


Рисунок 1.9 – Деформації бетону, що залежать від часу, при тривалій дії навантаження (1 – пружна деформація, 2 – деформації повзучості, 3 – деформації усадки)

Деформація усадки складається з деформації усадки при видаленні води з бетону на повітрі й аутогенної усадки. Бетон також зазнає усадки за рахунок карбонізації. Деформація усадки при висиханні розбудовується повільно, і вона залежить від умов міграції води через затверділий бетон. Деформація аутогенної усадки розбудовується під час твердіння бетону: більша її частина реалізується в перші 24 години.

Основними факторами, що впливають на повзучість бетону, що ураховуються при розрахунках конструкцій, є вологість і температура навколишнього середовища, состав бетону й геометричні характеристики конструкції, зрілість бетону в момент прикладання навантаження, величина й тривалість дії навантаження. На розвиток деформацій повзучості надає вплив фактор розвитку внутрішніх тріщин у бетоні (нелінійна повзучість). При інтерпретації результатів експериментів по дослідженню повзучості бетону виникає проблема виділення впливу кожного з факторів від впливу інших (рис. 1.8). Механізми процесів повзучості й усадки бетону різні, однак дані явища не є незалежними й зв'язані із властивостями структури цементного каменю.

Швидкість розвитку деформацій повзучості згодом загасає, однак повзучість протікає протягом дуже тривалого часу. Розвиток деформацій повзучості бетону по часу згідно з багаторічними експериментами *Troxell, Raphael, Davis* наведено на рис.1.10. Так незначне збільшення деформацій

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

може бути навіть через 30 років (рис 1.10). З цього випливає, що якщо величина повзучості через один рік навантаження дорівнює одиниці, то середні величини повзучості в наступні роки відповідають значенням: 1,14 – через 2 року; 1,2 – через 5 років; 1,26 – через 10; 1,33 – через 20 років; 1,36 – через 30 років. В інженерних розрахунках згідно *Neville*, припустимо ухвалювати, що кінцева повзучість рівна $4/3$ від повзучості бетону через один рік дії навантаження.

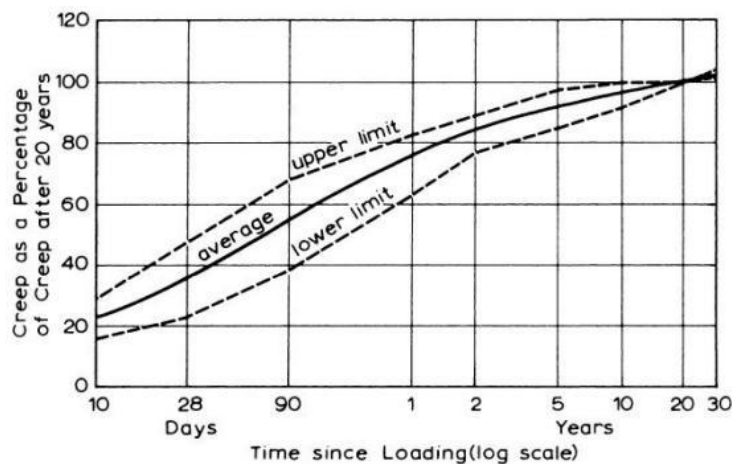


Рисунок 1.10 – Криві повзучості для бетонів різного состава при зберіганні в умовах з різною вологістю за результатами експериментів. По осі абсцис – тривалість навантаження (у логарифмічному масштабі). По осі ординат – повзучість у процентах від повзучості через 20 років випробувань

У наш час розроблено кілька теорій повзучості (теорії пружної, теорія старіння, спадкоємна теорія старіння). При розв'язку завдань розрахунків залізобетонних конструкцій ефективна більш досконала теорія пружно-повзучого тіла (спадкоємна теорія старіння). Потрібно відзначити, що дані теорії застосовні, скоріше до розв'язку наукових завдань.

Незважаючи на розроблені спеціальні реологічні моделі бетону, які дозволяють оцінювати розвиток деформацій повзучості в часі, враховуючи більше число факторів, від яких залежать повзучість і наближений характер розрахунку залізобетонних конструкцій, при проектуванні використовують простий спосіб оцінки повзучості й пов'язаної з нею релаксації напруг. У

практичних інженерних розрахунках будинків облік повзучості бетону обмежується використанням параметра ϕ – характеристики лінійної повзучості (заходи повзучості), і припущення лінійної залежності між напругами й деформаціями. Величина ϕ дорівнює відношенню величини збільшення деформацій за час дії тривалого навантаження до величини первісної пружної деформації й визначається з урахуванням класу бетону, вологості середовища.

Даний підхід є цілком припустимим, оскільки лінійна повзучість бетону не викликає значного перерозподілу зусиль у статично невизначених залізобетонних конструкціях без попереднього напруження арматури. Деформації елементів статично невизначеної схеми будинку за однаковий час у результаті лінійної повзучості зростуть в однакове число раз, виражаємих коефіцієнтом $(1+\phi)$, також зберігається пропорційність між напругами й повними деформаціями і їх збільшеннями в часі. Слід зазначити, що при розрахунках залізобетонних конструкціях відмінність реологічних властивостей бетону й арматури викликає перерозподіл напруг у перетинах між бетоном і арматурами, а різний відсоток армування різних частин конструкції приводить до неоднакового розвитку деформацій повзучості в них. Тому в часі під постійним навантаженням може змінюватися й розподіл зусиль між елементами статично невизначеної системи. Однак повзучість бетону не буде сильно впливати на розподіл зусиль у схемі, якщо армування для різних елементів схеми різниться незначно.

Дані висновки підтверджуються експериментальними дослідженнями, проведеними в 1930-х рр. у США, проведеними для виявлення впливу тривалої дії навантаження на розподіл зусиль залізобетонних рам. Випробовувалися П-образні замкнуті рами, різні перетини яких містили розтягнуту арматуру від 1,1 до 1,5% і стислу арматуру від нуля до 1%. За два роки випробування рам навантаженням був зафіксований великий приріст прогинів і деформацій при практично незміненому розподілі зусиль. Таким

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

чином, даний інженерний спрощений підхід по обліку тривалості дії навантаження будемо вважати припустимим при розрахунках НДС будинку, взаємодіючого з основою.

2.3 Врахування фізичної нелінійності залізобетону у вітчизняних і закордонних нормах

Врахування фізичної нелінійності у вітчизняних нормах

У вітчизняних нормах моделі нелінійної роботи матеріалів обмежуються винятково одноосьовим напруженим станом. Для обліку фізичної нелінійності пропонується проводити розрахунки з використанням нелінійної деформаційної моделі на основі рівнянь рівноваги в нормальному перетині (рис. 1.11) залізобетонного елемента.

Методи розрахунків, засновані на даній моделі, наведені в дослідженнях багатьох вчених. Результати розрахунків з використанням нелінійної деформаційної моделі добре узгодяться з результатами експериментів.

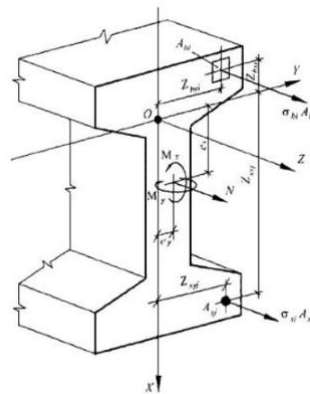


Рисунок 1.11 – Розрахункова схема нормального перетину залізобетонного елемента

Характеристиками бетону, що враховуються в розрахунках, є модуль пружності, опори при розтягу й стиску, граничні відносні поздовжні деформації. Ці параметри визначаються по діаграмах деформування бетону й арматури при розтягу й стиску. Для обліку фізичної нелінійності на основі

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деформаційної моделі як розрахункових діаграм, що зв'язують відносні деформації й напруги при одноосьовому стиску – розтягу бетону, нормами запропоновані спрощені шматково-лінійні (трилінійна й дволінійна) діаграми, параметри яких – табличні значення, представлені в нормах (рис. 1.12). Облік тріщиноутворення відбувається при досягненні бетоном умовної граничної величини відносної деформації ϵ_{bt} . Такий підхід дозволяє врахувати роботу бетону в розтягнутій зоні перетину, а при утворенні й розвитку тріщини можливо враховувати напруги в бетоні на розтягнутій ділянці перетину над тріщиною.

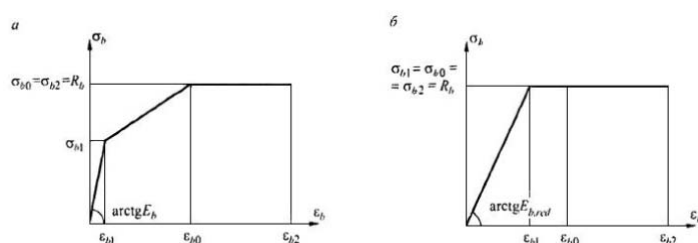


Рисунок 1.12 – Діаграми деформування стислого бетону :

- а) трилінійна діаграма стану стислого бетону;
- б) дволінійна діаграма з-стояння стислого бетону

У нормативних документах даний опис більш складної (криволінійної) апроксимації залежності «напруги – відносні деформації» бетону, запропонованої Н. І. Карпенко, що включає падіння напруг (рис. 1.13). На рис. 1.14 представлено зіставлення галузей нормативних діаграм деформування бетону В50 при стиску.

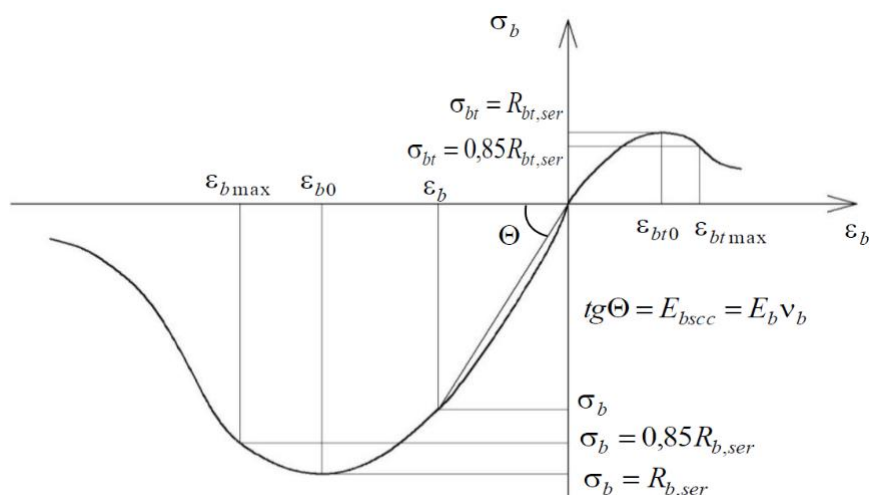


Рисунок 1.13 – Криволінійна діаграма деформування бетону

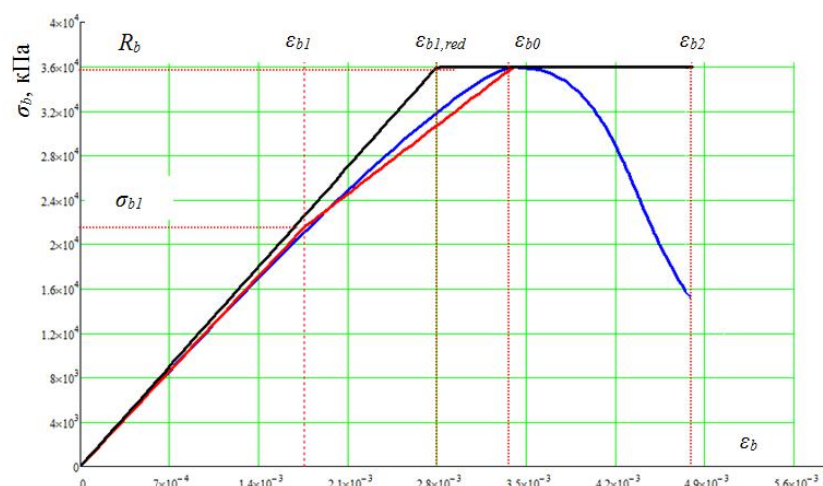


Рисунок 1.14 – Зіставлення нормативних діаграм деформування бетону при стиску. Клас міцності бетону В50 (чорний графік – дволінійна, червоний – трилінійна, синій – діаграма Карпенко)

Облік повзучості бетону при тривалій дії навантаження здійснюється використанням у формулах нормативних діаграм деформування бетону зниженого модуля деформації.

Для обліку нелінійної роботи арматури запропоновані дволінійна й трилінійна діаграма, що описують зв'язок напруг і відносних деформацій для сталі з фізичною й умовною границею текучості відповідно (рис. 1.15).

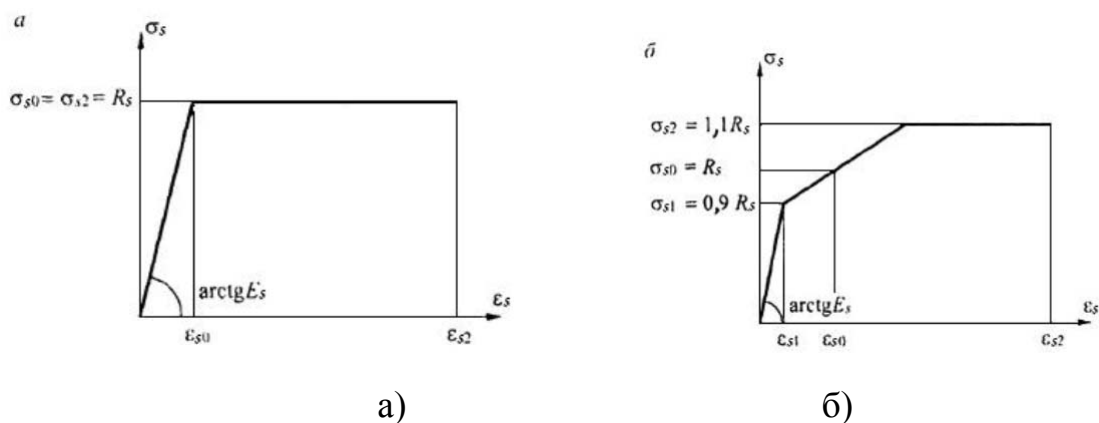


Рисунок 1.15 – Діаграми деформування розтягнутої арматури:
а) дволінійна діаграма для сталі з фізичною границею текучості, б) трилінійна діаграма, прийнята для сталі з умовною границею текучості

Облік роботи бетону між нормальними тріщинами в розтягнутій зоні перетину виконється методом В. І. Мурашева з використанням коефіцієнта ψ_s .

$$E_{s,red} = E_s / \psi_s,$$

де $E_{s,red}$ – наведений модуль деформації розтягнутої арматури, з урахуванням впливу роботи розтягнутого бетону між тріщинами;

E_s – модуль пружності розтягнутої арматури;

ψ_s – коефіцієнт Мурашева, що враховує роботу розтягнутого бетону між тріщинами.

Для визначення коефіцієнта ψ_s при розрахунках на основі нелінійної деформаційної моделі запропонована формула:

$$\psi_{sj} = 1 - 1 / (1 + 0,8 \epsilon_{sj,crc} / \epsilon_s),$$

де $\epsilon_{sj,crc}$ – відносна деформація розтягнутої арматури у перетині із тріщиною відразу після утвору нормальних тріщин;

ϵ_s – усереднена відносна деформація розтягнутої арматури, що перетинає тріщини, у розглянутій стадії розрахунків.

Роботу бетону в розтягнутій зоні перетину між тріщинами нормами допускається не враховувати ($\psi_s = 1$), що приводить до меншої згинальної твердості конструкції в порівнянні з підходом, що враховують, коефіцієнт ψ_s , оскільки вплив даного фактора істотний. На рис. 1.16 представлені результати розрахунків деформацій перетину, зображеного на рис. 2.2, при збільшенні згинального моменту по аналітичних формулах з і без обліку роботи бетону між тріщинами.

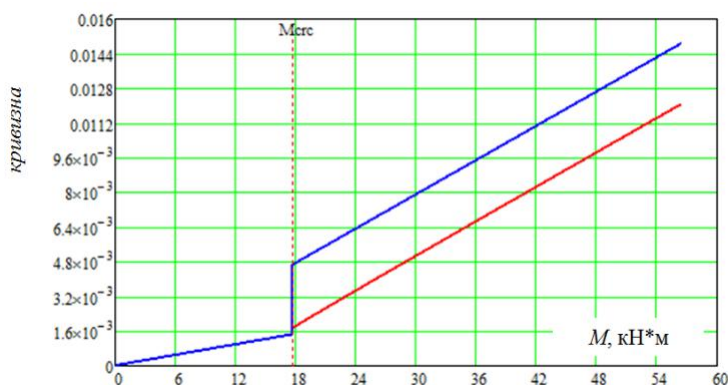


Рисунок 1.16 – Залежність « згинальний момент (кН·м) – кривизна» для згинального перетину за результатами розрахунків з використанням аналітичних формул СП 63.13330 з обліком (червоний графік) і без обліку (синій графік) роботи розтягнутого бетону між тріщинами

Врахування фізичної нелінійності в *Eurocode 2: Design of concrete structures*

На рис. 1.17 представлена діаграма деформування бетону для одноосового стиску або розтягання відповідно до «*Eurocode 2: Design of concrete structures*», апроксимована формулою *Sargin*.

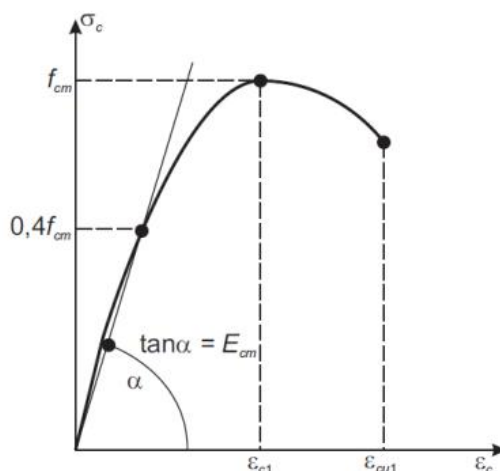


Рисунок 1.17 – Діаграма деформування бетону для одноосового стиску або розтягу

Таким чином, при розрахунках на тривале навантаження табличні величини граничної відносної деформації бетону ϵ_{c1} і величини ϵ_c , що відповідає відносним деформаціям бетону при стиску при максимальній напрузі f_{cm} , необхідно помножити на коефіцієнт $(1+\varphi(t, t_0))$, що враховує повзучість.

На рис. 1.18 наведене порівняння величини коефіцієнта, що враховує повзучість бетону і величини по формулах додатка В *Eurocode 2* для бетонного перетину $0,2 \times 1$ м. Рекомендації дозволяють урахувати розвиток

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деформації повзучості в часі. Як видно, граничне значення коефіцієнта близько відповідає до рекомендованої величині.²⁷

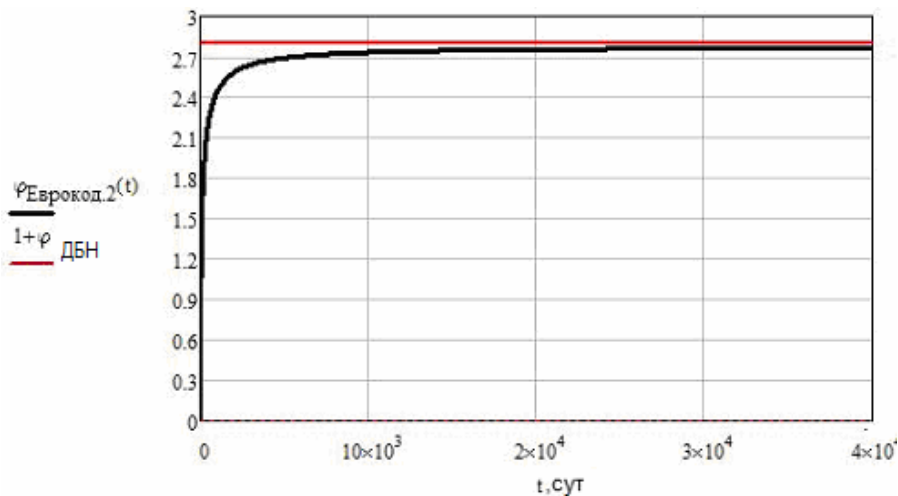


Рисунок 1.18 – Коефіцієнти, що враховують повзучість бетону. Додаток В при відносній вологості навколишнього середовища 75%, бетоні класу міцності В25, поперечному перерізі елемента 0,2×1м

В нормах запропоновані й інші спрощені моделі, що описують залежність деформація – напруги. Також є спрощені рекомендації з модифікації запропонованих діаграм для аналізу роботи бетону при стиску в умовах заборони поперечного розширення бетону.

Врахування фізичної нелінійності залізобетону в чисельних розрахунках

Як було відзначено, нелінійна деформаційна модель роботи залізобетонних конструкцій, запропонована в нормах, обмежується одноосьовим напруженим станом матеріалів конструкції. У цей час розрахунки складних конструктивних систем з урахуванням фізичної нелінійності бетону, а також аналіз роботи матеріалу в складному напруженому стані здійснюється тільки чисельним моделюванням. Потрібно відзначити, що в практиці проектування використання подібних нелінійних розрахунків, у найкращому разі, обмежується аналізом роботи окремих елементів і вузлів конструкції будинку.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ідеально пружньопластичні моделі – найпоширеніші моделі для опису нелінійної роботи бетону. Такі моделі припускають наявність однієї стаціонарної граничної поверхні, заснованої на якому-небудь критерії міцності. У зв'язку із цим теорії міцності відіграють важливу роль в описі розвитку нелінійних деформацій у матеріалі. Ідеально пружньопластичні моделі враховують пружну поведінку бетону й арматури до досягнення граничних напруг і ідеально пластичні при досягненні границі текучості. Деформації при цьому обмежуються нормативними величинами. Для щільних бетонів поверхні можуть бути розімкнутими в області всебічного стиску, і реакція на об'ємну складову напруг ухвалюється лінійною при будь-якій величині напруг. Однак для пористих бетонів крім поверхонь плинності, що обмежують граничні дотичні напруги, вводять шатрові граничні поверхні для обліку можливості руйнування матеріалу при всебічному стиску (рис. 1.19 г).

Для більш близької відповідності дійсному характеру нелінійної роботи бетону після переходу в граничний стан модель може передбачати спадаючу частину на діаграмі деформування (рис. 1.13). Подібний підхід повинен приводити до більш правильної оцінки фізично нелінійної роботи розрахункових схем, що враховують напружений стан, з об'ємними кінцевими елементами.

Сучасна уява опису міцності бетону при багатоосном напруженому стані сформульована в роботах В. Н. Киссюка, Г. А. Тюпіна. Найбільше часто застосовувана у вітчизняних розрахунках модель міцності бетону розроблена Н. І. Карпенко. Гранична поверхня Карпенко – параболоїд у меридіанному напрямку. Перетини в девіаторній площини являють собою криволінійні трикутники, які мають гострі, округлені, а також звернені усередину фігури кути.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

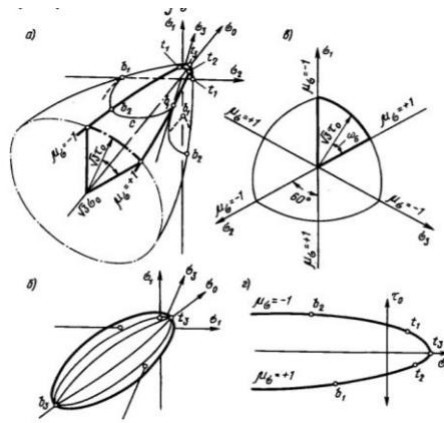


Рисунок 1.19 – Графічна інтерпретація сучасних критеріїв міцності бетону: а) для щільних бетонів, б) для пористих бетонів, в) девіаторна крива, г) меридіана крива

У закордонній літературі всі критерії граничного стану матеріалу, описувані в осях головних напруг параболообразними гладкими поверхнями, називають моделями Друкера □ Прагера в різних модифікаціях.

В теорії В. Н. Киссюка, Г. А. Тюпіна і подальшому її розвитку розглядається нелінійна ізотропна модель бетону на етапах до й після тріщиноутворення. Однак модель залізобетонної конструкції більш коректно розглядати як анізотропну, що визначається дискретним характером армування. Крім цього, при впливі навантаження бетон проявляє так звану деформаційну анізотропію, пов'язану з розвитком пластичних деформацій і тріщиноутворенням. Ортотропна модель одержала розвиток у роботах Н. І. Карпенко [16] і інших авторів.

При розрахунках конструкцій потрібно враховувати, що перед руйнуванням конструкції бетон працює з явно вираженою деформаційною анізотропією, що буде впливати на розрахункові зусилля в арматурах. Недооблік розвитку анізотропії залізобетону при чисельному моделюванні служить джерелом помилок у розрахунках залізобетонних конструкцій при значній нелінійній роботі матеріалу, наприклад, при чисельних випробуваннях міцності конструкцій

Розвиток деформаційної анізотропії в процесі нелінійного деформування моменту в моделях, представлених у кінцево-елементних програмах, звичайно не враховується. Однак, у розрахункових комплексах, є можливість завдання лінійного анізотропного матеріалу, або нелінійного ізотропного матеріалу.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічна карта на мурування цегляних стін

Технологічна карта розроблена для мурування цегляних зовнішніх стін середньої складності, а також для простого мурування внутрішніх стін, монтажу перемичок, сходових площадок та сходів, а також шлакобетонних перегородок у 7-поверховому житловому будинку на 56 квартир. Процес передбачає попереднє розкладання конструкцій у зоні дії монтажного крана.

Будівля має прямокутну форму з розмірами в осях 12,0 x 48,0 м.

Для монтажу перемичок, сходових площадок та сходів, гіпсобетонних перегородок, а також для розвантаження матеріалів та розчину та їх подачі до робочого місця застосовується баштовий кран КБ–100.2 з вильотом стріли 10-20 м та вантажопідйомністю 5 т.

Після завершення підготовчих робіт і робіт нульового циклу, перед початком зведення надземної частини будівлі, генпідрядник здійснює передачу по акту виконання робіт підземної частини. Під час цього етапу будівництва також можуть проводитися інші підготовчі процеси, наприклад, складування будівельних конструкцій.

Склади, призначені для зберігання і підготовки конструкцій до виконання робіт, повинні мати відповідну організацію та функціональність. Ось деякі рекомендації щодо організації таких складів:

1. Спланованість з нахилом для збігання води: майданчики складів мають бути сплановані з нахилом, щоб забезпечити сток води під час дощу або снігопаду.

2. Освітлення: склади повинні бути освітлені для забезпечення можливості роботи у нічний час.

3. Позначки для транспорту. Місця в'їзду, розвороту і стоянок для транспорту повинні бути чітко позначені для уникнення заторів та забезпечення безпеки.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

4. Операції на складі. На складах виконуються такі операції, як розвантаження, перевірка якості, облік і складування матеріалів та конструкцій, а також підготовка їх до монтажу та відправка на робочі місця.

5. Вільний доступ. Матеріали та конструкції повинні бути розташовані так, щоб робітники мали вільний доступ для перевірки, стропування та відправлення їх до робочих місць.

6. Укладання матеріалів. Різні матеріали, такі як цегла, перемички, маршові сходи, площадки, перегородки тощо, мають бути правильно складовані та підготовлені для подальшого використання.

7. Процес мурування. Якщо на складі проводиться процес мурування цегляних стін, необхідно правильно організувати операції, такі як установлення порядовок і причалок, розкладання цегли і розчину, укладання цегли у ряди, рубання і обтісування цегли, контрольно-вимірювальні операції тощо.

Забезпечення правильної організації та функціональності складів допоможе у покращенні ефективності будівельних робіт та забезпечить безпеку працівників.

Установлення порядовок є важливим етапом підготовки для мурування стін і конструкцій будівель. Ось деякі кроки цього процесу:

1. **Встановлення порядовок:** Порядовки встановлюють на кожному куті, де стіни перетинаються, і через кожні 12 метрів на прямих ділянках стін. За допомогою нівеліра, гнучкого водяного рівня або лазерних приладів виносять позначки на порядовках для визначення рівня низу віконних прорізів, перемичок, перекриттів та інших елементів, які будуть зв'язані зі стінами.
2. **Натягання причалки:** Причалки натягують між порядовками або причальними скобами, переміщуючи їх вгору за ходом кладки. Під час кладки зовнішніх рядів причалку натягують для кожного ряду, а внутрішніх — через кожні два-три ряди. Щоб уникнути провисання причалки, під неї

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

розташовують маяки на розчині через кожні 4-5 метрів і затискають між ними причалку.

3. **Викладання маяків:** Маяки у вигляді збіжної штраби розташовують у кутах і на межах зведеної ділянки. Ці маяки допомагають розташувати цеглу та розчин і викладати зовнішню версту стін або конструкцій.
4. **Мурування стін:** Стіни муруються за однорядною або багаторядною системою перев'язки, а тичкові ряди викладаються з цілих цеглин. Незалежно від системи перев'язки, тичкові ряди обов'язково муруються у нижньому і верхньому рядах конструкції та у виступаючих рядах мурування.
5. **Перев'язування швів:** Під час багаторядної системи перев'язки швів тичкові ряди обов'язково укладають під опорні частини прогонів, плит, перекриттів для забезпечення міцності конструкції.

Цей процес забезпечує правильне виконання мурувальних робіт та міцність будівельних конструкцій.

За однорядної системи перев'язування швів збірні конструкції опираються на ложкові ряди мурування. При застосуванні половинок цеглин це дозволяється лише при муруванні забуток і малонавантажених конструкцій, наприклад, під вікнами. Всі шви, як горизонтальні, так і вертикальні, в перемичках, стовпах, простінках мають бути повністю заповнені, за винятком швів при муруванні впустошовку. Тричвертки, чвертки, половинки цеглин укладаються з колотою стороною всередину.

Щодо помостів, для організації роботи на висоті використовуються допоміжні інвентарні пристрої, такі як помости, а в стиснутих зонах - переносні столики.

Проектowana будівля зводиться за однорядною (ланцюговою) системою перев'язування швів. Мурування за цією системою виконується з дотриманням наступних правил:

- Перший (нижній) ряд укладається тичками.
- Тичкові й ложкові ряди послідовно чергуються між собою.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Поперечні вертикальні шви на лицьовій поверхні перев'язуються на 0,25 цеглини.

- Поздовжні вертикальні шви (по ширині стіни) перев'язуються 0,5 цеглини.

- Мурування завершують тичковими рядами.

Цей підхід може бути простим, але водночас трудомістким, оскільки наступний ряд мурується після укладання верст і забутки попереднього.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні аспекти охорони праці під час проведення земляних робіт

Практично усі нормативні документи, що стосуються експлуатації підземних інженерних комунікацій, включають вимоги щодо безпеки праці при виконанні земляних робіт. Земляні роботи можуть виконуватися як вручну, так і за допомогою механізованих засобів під час будівельних, ремонтно-відновлювальних та пошукових робіт. До механізованих засобів можуть входити землерийні машини (наприклад, екскаватори), бурильні установки та гідромеханізоване обладнання. Нові технології земляних робіт, такі як горизонтальне направлене буріння чи безтраншейне прокладання трубопроводів під дорогами та іншими інженерними комунікаціями, набувають все більшого поширення, оскільки вони мають значні переваги перед традиційними методами, особливо при прокладанні інженерних комунікацій під транспортними маршрутами. Проте застосування безтраншейних технологій у ґрунтах з кам'яними включеннями чи на насипних місцевостях з твердими предметами (каменями, бетоном, металом тощо) є nereкомендованим.

Поняття "земляні роботи" тісно пов'язане з "охоронною зоною підземних комунікацій". Тому перед початком земляних робіт необхідно розробити та погодити організаційно-технічні заходи щодо безпечного виконання робіт у зоні охорони інженерних комунікацій (не пізніше, ніж за добу до початку робіт), а також забезпечити контроль за їх проведенням уповноваженими представниками відповідальної за експлуатацію інженерних комунікацій організаціями. Перед початком робіт в зоні розташування підземних комунікацій необхідно мати план-схему (картограму), яка показує розташування цих комунікацій і їх глибину, а також розміщення інших комунікацій у робочій зоні. У випадку відсутності точних даних про розташування підземних комунікацій, земляні роботи

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

повинні відбуватися після встановлення цих даних за допомогою ручного шурфування або зондування. Земляні роботи у зоні дії підземних комунікацій і місцях з можливим патогенним забрудненням ґрунту, таких як звалища, скотомогильники, або цвинтарі, здійснюються за нарядом-допуском та з письмової згоди організації, що експлуатує інженерну комунікацію. Для виконання земляних робіт можуть залучатися працівники, які проходили спеціальний інструктаж з питань охорони праці та мають відповідну кваліфікацію, включаючи землекопів і машиністів землерийно-будівельних машин.

Земляні роботи на діючих інженерних комунікаціях з використанням механізованих засобів дозволяється лише при наближенні їх робочого органу до комунікації на мінімально допустиму відстань. Ця відстань залежить від типу інженерної комунікації та умов проведення робіт.

Деякі нормативні акти забороняють виконання земляних робіт механізованим способом у зонах охорони діючих інженерних комунікацій. Наприклад, Правила безпеки систем газопостачання України (НПАОП 0.00-1.20-98) встановлюють відстань не менше 3 метрів для застосування ударних механізмів у непосредній близькості до підземних газопроводів. Інші обмеження включають у себе відстань не менше 5 метрів для використання ударного інструменту поблизу існуючих інженерних комунікацій (згідно з НПАОП 45.2-1.12-01).

У разі наближення до інженерної комунікації на більш близьку відстань земляні роботи виконуються вручну, без використання ударних інструментів, або з використанням інших спеціальних механізованих засобів. У зоні руху будівельно-дорожніх машин, що використовуються під час земляних робіт, не допускається виконання інших видів робіт або перебування працівників. Межа небезпечної зони рухомого робочого органу складає 5 метрів. Ґрунт з виїмки (траншеї, канами), робочі інструменти та матеріали розміщують на безпечній відстані від інженерних комунікацій.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстань від бровки (зовнішнього краю) виїмки до робочого місця повинна бути не менше 0,5 метра, і при цьому не дозволяється руйнувати ґрунт поруч з іншими інженерними комунікаціями. Будівельно-дорожні машини мають розміщуватися та рухатися за межами області можливого обвалення ґрунту з виїмки. Якщо не можливо дотримати цієї відстані, стінки виїмки повинні бути закріплені.

Розробка ґрунту шляхом підкопування заборонена. Відвали або шарування ґрунту, які утворюються під час розробки виїмки, слід руйнувати зверху, попередньо звільнивши область від робочих та інструменту. У випадку виявлення великих каменів, валунів або інших об'єктів у стінках виїмки, їх необхідно видалити. Працівники повинні розташовуватися так, щоб не травмувати один одного робочим інструментом.

Виїмку слід захищати від впливу поверхневих вод, розміщуючи відвали з одного боку та створюючи водовідвідні канали з іншого. Якщо вода швидко надходить до виїмки, необхідно використовувати штучне водоспускання або примусове відведення води. Для мулистих або м'яких ґрунтів, або якщо є загроза виносу ґрунту підземними водами, слід використовувати шпунтове кріплення. Не допускається розробка ґрунту без кріплення у вологих пісках, легких ґрунтах або насипних ґрунтах, а також входження працівників у виїмку до встановлення кріплень.

Під час земляних робіт слід постійно контролювати стан схилів або кріплень виїмки. При необхідності слід застосовувати відповідні заходи для запобігання обваленню ґрунту, особливо після дощів або інших атмосферних опадів, наприклад, зменшуючи крутизну схилів або зміцнюючи кріплення.

При виявленні непередбачених наявною план-схемою інженерних комунікацій, небезпеки обвалення ґрунту або розташованих поруч споруд, а також при розкопці вибухонебезпечного предмета чи виявленні небезпечних або шкідливих речовин у виїмці, земляні роботи в цих місцях негайно припиняються, а працівників виводять за межі небезпечної зони. Подальше виконання робіт можливе лише після ліквідації небезпечного фактора,

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

знешкодження вибухонебезпечного предмета та отримання відповідного дозволу на подальшу роботу за умови прийняття додаткових заходів безпеки.

Для доступу до виїмки слід використовувати трап, який має бути влаштований на рівній поверхні, з перилами висотою не менше 1,1 метра. У випадку вузької виїмки допускається використання приставних сходів. Недозволено пересуватися по елементах кріплення виїмки або перебувати у виїмці без нагальної потреби. Деякі нормативні документи вимагають кілька виходів з виїмки, наприклад, на магістральному газопроводі діаметром до 800 мм повинно бути не менше двох виходів, а на трубопроводі діаметром 800 мм і більше - не менше чотирьох.

Основними причинами нещасних випадків при земляних роботах є обвалення ґрунту у котлованах і траншеях в процесі їх розробки і під час наступних робіт нульового циклу. Це може статися через перевищення допустимої глибини вертикальних стінок, порушення правил розробки траншей, недостатню міцність кріплень, порушення технології проведення робіт, неправильний облік геологічних умов або зміни вологості ґрунту.

Випадки виробничого травматизму при проведенні земляних робіт можуть виникнути через непередбачене переміщення будівельних машин і механізмів, втрату стійкості машинами і недостатньо кваліфікованих робітників, що керують ними.

Земляні роботи в зоні розташування інженерних мереж (водопровід, газопровід, електричні кабелі, теплові мережі) потребують узгодженого проекту та дозволу від відповідної організації. Перед початком робіт слід встановити знаки, що вказують на місця розташування підземних комунікацій.

У зоні розробки ґрунту неподалік від підземних комунікацій земляні роботи проводять під наглядом керівника робіт або майстра, а в безпосередній близькості - під контролем організації, що експлуатує ці комунікації.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботи в населених пунктах повинні бути огорожені захисними бар'єрами з попереджувальними знаками та сигнальним освітленням. Перед початком розробки ґрунту слід відведення поверхневих і ґрунтових вод.

При проведенні робіт у виїмках з укосами в місцях зволоження, слід ретельно перевірити стан ґрунту та застосувати відповідні заходи безпеки.

Роботи в котлованах або траншеях повинні супроводжуватися постійним контролем за бермами. У разі появи тріщин слід негайно повідомити керівника робіт та видалити робітників з небезпечних місць.

Для спуску або підйому робітників в котловани або траншеї застосовують драбини з відповідними розмірами і поручнями. У випадку вузьких траншеї використовують приставні сходи. Спуск робітників через кріплення не допускається.

Місця переходу через траншеї глибше 1 м повинні мати перехідні містки з відповідними розмірами і поручнями.

Перед спуском робітників у траншеї чи котловани, а також при дощах, майстру слід перевірити стійкість укосів і кріплення, вживши відповідні заходи безпеки.

Видалений ґрунт слід розмістити на відстані від брівки виїмки. Валуни та інші перешкоди на укосах виїмки слід видалити.

У зоні впливу вібрації від установок, застосовуються заходи проти обвалення укосів.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Запроектовано житловий будинок з вбудованим приміщенням кав'ярні, який має в плані розміри 48,000 x 12,000 м. Будівля семиповерхова, висота поверхів становить 2,8 м, загальна висота будівлі – 23,57 м. Фундаменти прийнято стрічкові збірні. Стіни виконані з глиняної цегли пластичного пресування М 100 на цементному розчині М 50. Перекриття складаються зі збірних залізобетонних плит. Дах прийнято суміщений з напівпровідним горищем.

Виконано розрахунок утеплювача для горищного переkritтя та стінової панелі. Також проведено розрахунок збірної залізобетонної панелі переkritтя і огляд сучасних методів розрахунку залізобетонних елементів. Крім того, здійснено розрахунок технологічної карти на мурування цегляних стін та розглянуто деякі аспекти охорони праці при проведенні земляних робіт.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Conclusions

A residential building with built-in coffee shop space has been designed, which has the dimensions of 48,000 x 12,000 m in the plan. The building is seven-storey, the height of the floors is 2.8 m, the total height of the building is 23.57 m. The foundations are precast. The walls are made of M 100 plastic pressed clay bricks on M 50 cement mortar. The ceilings are made of prefabricated reinforced concrete slabs. The roof is usually combined with a semi-conductive attic.

Calculation of the insulation for the attic floor and wall panel has been performed. The calculation of the prefabricated reinforced concrete floor panel and the review of modern methods of calculating reinforced concrete elements were also carried out. In addition, the calculation of the technological map for masonry of brick walls was carried out and some aspects of labor protection during earthworks were considered.

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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. Серія 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 безпеки 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”

					ЖБК 153. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		