

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Торгівельний центр у м. Чортків з дослідженням
способів вогнезахисту тримких конструкцій

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи МБд-2
спеціальності 192 Будівництво та цивільна

інженерія

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Бабій Я.Є.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Сорочак А.П.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Сорочак А.П.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Шпінталь М.Я.
(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Центр перепідготовки та післядипломної освіти
(повна назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Бабій Ярослав Євстахійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Торгівельний центр у м. Чортків з дослідженням
способів вогнезахисту тримких конструкцій

Керівник роботи к.т.н., доц. Сорочак Андрій Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 14 » листопада 2022 року № 4/7-907

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 грудня 2022

3. Вихідні дані до роботи Район будівництва – місто Чортків Тернопільської області.
Температурна зона – 1. Вітровий район – 4.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Архітектурно-будівельна частина. Розрахунково-конструктивна частина.

Науково-дослідна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Генплан. Фасади. План першого поверху. План другого поверху. Розрізи. Схема розташування
фундаментів. Фундамент ФМ-1. Фундаменти S1, S2. Схема розташування колон.

Колони А1-А4.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	к.т.н., доц. Сорочак А.П.		
Розрахунково-конструктивний	к.т.н., доц. Сорочак А.П.		
Науково-дослідний	к.т.н., доц. Сорочак А.П.		
Охорона праці	к.т.н., доц. Каспрук В.Б.		
Безпека в надзв. ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 14 листопада 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Архітектурно-будівельний розділ	25.11.22	
2	Розрахунково-конструктивний розділ	02.12.22	
3	Науково-дослідна частина	10.12.22	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12.22	

Студент	_____	Бабій Я.Є.	_____
	(підпис)		(прізвище та ініціали)
Керівник роботи	_____	Сорочак А.П.	_____
	(підпис)		(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	7
1.1. Коротка характеристика об'єкту будівництва.....	7
1.2. Архітектурно-планувальні рішення.....	7
1.3. Конструктивні рішення.....	8
1.4. Протипожежні заходи.....	13
1.5. Кліматичні і теплотехнічні умови будівництва.....	14
1.6. Генеральний план будівництва.....	14
Розділ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	17
2.1. Розрахунок центрально-навантаженого фундаменту.....	17
2.2. Визначення розрахункового опору ґрунту.....	19
2.3. Розрахунок залізобетонної колони першого поверху.....	20
2.4. Підбір перерізу металевої балки настилу.....	26
2.5. Розрахунок конструкції кріплення димової труби.....	29
Розділ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	39
3.1. Аналіз стану проблеми дослідження ефективності вогнезахисту залізобетонних конструкцій під час пожежі.....	39
3.2. Запропонована методика проведення досліджень ефективності вогнезахисту.....	41
3.3. Аналіз результатів оцінювання ефективності обраних способів вогнезахисту.....	46
Розділ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	52
4.1. Вимоги охорони праці під час монтажу металевих конструкцій торговельного центру.....	52
4.2. Вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки торговельного центру.....	54

4.3. Норми поведінки при масових скупченнях людей під час функціонування торговельного центру.....	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	58
БІБЛІОГРАФІЯ.....	59

ВСТУП

Актуальність теми роботи. Роздрібна торгівля є важливою складовою економіки України, забезпечуючи населення необхідними товарами. За оцінками Незалежної асоціації банків України даний сектор в 2021 році показав ріст на 10,9% в річному вираженні [1], що свідчить про хороші перспективи розвитку галузі. Для забезпечення подальшого зростання сфери оптової та роздрібної торгівлі потрібне постійне розширення матеріальної бази, основу якої поряд з логістичними ланцюгами становлять торгівельні центри та магазини.

Будівлі торгівельних центрів мають ряд характерних особливостей, таких як наявність великих за площею приміщень без перегородок чи несучих стін, що висувають до їх конструкцій додаткові вимоги. Крім забезпечення механічної міцності, жорсткості та стійкості при дії експлуатаційних навантажень для них критично важливим є забезпечення пожежної безпеки. В світлі цього розробка заходів вогнезахисту тримких конструкцій є актуальним завданням, вирішення якого має важливе практичне значення.

Мета роботи – розробка методики оцінювання ефективності вогнезахисту елементів будівельних конструкцій запроектованого торгівельного центру в м. Чортків.

Для досягнення вказаної мети було сформульовано наступні **задачі**:

- проаналізувати актуальні методи вогнезахисту конструкцій будівель громадського призначення;
- запропонувати та апробувати методику оцінювання пожежної стійкості тримких залізобетонних елементів конструкції при використанні різних методів вогнезахисту.

Об'єкт дослідження – залізобетонна колона торгівельного центру.

Предмет дослідження – пожежна стійкість залізобетонної колони торгівельного центру при використанні різних методів вогнезахисту.

Методи дослідження: порівняльний, математичного моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

1. Отримала подальший розвиток методика оцінювання ефективності вогнезахисту елементів будівельних конструкцій.

Практична значимість результатів дослідження полягає в проведенні оцінювання ефективності різних типів вогнезахисту тримких залізобетонних елементів запроєктованого торговельного центру в м Чортків. Визначено температурний режим залізобетонних колон внаслідок дії термічних навантажень від стандартної пожежі. Запропонована методика також може бути використана для інших типів тримких конструкцій.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції «Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій».

Публікації. В.О. Барський, Я.Є. Бабій. Обґрунтування способу підвищення вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій торговельного центру // Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій. Праці Міжнародної науково-технічної конференції (Тернопіль, 10-11 листопада 2022 року). – Т. : ФОП Паляниця В.А., 2022. – С. 174-175.

Ключові слова: ЗАЛІЗОБЕТОННА КОЛОНА, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНИЙ СТАН, ВОГНЕЗАХИСТ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.

Розділ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Коротка характеристика об'єкту будівництва

Проектований об'єкт являє собою одноповерхову (в основній частині) споруду. Призначення споруди – розміщення торгових площ для продажу населенню товарів промислового призначення. В торговому центрі на першому поверсі запроектовані: супермаркет «Фокстрот», кафе швидкого обслуговування типу «Фаст-фуд» на 54 посадочних місця, два магазини промислових товарів.

На другому поверсі розташовані адміністративно побутові приміщення.

За умовну відмітку 0,000 прийнято відмітку чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 263,40.

1.2. Архітектурно-планувальні рішення

Архітектурно-планувальні рішення виконані для забезпечення оптимальної організації технології виробництва і забезпечення вимог протипожежної безпеки і виробничої санітарії.

Супермаркет запроектований так, що сукупність всіх його приміщень в певному взаємозв'язку забезпечують найбільш раціональну організацію оперативних процесів [2]. Це дозволяє добитись максимально ефективного використання торгових площ, а саме:

- торговий зал і допоміжні приміщення ізольовані один від одного;
- приміщення для зберігання і підготовки товарів до продажу технологічно зв'язані з торговим залом і забезпечують найкоротший шлях доставки товару до зони видачі.
- планування приміщень магазину забезпечують зручність для користувача і персоналу всіх торгово-технологічних операцій.

Планування забезпечує раціональне розміщення товару і максимальний огляд його асортименту.

В торговому залі площа по функціональному призначенню ділиться на установчу (призначену для розміщення товару), розрахунково-касову і для руху покупців.

Ширина основного проходу в торговому залі – 3 м ; допоміжного – 1,8 м .

Кількість входів в торговий зал залежить від його розміру і становить 2 [3]. Товар перед поступленням в торговий зал знаходиться в складі на стелажах. Підготовка товару для продажу передбачається на площах складу. Службові і побутові приміщення запроектовані окремим блоком на другому поверсі, ізольовані від виробничої частини магазину.

Розміри в плані проекрованої споруди становлять 53,90×37,38 м. Висота проекрованої частини змінна. Експлікація приміщень першого та другого поверхів наведена в табл. 1.1, 1.2.

Всі побутові та офісні приміщення виробничого та обслуговуючого персоналу запроектовані у відповідності до штатного розкладу працюючих.

Підлоги та внутрішні опорядження приміщень прийняті у відповідності з технологічними умовами і санітарними вимогами.

1.3. Конструктивні рішення

Фундаменти.

Посадку будівлі торговельного центру виконано на підставі наданих Замовником матеріалів інженерно-геологічних вишукувань, розроблених спеціалізованою фірмою.

Запроектовано посадку будівлі безпосередньо на фундаментах стаканного типу, а також на фундаментних балках. Частина будівлі посаджена на стрічкові фундаменти. Всі фундаменти виконуються в монолітному варіанті [4].

Проектом передбачається заглиблення стаканних та стрічкових фундаментів до рівня несучого ґрунту. Фундаментні балки опираються безпосередньо на стаканні фундаменти.

Таблиця 1.1 – Експлікація приміщень першого поверху торговельного центру

<i>N п/п</i>	<i>Найменування приміщень</i>	<i>Площа</i>	<i>Примітки</i>
1	Супермаркет "Фокстрот"	1749.39	
1.0	Вхідний тамбур	17.20	
1.1	Торговий зал	1331.45	
1.2	Комора	292.04	
1.2a	Резерв	13.25	
1.2b	Резерв	13.50	
1.2b	Резерв	30.90	
1.3	Коридор	22.72	
1.4	Вбиральня жіноча	6.95	
1.5	Вбиральня чоловіча	5.49	
1.6	Приміщення засобів для прибирання	3.82	
1.7	Офіс зав. складу	12.07	
2	Фаст-фуд	216.36	
2.1	Обідній зал	109.62	
2.2	Гарячий цех	24.55	
2.3	Комора	10.78	
2.4	Мийна	6.47	
2.5	Барна стійка	6.02	
2.6	Коридор	18.46	
2.7	Офісне приміщення	6.95	
2.8	Кімната приймання їжі	5.95	
2.9	Гардероб та душ жіночий	7.36	
2.10	Гардероб та душ чоловічий	7.40	
2.11	Санвузол службовий жіночий	3.00	
2.12	Санвузол службовий чоловічий	3.00	
2.13	Санвузол для відвідувачів жіночий	3.79	
2.14	Санвузол для відвідувачів чоловічий	3.61	
K0.1	Сходава клітка	16.40	

На частині стаканних фундаментів передбачено влаштування монолітних з/б колон січенням 300×300 мм, бетон В25, арматура Ø16 А400С. Частина стаканних фундаментів є основою для опирання фундаментних балок, на які опираються цегляні стіни.

Вертикальна гідроізоляція фундаментів – 2 шари Abizolem.

Горизонтальна гідроізоляція на стику фундаментної балки та цегляної кладки – 2 шари руберойду, укладені насухо.

Таблиця 1.2. – Експлікація приміщень другого поверху торговельного центру

<i>N</i> <i>n/n</i>	<i>Найменування приміщень</i>	<i>Площа</i>	<i>Примітки</i>
1	<i>Супермаркет "Фокстрот"</i>	492.82	
1.8	<i>Офіс</i>	20.54	
1.9	<i>Офіс</i>	21.79	
1.10	<i>Офіс</i>	20.54	
1.11	<i>Офіс</i>	21.79	
1.12	<i>Офіс</i>	20.54	
1.13	<i>Офіс</i>	29.26	
1.14	<i>Офіс</i>	21.79	
1.15	<i>Офіс</i>	14.27	
1.16	<i>Офіс</i>	15.14	
1.17	<i>Офіс</i>	14.27	
1.18	<i>Офіс</i>	20.33	
1.19	<i>Офіс</i>	15.14	
1.20	<i>Офіс</i>	14.27	
1.21	<i>Офіс</i>	15.14	
1.22	<i>Кімната відеонагляду</i>	15.35	
1.23	<i>Конференцзал</i>	42.80	
1.24	<i>Кімната прийому їжі</i>	21.58	
1.25	<i>Санвузол жіночий</i>	3.43	
1.26	<i>Санвузол чоловічий</i>	4.33	
1.27	<i>Приміщення засобів для прибирання</i>	6.10	
1.28	<i>Гардероб і санвузол жіночий</i>	16.17	
1.29	<i>Гардероб і санвузол чоловічий</i>	26.65	
1.30	<i>Коридор</i>	122.47	
1.31	<i>Серверна</i>	5.78	
0	<i>Приміщення інженерних систем</i>	83.06	
0.1	<i>Котельня, паливна</i>	39.66	
0.2	<i>Електрощитова</i>	14.71	
0.3	<i>Насосна. Баки запасу води</i>	28.69	
К1.1	<i>Сходава клітка</i>	17.61	
К1.2	<i>Сходава клітка</i>	17.01	

Несуча конструкція будинку.

Конструкція в одноповерховій частині (в осях 1–9 / А–С).

Несучою конструкцією в одноповерховій частині є з/б колони січенням 300×300 мм, закріплені в стаканних фундаментах. В осі А в частині колон проектом передбачено металеві опорні подушки (колони А1, А1'), які служать для

опирання з/б ригеля під цегляні стіни над скляними вітринами. Конструкція опорних пластин та їх анкерування в тілі колон показано на кресленнях розділу АБ.

В оголовки колон одноповерхової частини закладаються металеві опорні пластини з випусками анкерів для монтажу балок покриття (двотавр ІРЕ 450 згідно польського сортаменту). Встановлення металевих опорних пластин повинно контролюватись геодезистом, допустимі відхилення від осі в межах 5 мм. Всі з/б ригелі, що примикають до з/б колон, кріпляться до них металевими анкерами.

Конструкцією даху одноповерхової частини служать двотаврові балки ІРЕ 450, змонтовані на колонах.

Покриттям служить профнастил TR 136/330 товщиною 1,0 мм згідно каталогу фірми Florprofile, який пристрілюється до металокаркасу дюбелями Hilti ENP2.

Конструкція двоповерхової частини (в осях 1–9 / С – Е)

Несучою конструкцією двоповерхової частини є монолітне з/б перекриття, що опирається:

- частково на цегляні стіни товщиною 25 см
- частково на монолітні з/б ригелі, оперті на монолітні з/б колони.

З/б плита перекриття армується сітками з несучою арматурою в обох напрямках (в осях С-Е/1-1"), а також з несучою арматурою в одному напрямку (в решта частині). Товщина плити в осях 1-3 становить 20 см, в решта частині 17 см.

В монолітному армопоясі перекриття в осі Е необхідно надбетонувати стовпчики для кріплення каркасу заднього зовнішнього дашка, розташованого поза віссю Е.

Покриттям двоповерхової частини служить профнастил TR 136/330 товщиною 1,0 мм згідно каталогу фірми Florprofile, який пристрілюється до металокаркасу дюбелями Hilti ENP2.

Фарбування конструкції, вибір типу та кольору фарби, протипожежний захист конструкцій згідно робочого проекту.

Сходові клітки

Огородження сходових кліток – цегляна кладка товщиною 25 см, сходові марші та площадки монолітні з/б. Покриття – профнастил TR 136/330 товщиною 0,75 мм згідно каталогу фірми Florprofile, який опирається на цегляні стіни та кріпиться до них розпірними дюбелями M10.

Стіни будинку

Стіни будинку по периметру вздовж з/б колон (одноповерховий блок) виконано з цегли керамічної повнотілої на цементно-вапняному розчині M5, товщина стін 25 см. Стіни виконують також роль дисків жорсткості та зміцнюють з/б каркас.

Зовнішні дашки

Дашок в осі А – із сталевих елементів, скручених між собою на болтах, виконаних із кислотостійкої сталі. Монтуються до монолітного армопоясу в осі А, а також підвішуються на тяжах (система Halfen – ДЕНА) до головних ригелів даху ІРЕ 450. До металокаркасу монтуються скло.

Дашок в осі Е - із сталевих елементів, скручених між собою на болтах, частково на зварці та підвішений на штивних тяжах з металевих труб до конструкції даху над двохповерховою частиною. Покриття – профнастил TR 136/330 товщиною 0,75 мм.

Підлога

Монолітна з/б плита товщиною 18 см, бетон В25, з влаштуванням деформаційних швів.

1.4. Протипожежні заходи.

Будівництво торгового центру передбачено у відповідності з вимогами пожежної безпеки. Планувальні рішення виконано з врахуванням вимог [5].

Автоматична установка пожежної сигналізації призначена для виявлення осередку пожежі на початковій стадії її розвитку у захищеному приміщенні та точної ідентифікації місця події в приміщенні торговельного центру, а також своєчасного оповіщення працюючого персоналу про пожежну небезпеку. Спрацювання АУПС супроводжується [6]:

- включенням світло-звукового оповіщувача, розташованого на фасаді споруди;
- включенням внутрішнього звукового сигналу приймально-контрольного приладу;
- включенням на приймально-контрольному приладі інформації про спрацювання АУПС в певному шлейфі;
- подання мовного повідомлення про пожежу.

Для виявлення пожежі на початковій стадії в приміщенні об'єкту використовуються наступні методи:

- за допомогою теплових сповіщувачів;
- за допомогою димових сповіщувачів;
- за допомогою ручних пожежних сповіщувачів;
- за допомогою лінійних димових сповіщувачів.

Інформування про пожежу здійснюється за допомогою світло-звукового оповіщувача. Мовне повідомлення про пожежу здійснюється апаратурою оповіщення людей про пожежу комплексом “Веллез”.

Евакуаційні шляхи забезпечують безпечну евакуацію всіх людей через евакуаційні виходи. Передбачено по два евакуаційні виходи з кожного поверху та з будівлі загалом. Висота дверей на шляхах евакуації не менше 2-х метрів. Відкривання дверей передбачено в напрямі евакуації [6].

Оздоблення приміщень на шляхах евакуації виконується з матеріалів, що не підтримують горіння.

Всі металеві конструкції каркасу підлягають заземленню до зовнішнього контуру заземлення.

1.5. Кліматичні і теплотехнічні умови будівництва

Розрахункова температура для системи опалення і вентиляції в зимовий період -19°C [7].

Середня температура опалювального сезону $-0,2^{\circ}\text{C}$.

Тривалість опалювального періоду – 191 доба.

Розрахункова температура для розрахунку системи вентиляції і кондиціонування $+22,1^{\circ}\text{C}$.

Джерелом теплопостачання є теплові мережі дахової котельні.

Система водяного опалення застосовується для підтримання оптимальної температури у приміщеннях.

Нагрівальні прилади – сталеві радіатори.

Кондиціонування і опалення офісних приміщень здійснюється за допомогою фанкойлів.

Система вентиляції – припливно-витяжна з механічним спонуканням [8].

Офісні приміщення – примусова припливно-витяжна вентиляція. Для підсилення руху повітря на даху встановлюються витяжні каналні вентилятори. Нагрів припливного повітря здійснюється в припливних вентиляційних установках.

У приміщеннях рекреації, залів засідань проектується припливна вентиляція з механічним спонуканням. Швидкість руху повітря у робочій зоні не більше $0,2\text{ м/с}$ [8].

1.6. Генеральний план будівництва

Розділ генерального плану розроблено на підставі:

- завдання на проектування;
- архітектурно-планувального завдання;

- матеріалів топогеодезичних вишукувань
- будівельних креслень;
- нормативних матеріалів, діючих будівельних норм і державних стандартів.

Коротка характеристика ділянки.

Територія будівництва торгового центру розташована в південній частині м. Чортків по вул. Богдана Хмельницького.

Земельна ділянка межує:

- зі сходу – вул. Богдана Хмельницького;
- з заходу – існуючі будівлі та гаражі;
- з півдня - незавершене будівництво;
- з півночі – з промислово-складською зоною.

Рельєф ділянки відносно рівний з середніми відмітками ділянки 262,50 і перепадом висоти до 1,5 – 2,0 м. Загальний ухил ділянки- південно-західний.

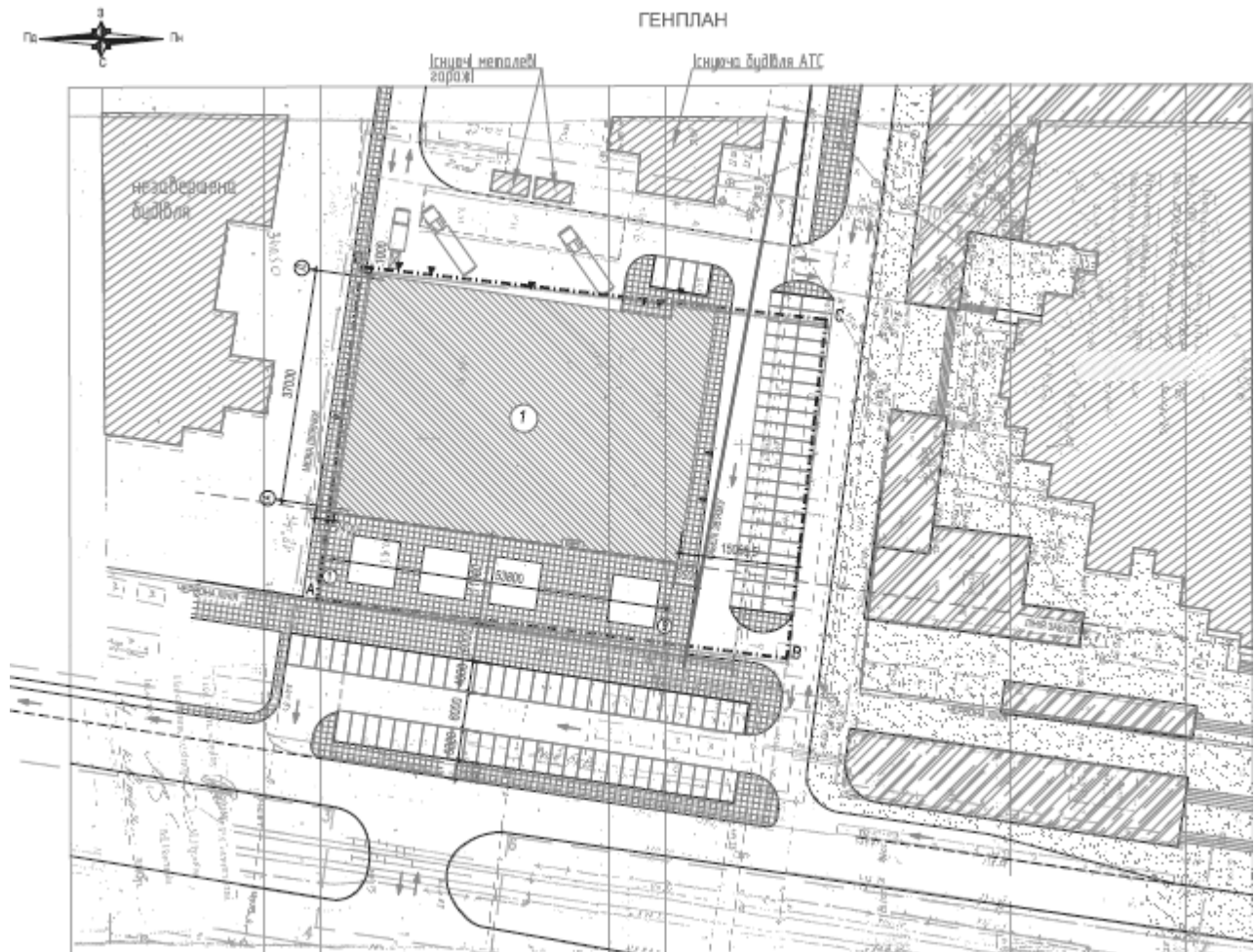
Ділянка вільна від забудови.

Існуючі зелені насадження частково збережені і включені в проект благоустрою.

Інженерні мережі, що проходять по території нанесені на топогеодезичні матеріали і погоджені з відповідними службами.

Генеральним планом (рис. 1.1) передбачено:

- будівництво одно- і частково двоповерхової споруди торгівельного центру розмірами в осях 53,90×37,38 м площею 2517,89 м²;
- влаштування гостьової стоянки для автомобілів з асфальтобетонним покриттям, розрахована на 108 автомобілів;
- влаштування асфальтового покриття проїздів та площадок;
- влаштування асфальтової відмостки та технічних тротуарів;
- влаштування покриття пішохідних доріжок із бетонної плитки;
- озеленення території посадкою дерев та посівом трав;
- влаштування на головному фасаді вказівника пожежного гідранта;
- зрізка родючого ґрунту на глибину 0,30 м.



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- | | |
|--|---|
| | Проектована споруда |
| | Існуючі будівлі |
| | Межі генплану, що розглядаються |
| | Межі ділянки |
| | Червона лінія |
| | Дороги та тротуари |
| | Місця для стоянки автомобілів - 108 шт |
| | Проектована дорога |
| | Проектовані пішохідні доріжки |
| | Існуючі пішохідні доріжки |
| | Існуючі газони |
| | Вхід в торговий центр |
| | Вхід для персоналу, технічні та евак. входи |

Рисунок 1.1 – Генплан ділянки будівництва

Розділ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок центрально-навантаженого фундаменту.

Збір навантаження на покрівлю наведено в табл. 2.1.

Визначення снігового навантаження [9, 10]:

$S_m = \gamma_{fm} S_0 C$ – граничне розрахункове навантаження

$\gamma_{fm} = 1,0$ – для будинків з терміном експлуатації 50 років

$S_0 = 1,40 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ – характеристичне значення снігового навантаження для

м. Чортків [7]

$$C = \mu C_e C_{alt}$$

де $\mu = 1$ (ухил даху $\alpha \leq 25^\circ$)

$C_e = 1$ (висота над рівнем моря $\leq 0,5 \text{ км}$)

$$C = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Граничне розрахункове навантаження:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 1,40 \cdot 1,0 \cdot 1 = 1,50 \text{ кПа}$$

Експлуатаційне розрахункове снігове навантаження:

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C,$$

де $\gamma_{fe} = 0,49$ при $\eta = 0,02$

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C = 0,49 \cdot 1,40 \cdot 1 = 0,69 \text{ кПа}$$

Прийmemo навантаження від обладнання на покрівлю $q = 1,0 \text{ кН / м}^2$.

Навантаження (характеристичне) від власної ваги залізобетонної колони по осі В складе

$$G_{kn} = (0,3 \times 0,3) \times 5,2 \times 25 = 11,7 \text{ кН}$$

Розрахункове навантаження від колони складе

$$G_{кр} = G_{kn} \times 1,1 = 11,7 \times 1,1 = 12,9 \text{ кН}.$$

Таблиця 2.1 – Збір навантаження на фундамент

№	Вид навантажень та їх розрахунок	Характеристичне навантаження кН/м ²	Коефіцієнт надійності γ_f	Розрахункове граничне навантаження g, кН/м ²
А. Постійне навантаження (g)				
1	Гідроізоляційна мембрана	0,03	1,2	0,04
2	Мінеральна вата DACHROCK MAX – 160 мм $t \cdot \rho = 0,16 \cdot 0,35 = 0,056 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	0,056	1,3	0,073
3	Профнастил VALEXMETAL TR 135	0,12	1,1	0,13
4	Металеві балки покриття	0,15	1,1	0,165
	Всього	0,356	-	0,408
Б. Змінне навантаження (v)				
1	Снігове навантаження	0,69		1,50
2	Від обладнання	0,91	1,1	1,0
	Всього	1,6		2,5

Власна вага фундаменту по осі В складе в першому наближенні 45 кН.

Вантажна площа на фундаменти по осі В складає:

$$A_{\phi} = B \times L = (6,11 + 6,275) \times 7,0 = 86,7 \text{ м}^2.$$

Отже, експлуатаційне (нормативне) навантаження на фундамент обчислимо:

$$N_{\phi} = (0,356 + 1,6) \times 86,7 + 11,7 + 45 = 226,3 \text{ кН}.$$

В якості основи під фундаменти за даними інженерно-геологічних вишукувань прийнято суглинок напівтвердий тугопластичний жовтосірий з

наступними фізико-механічними властивостями: $\gamma_{II} = 19,5 \text{ кН / м}^2$, $\varphi_{II} = 24^\circ$, $C_{II} = 16 \text{ кПа}$.

2.2. Визначення розрахункового опору ґрунту

Навантаження на стовпчастий фундамент складає $N = 236,2 \text{ кН}$.

Попередньо приймаємо розрахунковий опір ґрунту під подошвою $R = 1,5 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$

При центрально навантаженому фундаменті площа подошви фундаменту

$$A_{\phi} = \frac{N}{R - \beta \gamma_f d} = \frac{226,3}{150 - 20 \cdot 1,15} = 1,78 \text{ м}^2 \cong 1,8 \text{ м}^2$$

Розрахунковий опір ґрунту під подошвою фундаменту обчислимо за формулою [11]:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} \left(M_y k b \gamma_{11} + M_q d_1 \gamma'_{11} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{11} + M_c c_n \right)$$

де $k = 1,1$ – коефіцієнт, що залежить від розміру подошви плити;

$\gamma_{c1} = 1,25$, $\gamma_{c2} = 1,1$ – коефіцієнти умов роботи ґрунтової основи і умов роботи споруди у відповідності з основою;

$$M_y = 0,72, M_q = 3,87, M_c = 6,45 \text{ – згідно [12];}$$

$c_n = 16 \text{ кПа}$ – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під подошвою фундаменту;

$$d_1 = 1,2 \text{ м – розрахункове значення глибини закладання фундаменту;}$$

$$d_b = 0 \text{ – глибина підвалу;}$$

$$\gamma_{11} = 17,2 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \text{ – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що}$$

залягають вище подошви фундаменту;

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1,1} \times (0,72 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 19,5 + 3,87 \cdot 1,2 \cdot 17,2 + 6,45 \cdot 16) = 250 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Тоді, приймаючи розміри фундаменту в плані $1800 \times 1400 \text{ мм}$, тиск під подошвою становитиме

$$\frac{236,2}{1,4 \times 1,8} + 20 \times 3 = 153 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} < R = 250 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Умова задовольняється, несуча здатність фундаменту забезпечена.

Матеріал фундаментів – бетон класу В20. Бетонна підготовка під фундаменти з бетону класу В10 товщиною 100 мм.

Вертикальні стержні армування підколонника приймаємо $\varnothing 16$ А400С, горизонтальні $\varnothing 8$ А240С. Вертикальні випуски з плитної частини фундаменту для їх анкетування в підколонній частині приймемо $\varnothing 10$ А400С (рис. 2.1).

2.3. Розрахунок залізобетонної колони першого поверху

Навантаження, що діють на покриття одноповерхової частини торговельного центру обчислені в табл. 2.2.

Обчислення навантаження на перекриття

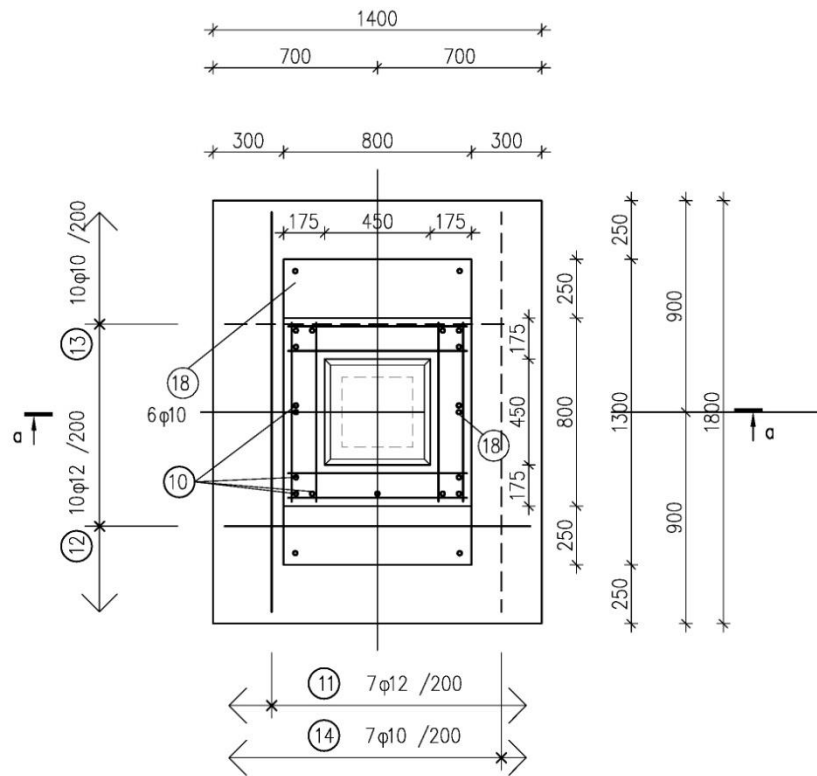
Вантажна площа для колони по осі В становить

$$A_{\phi} = B \times L = (6,11 + 6,275) \times 7,0 = 86,7 \text{ м}^2$$

Розрахункове навантаження, що діє на колону, запишеться:

- від покрівлі $N_1 = 0,408 \times 86,7 = 35,4 \text{ кН}$
- від снігового навантаження $N_2 = 1,5 \times 86,7 = 130,1 \text{ кН}$
- від дахового обладнання $N_3 = 1 \times 86,7 = 86,7 \text{ кН}$
- вага колони $N_4 = 12,9 \text{ кН}$

$$\begin{aligned} \text{Повне навантаження на колону } N &= N_1 + N_2 + N_3 + N_4 \cdot 0,95 = \\ &= 35,4 + 130,1 + 86,7 + 12,9 \cdot 0,95 = 264,5 \text{ кН} . \end{aligned}$$



a-a

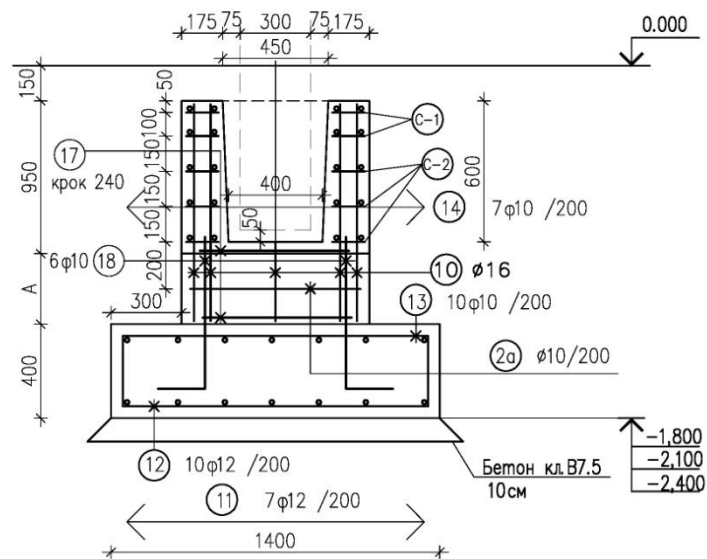


Рисунок 2.1 – Конструкція і схема армування монолітного фундаменту S2 – 1

Таблиця 2.2 – Збір навантаження на перекриття

№	Вид навантажень та їх розрахунок	Характеристичне навантаження кН/м ²	Коефіцієнт надійності γ_f	Розрахункове граничне навантаження g, кН/м ²
А. Постійне навантаження (g)				
1	Гідроізоляційна мембрана	0,03	1,2	0,04
2	Мінеральна вата DACHROCK MAX – 160 мм $t \cdot \rho = 0,16 \cdot 0,35 = 0,056 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	0,056	1,3	0,073
3	Профнастил VALEXMETAL TR 135	0,12	1,1	0,13
4	Металеві балки покриття	0,15	1,1	0,165
	Всього	0,356	-	0,408
Б. Змінне навантаження (v)				
1	Снігове навантаження	0,69		1,50
2	Від обладнання	0,91	1,1	1,0
	Всього	1,6		2,5

Розрахунок колони

За розрахункове навантаження на колону приймаємо величину навантаження зібраного з вантажної площі колони $N = 264,5$ кН.

Переріз колони обираємо 30×30 см, згідно конструктивного рішення будинку. Призначаємо клас важкого бетону В25. Характеристики міцності бетону класу В25: $f_{cd} = 14,5$ МПа, модуль пружності $E_b = 30 \times 10^3$ МПа. Коефіцієнт умов роботи бетону $\gamma_{b2} = 0,9$.

Призначаємо арматуру класу А400С. Характеристики міцності арматури класу А400С: $f_{yd} = 365$ МПа, модуль пружності $E_s = 20 \times 10^4$ МПа.

Розрахункова довжина колони [13]:

$$l_{ef} = \mu H = 0,7 \times 5,65 = 3,96 \text{ м.}$$

Відстань від центра ваги арматури до найближчих граней поперечного перерізу колони $a = a' = 4,0 \text{ см.}$

Коефіцієнт приведення площі арматури до бетону:

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20 \times 10^4}{30 \times 10^3} = 6,67.$$

Коефіцієнт армування $\mu = 0,015$.

Момент інерції поперечного перерізу колони:

$$I_b = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \times 30^3}{12} = 67500 \text{ см}^4.$$

Момент інерції арматури відносно осі, що проходить через центр ваги перерізу:

$$I_s = \mu bh(0,5h - a)^2 = 0,015 \times 30 \times 30 \times (0,5 \times 30 - 4,0)^2 = 1633,52 \text{ см}^4.$$

Коефіцієнт, який враховує вплив тривалості дії навантаження на прогинання елемента $\varphi_1 = 1$ [14].

Випадковий ексцентриситет:

$$e_a = \frac{h}{30} = \frac{30}{30} = 1,0 \text{ см;}$$

$$e_a = \frac{l_{ef}}{600} = \frac{396}{600} = 0,66 \text{ см.}$$

Приймаємо $e_a = 1,0 \text{ см.}$

Ексцентриситет розрахункового зусилля відносно центра ваги перерізу $e_0 = e_a = 1,0 \text{ см.}$

Мінімальне значення коефіцієнта δ :

$$\delta_{min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_{ef}}{h} - 0,01 f_{cd} \gamma_{b2} = 0,5 - 0,01 \frac{396}{30} - 0,01 \cdot 13,05 = 0,238.$$

Відносний ексцентриситет:

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{1}{30} = 0,033.$$

Перевіряємо умову:

$$\delta_{min} < \delta_e :$$

$$\delta_{min} = 0,238 > \delta_e = 0,033,$$

тому приймаємо $\delta = 0,238$.

Критична сила, яка буде прийнята колоною:

$$\begin{aligned} N_{cr} &= \frac{6,4E_b}{l_{ef}^2} \left[\frac{I_b}{\varphi_1} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha I_s \right] = \\ &= \frac{6,4 \times 30 \times 10^2}{396^2} \left[\frac{67500}{1} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,238} + 0,1 \right) + 6,67 \times 1633,52 \right] = 4850,1 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Перевіряємо умову

$$N < N_{cr} :$$

$$N = 264,5 \text{ кН} < N_{cr} = 4850,1 \text{ кН}.$$

Умова виконується.

Коефіцієнт, що враховує поздовжній згин:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{264,5}{4850,1}} = 1,058$$

Робоча висота поперечного перерізу:

$$d = h - a' = 30 - 4,0 = 26 \text{ см}.$$

Відстань від розрахункового зусилля N до рівнодійної зусилля в арматурі:

$$e = \eta \cdot e_0 + 0,5h - a' = 1,058 \cdot 1,0 + 15 - 4,0 = 12,1 \text{ см}.$$

Характеристика стиснутої зони бетону:

$$\omega = \alpha - 0,008 f_{cd} \gamma_{b2} = 0,85 - 0,008 \times 13,05 = 0,746.$$

Гранична відносна висота стиснутої зони бетону:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,746}{1 + \frac{365}{500} \times \left(1 - \frac{0,746}{1,1} \right)} = 0,604.$$

Розрахункові коефіцієнти:

$$\delta = \frac{a'}{d} = \frac{40}{260} = 0,154;$$

$$\alpha_n = \frac{N}{f_{cd}\gamma_{b2}bd} = \frac{264,5}{13,05(0,1) \times 30 \times 26} = 0,259;$$

$$\alpha_m = \frac{Ne}{f_{cdb}\gamma_{b2}bd^2} = \frac{264,5 \times 10,0}{13,05(0,1) \times 30 \times 26^2} = 0,01.$$

Необхідна площа робочої арматури:

$$A_s = A'_s = \frac{f_{cd}bd(\alpha_m - \alpha_n(1 - 0,5\alpha_n))}{f_{yd}(1 - \delta)} =$$

$$= \frac{13,05(0,1) \times 30 \times 26 \times (0,01 - 0,259 \times (1 - 0,5 \times 0,259))}{365(0,1) \times (1 - 0,238)} = 0,96 \text{ см}^2.$$

Конструктивно приймаємо 8Ø16 А400С.

Коефіцієнт армування:

$$\mu = \frac{A_s + A'_s}{bh} = \frac{8,04 \times 2}{30 \times 30} = 0,018.$$

Так як отриманий коефіцієнт армування відрізняється від прийнятого при визначенні умовної критичної сили, то проводимо повторний розрахунок з уточненням μ :

$$I_s = \mu bh(0,5h - a)^2 = 0,018 \times 30 \times 30 \times (0,5 \times 30 - 4,0)^2 = 1960,2 \text{ см}^4.$$

$$N_{cr} = \frac{6,4E_b}{l_{ef}^2} \left[\frac{I_b}{\varphi_1} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha I_s \right] =$$

$$= \frac{6,4 \times 30 \times 10^2}{396^2} \left[\frac{67500}{1} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,238} + 0,1 \right) + 6,67 \times 1960,2 \right] = 5116,9 \text{ кН}.$$

$$N < N_{cr} :$$

$$N = 264,5 \text{ кН} < N_{cr} = 5116,9 \text{ кН}.$$

Умова виконується.

Висота стиснутої зони:

$$x = \frac{N}{f_{cdb}\gamma_{b2}b} = \frac{264,5}{13,05 \times 0,1 \times 30} = 6,74 \text{ см}.$$

Гранична висота стиснутої зони:

$$x_R = \xi_R h_0 = 0,604 \times 26 = 15,7 \text{ см.}$$

Перевіряємо умову:

$$x < x_R :$$

$$x = 6,74 \text{ см} < x_R = 15,7 \text{ см.}$$

Умова виконується.

$$\alpha = \frac{f_{yd} A_s}{f_{cdb} \gamma_{b2} b h_0} = \frac{365 \times 0,1 \times 6,03}{13,05 \times 0,1 \times 30 \times 26} = 0,156.$$

Відносна висота стиснутої зони бетону:

$$\xi = \frac{\alpha_n (1 - \xi_R) + 2\alpha \xi_R}{1 - \xi_R + 2\alpha} = \frac{0,259 \times (1 - 0,604) + 2 \times 0,156 \times 0,604}{1 - 0,604 + 2 \times 0,156} = 0,313.$$

Згинальний момент, який може бути сприйнятий колоною:

$$\begin{aligned} N_{cr} e &= f_{cd} \gamma_{b2} b d^2 \xi (1 - 0,5\xi) + f_{yd} A'_s d (1 - \delta) = \\ &= 13,05(0,1) \times 30 \times 26^2 \times 0,313 \times (1 - 0,5 \times 0,313) + 365(0,1) \times 6,03 \times \\ &\quad \times 26 \times (1 - 0,238) = 11347,8 \text{ кН} \cdot \text{см.} \end{aligned}$$

Граничне стискувальне зусилля, яке може бути сприйняте колоною:

$$N_{cr} = \frac{N_{cr} e}{e} = \frac{11347,8}{10} = 1134,8 \text{ кН.}$$

Перевіряємо умову:

$$N < N_{cr} :$$

$$N = 264,5 \text{ кН} < N_{cr} = 1134,8 \text{ кН.}$$

Умова виконується. Міцність забезпечена.

Поперечну арматуру колони приймаємо конструктивно $\varnothing 6A240C$ з кроком 240 мм, що не більше $20d = 20 \times 16 = 320$ мм.

2.4. Підбір перерізу металевої балки настилу.

Збір навантаження на покрівлю наведено в табл. 2.3.

Визначення снігового навантаження:

$S_m = \gamma_{fm} S_0 C$ – граничне розрахункове навантаження.

$\gamma_{fm} = 1,0$ – для будинків з терміном експлуатації 50 років.

$S_0 = 1,40 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$ – характеристичне значення снігового навантаження для

м. Чортків [7].

Таблиця 2.3 – Збір навантаження на покрівлю

№	Вид навантажень та їх розрахунок	Характеристичне навантаження кН/м ²	Коефіцієнт надійності γ_f	Розрахункове граничне навантаження g, кН/м ²
А. Постійне навантаження (g)				
1	Гідроізоляційна мембрана	0,03	1,2	0,04
2	Мінеральна вата DACHROCK MAX – 160 мм $t \cdot \rho = 0,16 \cdot 0,35 = 0,056 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	0,056	1,3	0,073
3	Профнастил VALEXMETAL TR 135	0,12	1,1	0,13
3	Мінеральні плити DACHROCK Max t=100 мм	0,15	1,3	0,195
4	Профнастил	0,15	1,1	0,165
	Всього	0,506	-	0,603
Б. Змінне навантаження (v)				
1	Снігове навантаження	0,69		1,40
2	Від обладнання	0,91	1,1	1,0
	Всього	2,106		3,03

$$C = \mu C_e C_{alt}$$

$$\mu = 1 \quad (\text{ухил даху } \alpha \leq 25^\circ)$$

$$C_e = 1 \quad (\text{висота над рівнем моря } \leq 0,5 \text{ км})$$

$$C = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Граничне розрахункове навантаження:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 1,40 \cdot 1,0 \cdot 1 = 1,50 \text{ кПа}$$

Експлуатаційне розрахункове снігове навантаження:

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C,$$

де $\gamma_{fe} = 0,49$ при $\eta = 0,02$

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C = 0,49 \cdot 1,40 \cdot 1 = 0,69 \text{ кПа}.$$

Навантаження від обладнання.

Прийmemo навантаження від обладнання на покрівлю $q = 1,0 \text{ кН/м}^2$.

Навантаження на другорядні балки.

Крок балок $a = 1950 \text{ мм}$. Тоді при прольоті другорядних балок $l = 7000 \text{ мм}$

$$q = g \cdot a = 3,03 \cdot 1,95 = 5,90 + 0,2 = 6,1 \text{ кН/м},$$

де $0,2 \text{ кН/м}$ – навантаження від власної ваги балок.

Максимальний момент:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L_1^2}{8} = \frac{6,1 \cdot 7^2}{8} = 37,3 \text{ кНм}$$

З умови пружної стадії роботи балки на згин необхідний момент опору:

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{\gamma_c \cdot R_y} = \frac{37,3 \cdot 100}{1 \cdot 240 \cdot 0,1} = 155,4 \text{ см}^3,$$

де γ_c – коефіцієнт умов роботи, $\gamma_c = 1$;

R_y – розрахунковий опір сталі С245 товщиною 2...20 мм, $R_y = 240 \text{ МПа}$.

Прийmemo швелер №22 з $W_x = 192 \text{ см}^3$, $I_x = 2110 \text{ см}^4$.

Тоді прогин посередині прольоту балки становить.

$$f_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n \cdot L_1^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{2,3 \cdot 700^4}{100 \cdot 2,06 \cdot 10^4 \cdot 2110} = 1,65 \text{ см} < \frac{L_1}{200} = \frac{700}{200} = 3,5 \text{ см}$$

де $\frac{L_1}{200}$ – граничний прогин балки прольотом 7 м [15].

Умови міцності і жорсткості для швелера №22 задовольняються.

2.5. Розрахунок конструкції кріплення димової труби

Необхідно запроектувати несучі конструкції кріплення димової труби котельні торгівельного центру. Відмітка труби 18,900 м від рівня планування. Загальний вигляд конструкції кріплення димової труби торгівельного центру наведено на рис. 2.2.

Граничне розрахункове вітрове навантаження знайдемо за формулою [9]:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C$$

де $\gamma_{fm} = 1,00$ – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження для будівлі з терміном експлуатації 50 років;

$W_0 = 550$ Па – характеристичне значення вітрового тиску для м. Чортків [7].

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d$$

де C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт визначаємо згідно з [9] (рис. 2.3).

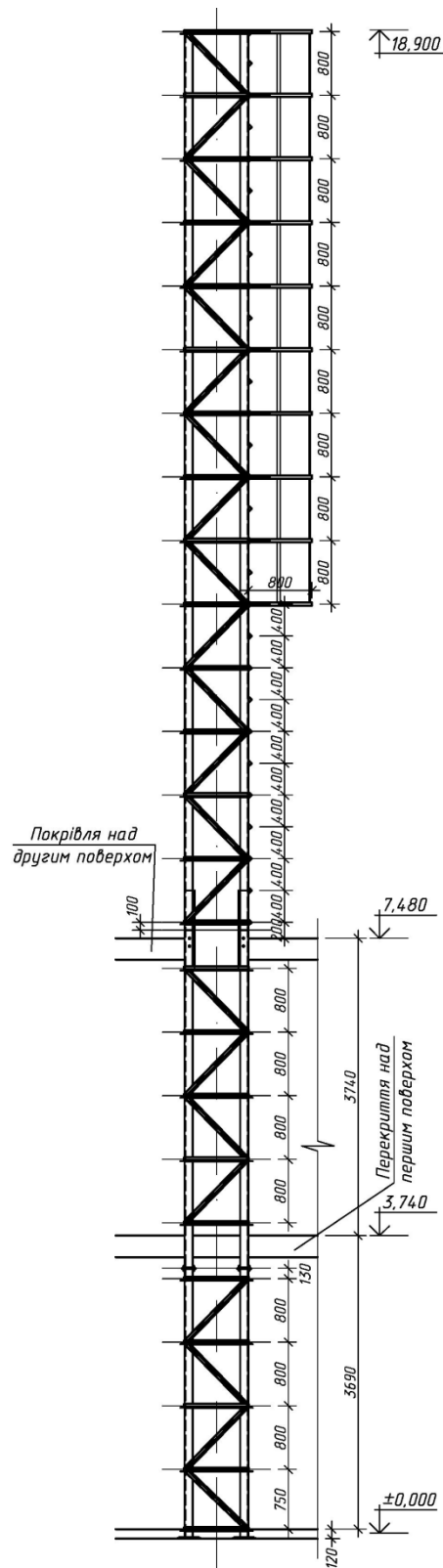
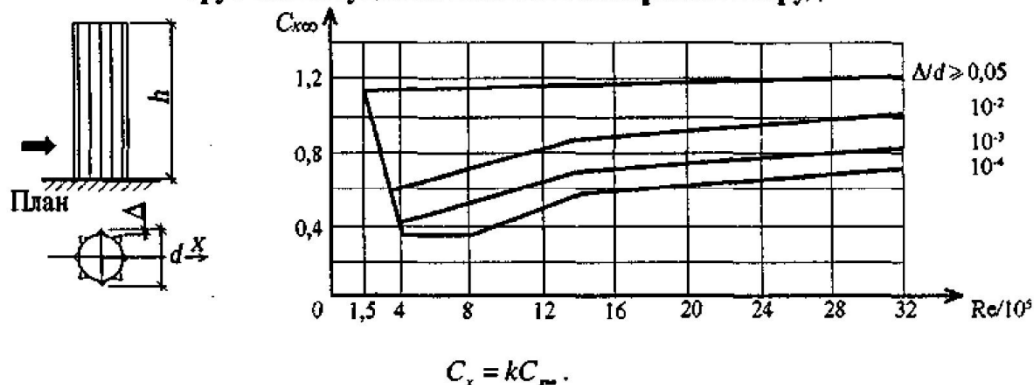


Рисунок 2.2 – Конструкція кріплення димової труби

Знайдемо число Рейнольдса $R_e = 0,88d \left(\sqrt{W_0} \cdot k(z) \gamma_f \right) \cdot 10^5$

Схема 14. Споруди та їхні елементи з круговою циліндричною поверхнею (резервуари, градирні, вежі, димарі), проводи і троси, а також круглі трубчасті і суцільні елементи наскрізних споруд



k — визначається за табл.1 схеми 13;

$C_{x\infty}$ — визначається за графіком.

Рисунок 2.3 – Визначення аеродинамічного коефіцієнту [9].

При $d = 1,2$ м, $z = h = 18$ м. Для типу місцевості IV (міська територія) і

$$\gamma_f = 1 \quad k(z) = C_h = 2,2$$

$$\text{Тоді } R_e = 0,88 \cdot 1,2 \left(\sqrt{550} \cdot 2,2 \cdot 1 \right) \cdot 10^5 = 37 \cdot 10^5$$

Для димової труби коефіцієнт лобового опору $C_{aer} = C_x = k \cdot C_{x\infty}$, $C_{x\infty} = 1,2$

$$\lambda = \frac{l}{b} = \frac{h}{d} = \frac{15}{1,2} = 12,5$$

За [9] схема 13, табл. 1 $\lambda_e = 2\lambda = 2 \cdot 12,5 = 25 \rightarrow k = 1,0$

Тоді $C_{aer} = C_x = k \cdot C_{x\infty} = 1,0 \cdot 1,2 = 1,2$.

$$C_h = 1,4$$

$C_{alt} = 1$ – коефіцієнт географічної висоти;

$C_{rel} = 1$ – коефіцієнт мікрорельєфу;

$C_{dir} = 1$ – коефіцієнт напрямку;

$C_d = 1,05$ – коефіцієнт динамічності.

Отже, $C = 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 = 1,8$.

Граничне розрахункове значення вітрового тиску

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C_1 = 1,0 \cdot 550 \cdot 1,8 = 990 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cong 1 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

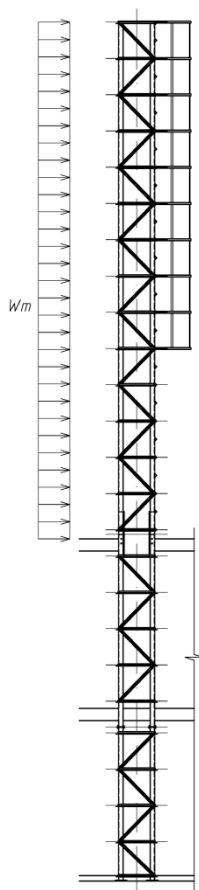


Рисунок 2.4 – Схема прикладення вітрового навантаження

Вітрове зусилля на конструкцію кріплення труби прикладене за схемою на рис. 2.4:

$$W_{mp} = W_m a = 1,0 \cdot 0,8 = 0,8 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Тоді момент, що виникає у припорному перерізі конструкції, рівний

$$M = W_{mp} \cdot l \cdot l_1 = 0,8 \cdot 11 \cdot (18,9 - 5) = 122,3 \text{ кНм}$$

Конструкція кріплення труби котельні являє собою 4 кутники, з'єднаних між собою по висоті решіткою. Виходячи з конструктивних міркувань, а саме діаметру димової труби котельні – 750 мм – прийємо відстань між гранями несучих елементів конструкції (кутниками) 800 мм. Попередньо прийємо наступні перерізи несучих конструкцій (для жорсткісних характеристик): поздовжні елементи – кутники 100×100 мм, решітка – кутники 50×50 мм. Елементи решітки

кріпляться до поздовжніх кутників через фасонки. Поздовжні елементи конструкції кріпляться до фундаменту анкерними болтами і приварені до закладних деталей.

Виходячи з прийнятих перерізів власна вага елементів конструкції складе:

$$N = (q_{кутн} + q_{труби}) \cdot \gamma_f = ((15,1 \cdot 4 \cdot 18) + 25 \cdot 18 + 330) \cdot 1,05 = 1960 \text{ кг} \cong 20 \text{ кН}$$

де $q_{кутн}$ – власна вага кутників конструкції; $q_{труби}$ – власна вага димової труби.

Конструкція кріплення труби кріпиться до монолітного фундаменту за допомогою чотирьох анкерних болтів.

Зусилля, що припадає на 1 болт:

$$P = \frac{1}{n} \left(\frac{M}{h} - \frac{N \cdot b}{h} \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{122,3}{0,8} - \frac{20 \cdot 0,4}{0,8} \right) = \frac{1}{4} (140,6 - 8,5) = 33,0 \text{ кН}$$

де $n = 4$ – кількість болтів, h – відстань між центрами болтів (див. рис. 2.5)

Тоді площа одного болта

$$A_b = \frac{k_0 \cdot P}{R_b} = \frac{1,15 \cdot 33,0}{145 \cdot (0,1)} = 2,62 \text{ см}^2,$$

де $R_b = 145 \text{ МПа}$ – розрахунковий опір металу болта на розтяг для болтів зі сталі ВСт3кп2.

Попередньо приймаємо болти М24 з розрахунковою площею перерізу $A_{sa} = 3,52 \text{ см}^2$.

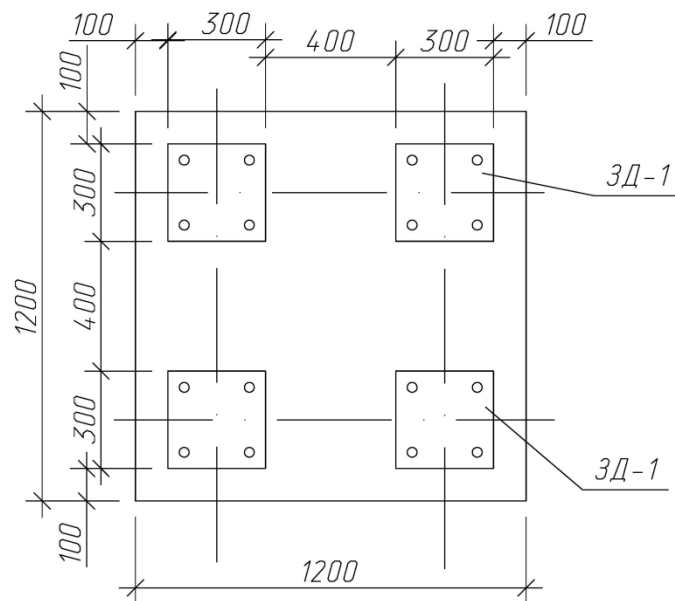
Величина зусилля попереднього натягу болтів

$$F_1 = \frac{k \cdot (Q - N \cdot f)}{n \cdot f} = \frac{1,3 \cdot (23 - 17 \cdot 0,25)}{4 \cdot 0,25} = 24,4 \text{ кН},$$

де f – коефіцієнт тертя рівний 0,25; $k = 1,3$; $n = 4$ болта.

У випадку сумісної дії вертикальних і горизонтальних (зсуваючих) сил площу поперечного перерізу болта визначимо:

$$A_{sa} = \frac{k \cdot k_0 \cdot P + F_1}{k \cdot R_{ba}} = \frac{1,3 \cdot 1,15 \cdot 33,0 + 24,4}{1,3 \cdot 145 \cdot 0,1} = 3,91 \text{ см}^2$$



ПЛАН ФМ-1
(РОЗМІЩЕННЯ АКЕРНИХ БОЛТІВ)

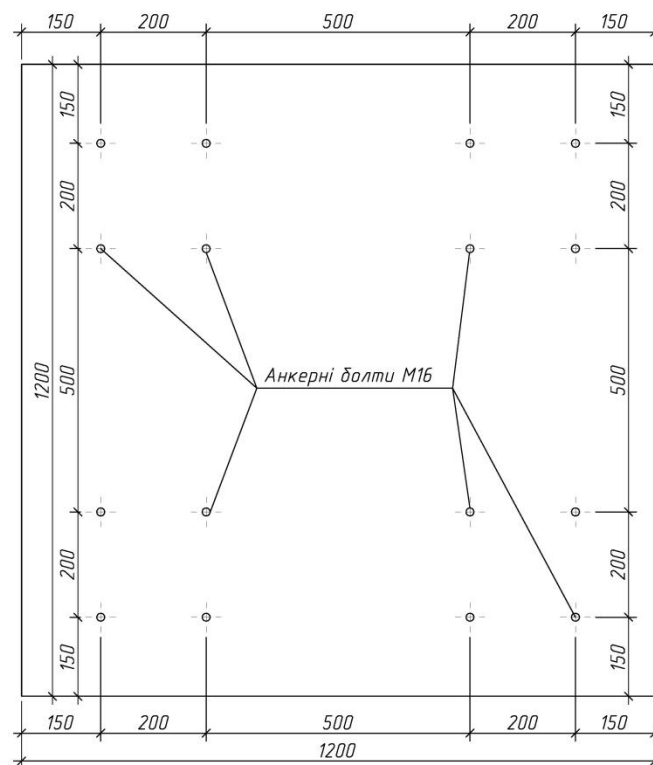


Рисунок 2.5 – Схема розташування анкерів

Конструктивно приймаємо 4 групи болтів по 4 штуки, тобто 4 М16 з
 $A_{sa} = 8,04 \text{ см}^2 > A_{sa, \text{необх}} = 3,91 \text{ см}^2$.

Глибина анкерування болта у фундаменті $25d = 25 \cdot 16 = 400 \text{ мм}$.

Приймаємо глибину анкерування 450 мм.

Розрахунок несучої конструкції труби на дію вітрового навантаження промодельюємо за допомогою розрахункової програми МІРАЖ (рис. 2.6), задавши необхідними жорсткісними характеристиками матеріалу конструкцій, умовами закріплення опорних вузлів і відповідним навантаженням.

Результати розрахунку показано на рис. 2.7.

Завантаження 1

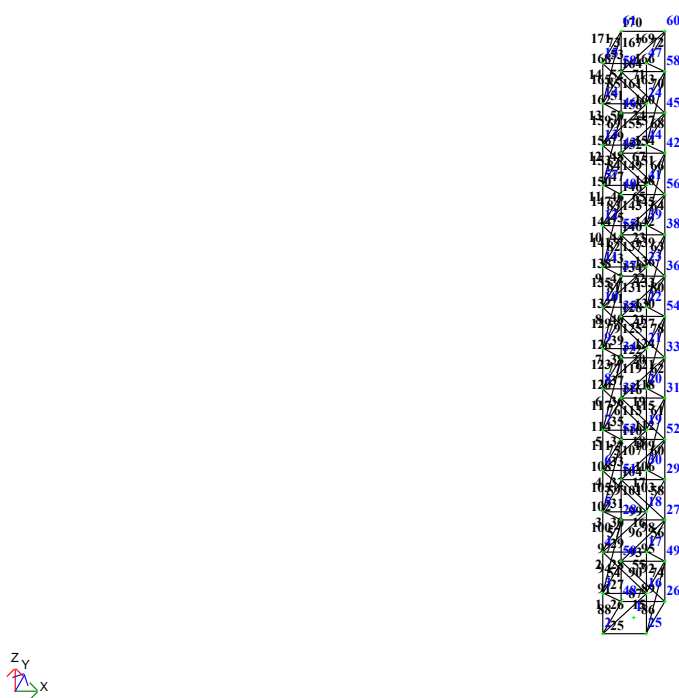


Рисунок 2.6 – Розрахункова схема конструкції кріплення труби

Загружение 1
Элемент N
Единицы измерения - т

z
y
x
Минимальное усилие -0.516346
Максимальное усилие 0.00837403

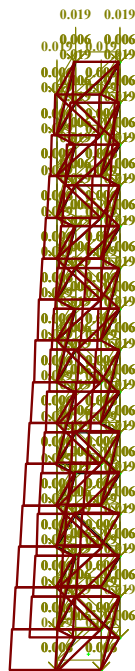


Рисунок 2.7 – Зусилля в стержнях конструкції кріплення труби від змінного навантаження

Перевірка прийнятих перерізів конструкції кріплення труби.

Момент інерції перерізу відносно вертикальної осі у складі:

$$I_y = 2 \left[2(I_{y1} + A \cdot a^2) \right] = 2 \left[2(179 + 19,2 \cdot 35^2) \right] = 94796 \text{ см}^4,$$

де I_{y1} – момент інерції окремого кутника відносно власної осі

Сталь металевих кутників С245 з $R_y = 240$ МПа .

У загальному випадку повинна задовольнятися умова

$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_y}{I_{yn}} \cdot x \leq R_y \cdot \gamma_c,$$

При $N = 20$ кН ; $M = 122,3$ кНм ; $x = 35$ см .

$$\frac{20}{4 \cdot 19,2} \pm \frac{122,3 \cdot 100}{94796} \cdot 35 = 4,77 < 24 \cdot 0,9 = 21,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Умова міцності складеного перерізу виконується.

Перевірка на стійкість.

$$\text{Умова } \frac{N}{\varphi_e \cdot A_n} \leq R_y \cdot \gamma_c, \text{ де } \varphi_e \rightarrow f(\overline{\lambda}_{ef}; m) \quad m = e \frac{A \cdot a}{I}$$

Ексцентриситет прикладання сили

$$e = \frac{M}{N} = \frac{122,3}{20} = 6,12 \text{ м.}$$

$$\text{Тоді } m = 6,12 \cdot 100 \frac{4 \cdot 19,2 \cdot 47,5}{157413} = 15,34$$

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + A \left(\frac{\alpha_1}{A_{d1}} + \frac{\alpha_2}{A_{d2}} \right)},$$

де λ – найбільша гнучкість стержня

$$\text{При } \lambda = 120 \quad \alpha = 10 \cdot \frac{a^3}{b^2 \cdot l} = 10 \cdot \frac{1275^3}{904^2 \cdot 900} = 28,2$$

Для розкосу кутника 50×5 $A = 4,80 \text{ см}^2$.

$A_{d1} = 2 \cdot 4,80 = 9,6 \text{ см}^2$; $A_{d2} = 9,6 \text{ см}^2$. Тоді

$$\lambda_{ef} = \sqrt{120^2 + 4 \cdot 19,2 \left(\frac{28,2}{9,6} \cdot 2 \right)} = 122$$

Тоді при $m = 15,34$ і $\lambda_{ef} = 122$ $\varphi_e = 0,052$.

Тоді умова стійкості виконується:

$$\frac{N}{\varphi_e \cdot A_n} = \frac{20}{0,052 \cdot 4 \cdot 19,2} = 4,26 \leq 24 \cdot 0,9 = 21,6 \text{ кН/см}^2$$

Стійкість стержнів забезпечена.

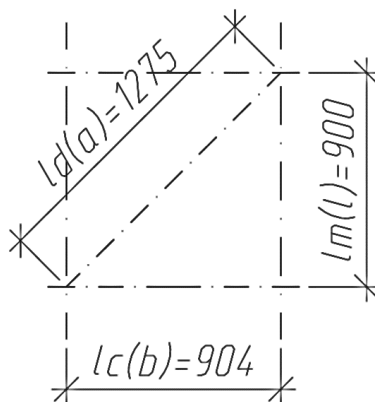


Рисунок 2.8 – Схема для визначення осьових відстаней

Розрахункові довжини стержнів (див. рис. 2.8):

$$l_{ef} = l_m = 90 \text{ см} - \text{пояс}$$

$$l_{ef} = \mu_d l_d = 0,918 \cdot 123 = 113 \text{ см} - \text{розкіс, } \mu_d - \text{коэф. розрахункової довжини}$$

розкосу

$$l_{ef} = 0,8 l_c = 0,8 \cdot 96 = 76,8 \text{ см} - \text{розпірка}$$

$$\frac{l}{i_{\min}} = \frac{1230}{15,3} = 80,4$$

$$n = \frac{I_{m,\min} \cdot l_d}{I_{d,\min} \cdot l_m} = \frac{179 \cdot 123}{11,2 \cdot 90} = 21,8$$

де $I_{m,\min}$ – мінімальний момент інерції перерізу поясу;

$I_{d,\min}$ – мінімальний момент інерції перерізу розкосу.

$$\mu_d = 0,56 + 28,8 \frac{i_{\min}}{l} = 0,56 + 28,8 \frac{1,53}{123} = 0,918$$

Гнучкості елементів конструкції кріплення труби:

$$1) \text{ пояс } \lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{90}{3,05} = 29,5$$

$$2) \text{ розкіс } \lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{113}{1,53} = 73,9$$

$$3) \text{ розпірка } \lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{76,8}{1,53} = 50,2$$

Зварні з'єднання

При розрахунку зварного з'єднання з огляду на метал шва

$$\frac{N}{n \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w} \leq R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c$$

При $\beta_f = 0,7$, $\gamma_{wf}, \gamma_c = 1$

$$N = \beta_f \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{wf} = 0,7 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 180 \cdot 0,1 = 69,3 \text{ кН}$$

Міцність зварного шва (по металу шва) забезпечена.

Розділ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1. Аналіз стану проблеми дослідження ефективності вогнезахисту залізобетонних конструкцій під час пожежі

До тримких конструкції залізобетонних каркасів промислових та громадських будівель висувається значна кількість вимог щодо їх механічних властивостей. Процес їх визначення добре відомий та описаний в численних джерелах [3, 10, 16-19]. Разом з тим, для даних типів будівель велику загрозу становлять надзвичайні ситуації, найбільш частими з яких є пожежі. Врахування даного фактору спричиняє підвищення вимог до тримких елементів конструкцій, які окрім забезпечення механічної міцності повинні також довгий час протидіяти впливу негативних факторів пожежі. Необхідний час пожежної стійкості залежить від класу вогнестійкості будівлі та визначається нормативними документами [5, 6].

Основним небезпечним чинником пожежі, що впливає на поведінку залізобетонних конструкцій безумовно є температура. Вже при незначному нагріванні вище 150°C в структурі бетону проходять механічні та хімічні процеси, які негативно впливають на міцність виробів. [16]

При досягненні температури $250-300^{\circ}\text{C}$ починається процес руйнування структури бетону. Критичною за даними багатьох досліджень вважається температура в 400°C [16], при якій починається незворотній процес розкладу кальцитів та вибухове руйнування приповерхневих шарів.

Даний ефект виникає за рахунок швидкого випаровування хімічно зв'язаної води в складі бетону та стрімкого розширення утворених газів. Очевидно, що чим вища вологість бетону, тим більшу небезпеку складає явище вибухового руйнування. Небезпечним вважається перевищення рівня вологості елементів конструкцій в 3,5% [18]. Експериментальні дослідження вказують на те, що протікання даних процесів починається вже через 5–15хвилин після початку вогневого впливу на конструкції. [17]

При цьому напруження швидко перевищують граничні значення для матеріалу і окремі ділянки поверхневого шару відколюються. Глибина таких ділянок може досягати 5 см, що в багатьох випадках більше захисного шару арматури. Оголена арматура надзвичайно швидко нагрівається внаслідок вогневого впливу та втрачає свої тримкі властивості, а це може призводити до швидкого наростання деформацій в залізобетонних елементах та настання граничного стану.

Наступним критичним етапом при нагріванні бетонних конструкцій є температура в 500°C , яка спричиняє фазові зміни в молекулах кварцу, що призводять до збільшення їх об'єму [16]. В свою чергу це призводить до зростання механічних напружень в локальних ділянках бетонних конструкцій, в яких вже діють додаткові підвищені напруження за рахунок теплового навантаження.

Подальше зростання температури призводить до стрімкого зниження міцності залізобетонних елементів. Практичні дослідження показують, що при нагріванні до 650°C градусів тримка здатність залізобетону знижується на 50% , а при нагріванні до 1000°C складає лише 10% від початкової. [16]

Додаткову небезпеку для залізобетонних елементів складає процес гасіння пожежі, оскільки використання води при цьому призводить до високих температурних градієнтів в перерізах елементів. Це в свою чергу веде до значних температурних напружень та утворення термоусадочних тріщин. Хоч після припинення вогневого впливу бетон здатний частково відновлювати механічну міцність, цей процес є недостатньо вивченим та вимагає обов'язкового обстеження конструкції, що постраждали внаслідок пожежі, з метою визначення їх тримкої здатності та придатності до подальшої експлуатації.

Для зменшення описаного вище негативного впливу температурних чинників пожежі на тримку здатність залізобетонних елементів використовуються різні способи вогнезахисту конструкцій. Найширше поширення отримали наступні методи:

- облицювання вогнетривкими матеріалами;
- використання штукатурних покриттів на основі гідравлічних в'язучих;

- застосування тонких захисних покриттів у вигляді фарб та емульсій, що спінуються при нагріванні.

Детальніше дані способи були розглянуті та описані в ряді робіт зокрема [20-23].

На практиці при потребі додаткового вогнезахисту тримких залізобетонних елементів часто постає проблема вибору оптимального способу вогнезахисту, котрий з одного боку забезпечують необхідну пожежну стійкість елементів, а з іншого буде економічно доцільним. Таким чином, розробка заходів вогнезахисту тримких конструкцій є актуальним завданням

Тому метою даної роботи є розробка методики оцінювання ефективності вогнезахисту елементів будівельних конструкцій запроєктованого торговельного центру в м Чортків.

Для досягнення вказаної мети було сформульовано наступні задачі:

- проаналізувати актуальні методи вогнезахисту конструкцій будівель громадського призначення;
- запропонувати та апробувати методику оцінювання пожежної стійкості тримких залізобетонних елементів конструкції при використанні різних методів вогнезахисту.

3.2. Запропонована методика проведення досліджень ефективності вогнезахисту

Для дослідження ефективності вогнезахисту залізобетонних конструкцій можна використовувати як натурні випробування, так і комп'ютерні моделюючі експерименти [20]. В першому випадку проведення випробувань, очевидно, пов'язане з довготривалим та затратним процесом виготовлення зразків, а також вимагає спеціального обладнання для вимірювання температури та контролю процесу горіння з метою якнайкращого відтворення режиму стандартної пожежі.

В даній роботі використаємо підхід з моделюванням процесу горіння з використанням методу скінчених елементів. Існує кілька комерційних та відкритих програмних пакетів, які реалізують даний функціонал. Для проведення досліджень в даній роботі обрано програмний пакет PyroSim 2015.

Для порівняння ефективності різних способів вогнезахисту конструкцій було створено ряд тривимірних моделей з джерелом горіння, що відтворює режим стандартної пожежі за [6]. Тривалість горіння для всіх випадків встановлена на рівні 300 хвилин, оскільки після цього процес стає стаціонарним, тобто температура всіх елементів системи не змінюється в подальшому. Також варто відзначити, що в процесі моделювання не брали до уваги руйнування матеріалу колони чи вогнезахисних покриттів внаслідок впливу чинників пожежі.

Спочатку виконували моделювання впливу температура на залізобетону колону без додаткових заходів вогнезахисту (базова модель). Переріз колони прийнято у відповідності з проектом 300×300 мм, висота поверху 3,2 м. Використали бетон класу С30/25 з арматурою класу А400С відповідно до прийнятого в проекті. Фізико-механічні властивості залізобетону, що були використані в моделі, наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики залізобетону

Назва показника	Значення
Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$	2280
Питома теплоємність, $\text{кДж}/\text{кг}\cdot\text{К}$	1,04
Теплопровідність, $\text{Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$	1,8

Для визначення температури на поверхні колони, що повернута в сторону джерела горіння, розміщували віртуальні датчики температури. Їх встановлювали на середині грані колони на висоті 1, 2, 3 м над рівнем чистої підлоги. 3D представлення розрахункової моделі показано на рис. 3.1.

Також використаний програмний пакет дозволяє визначати параметри мінімальної, максимальної та середньої температури по всьому об'єму матеріалу певного типу, що включений в модель. Дану функцію використовували для визначення глобального максимуму температури в матеріалі колони під час розвитку пожежі.

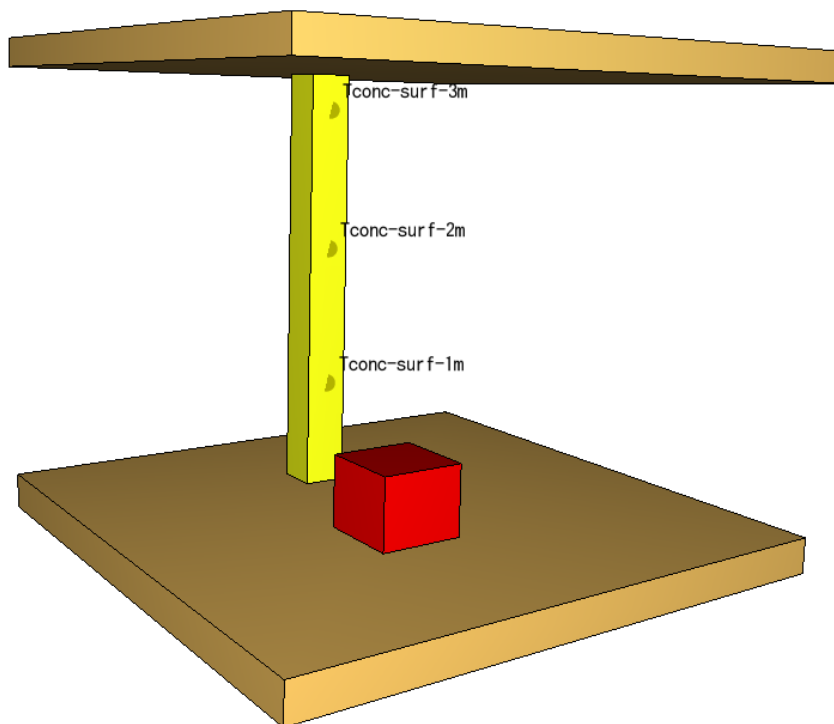


Рисунок 3.1 – 3D представлення базової розрахункової моделі

Для збільшення точності розрахунку температурних полів в об'ємі навколо колони та в матеріалі самої колони в запропонованих моделях було використано адаптивну сітку скінченних елементів. Крок сітки скінченних елементів в основній частині моделі становить $0,2 \times 0,2 \times 0,2$ м, а в околі колони $0,05 \times 0,05 \times 0,1$ м. Схема розбиття об'єму моделі на скінченні елементи у вигляді в плані показано на рис. 3.2.

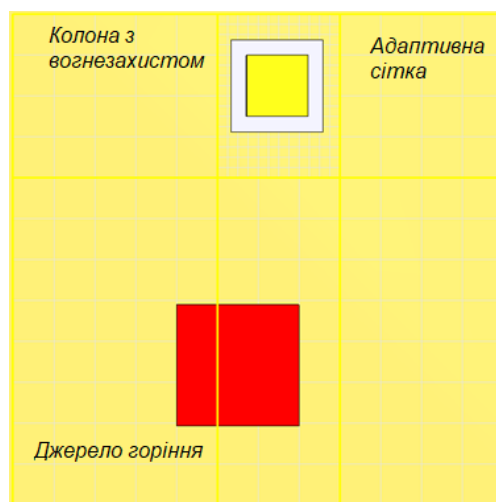


Рисунок 3.2 – Схема розбиття об'єму моделі на скінченні елементи

В якості двох варіантів вогнезахисного покриття тримких конструкцій торговельного центру розглянемо вогнезахисну штукатурку та тонкошарову захисну фарбу, що спучується при нагріванні. Дані способи є найбільш простими у влаштуванні та широко поширеними [22].

Вогнезахисна штукатурка Ammokote GP-240 за заявами виробника підвищує границю вогнестійкості бетонних конструкцій до 150 хвилин [24]. Фізико-хімічні показники даного покриття наведено в табл. 3.2.

Вогнезахисна фарба «ТЕРМІОН ВОГНЕЗАХИСТ-01» містить в своєму складі спеціальні антипіренові добавки та речовини, що виділяють значний об'єм інертного газу при нагріванні вище 250°C. Саме за рахунок цього тонкий шар фарби спучується і набуває вигляду твердої піни товщиною до 5 см, що має хороші теплоізоляційні властивості. Заявлене підвищення границі вогнестійкості до 90 хвилин [25]. Фізико-хімічні властивості даного покриття наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники вогнезахисної штукатурки Ammokote GP-240

Назва показника	Значення
Зовнішній вигляд речовини	Однорідна сипуча суміш, колір і відтінок не нормується
Зовнішній вигляд розчину	Однорідна пастоподібна маса
Зовнішній вигляд покриття	Однорідне, суцільне без тріщин і відшарувань, світло-сірого кольору
Щільність покриття, кг/м ³	400-500
Міцність покриття на згин, МПа, не менше	0,5
Міцність покриття на стиск, МПа, не менше	1,0
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К, не більше	0,15
Орієнтовна ціна, грн/кг	126,00

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники вогнезахисної фарби «ТЕРМІОН ВОГНЕЗАХИСТ-01»

Назва показника	Значення
Масова частка нелетючих речовин, %	50-60
Щільність, г/см ³ , не менше	1,3-1,5
Теоретичний розхід для товщини покриття 1 мм, кг/ м ²	від 1,8
Товщина висушеного покриття при нанесенні одного шару, мкм	400-600
Зовнішній вигляд	Густа однорідна біла маса
Рівень рН	6,8-8,2
Адгезія, бал, не більше	1
Міцність при ударі, см, не менше	20
Динамічна в'язкість по Брукфільду, МПа·с, не менше	17 000
Час висихання до нанесення наступного шару	6 год при 20°С
Повна полімеризація покриття	48 год
Орієнтовна ціна, грн/кг	230,00

Різні способи вогнезахисту, що розглядаються в даній роботі, моделювали за допомогою додаткового шару матеріалу навколо залізобетонного ядра колони. При цьому товщина захисного шару приймалася у відповідності з рекомендаціями щодо застосування та складала:

- для вогнетривкої штукатурки – 6 см;
- для вогнезахисної фарби, що спучується при дії температури, – 4 см.

У другому випадку сам процес спучування під дією температури в процесі моделювання не розглядався, а захисний шар включався в модель в робочому режимі з самого початку. Дана ідеалізація вносить похибки в визначення

температура поверхні колони на початкових етапах розвитку пожежі до досягнення температури 250°C.

Модель поперечного перерізу залізобетонної колони з нанесеним вогнезахисним шаром показана на рис. 3.3.

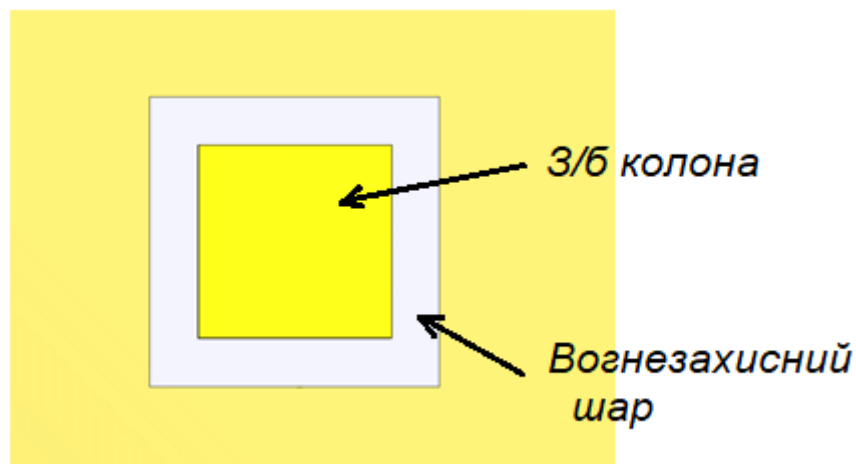


Рисунок 3.3 – Поперечного перерізу залізобетонної колони з нанесеним вогнезахисним шаром

3.3. Аналіз результатів оцінювання ефективності обраних способів вогнезахисту

За результатами серії проведених розрахунків побудовано графіки зміни температури в різних точках на поверхні колони та максимальної температури по матеріалу колони в процесі розвитку пожежі.

Для залізобетонної колони без додаткового вогнезахисту одразу після займання температура стрімко зростає протягом 20 хвилин, після чого в об'ємі моделі встановлюється термодинамічна рівновага і подальше зростання температури не спостерігається. Температура давача на рівні 1 м над чистою поверхнею підлоги незначно коливається в околі значення 700°C, на рівні 2 м – 650°C, 3 м – 550°C (рис. 3.4).

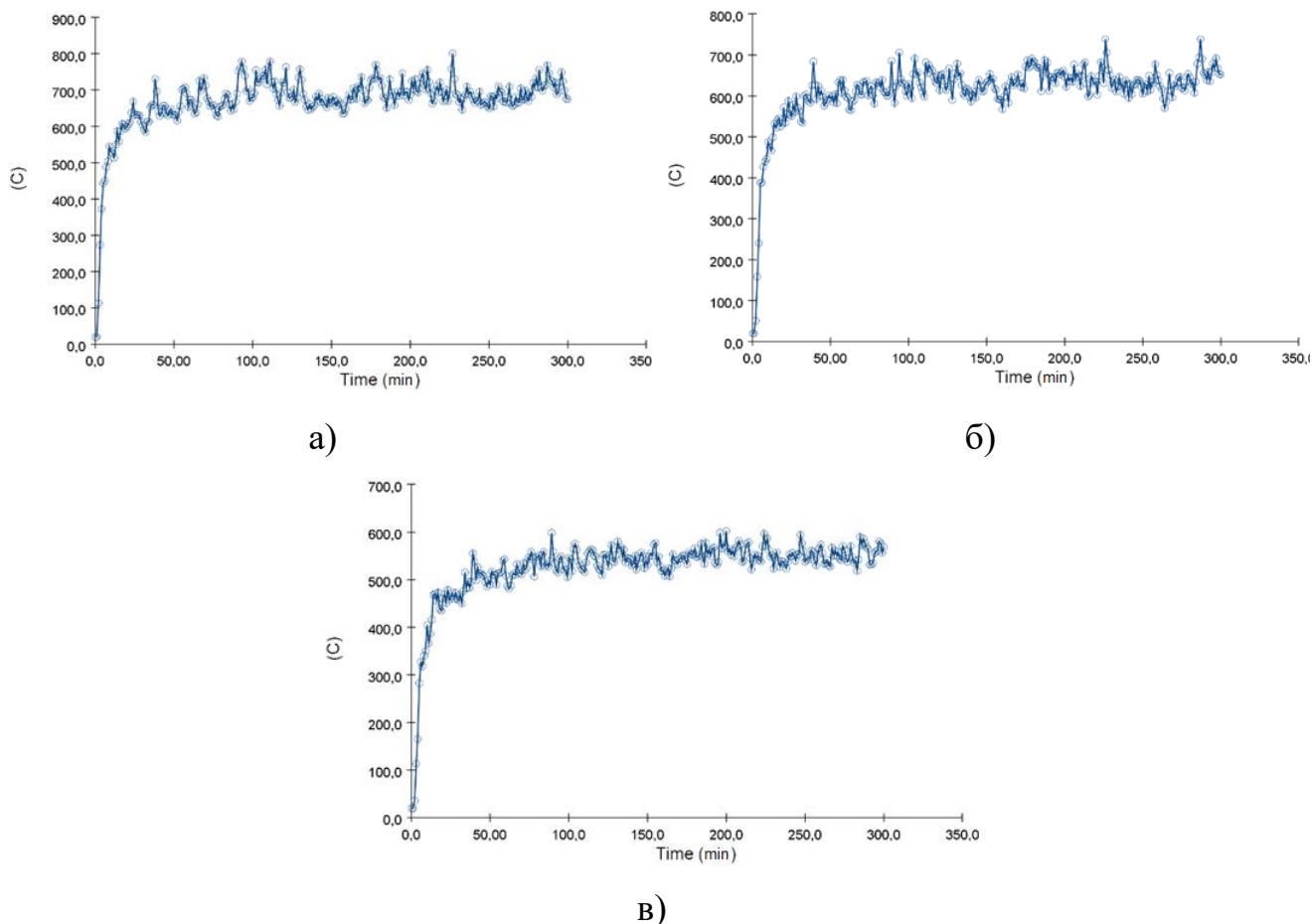


Рисунок 3.4 – Графік зміни температури віртуальних датчиків на поверхні колони без вогнезахисту в процесі розвитку пожежі залежно від розміщення над рівнем підлоги: а) – 1 м; б) – 2 м; в) – 3 м

Для залізобетонної колони з шаром вогнезахисної штукатурки температура на поверхні залізобетонної колони наростає значно повільніше. Покази датчиків температури плавно зростають впродовж всієї модельованої тривалості пожежі (300 хвилин), проте так і не встановлюються на рівноважному рівні. Такий характер зміни температури вказує на дуже хороші теплоізоляційні властивості використаного вогнезахисту. Максимальна температура датчика на рівні 1 м над чистою поверхнею підлоги наприкінці експерименту досягає значення 350°C , на рівні 2 м – 300°C , 3 м – 225°C (рис. 3.5).

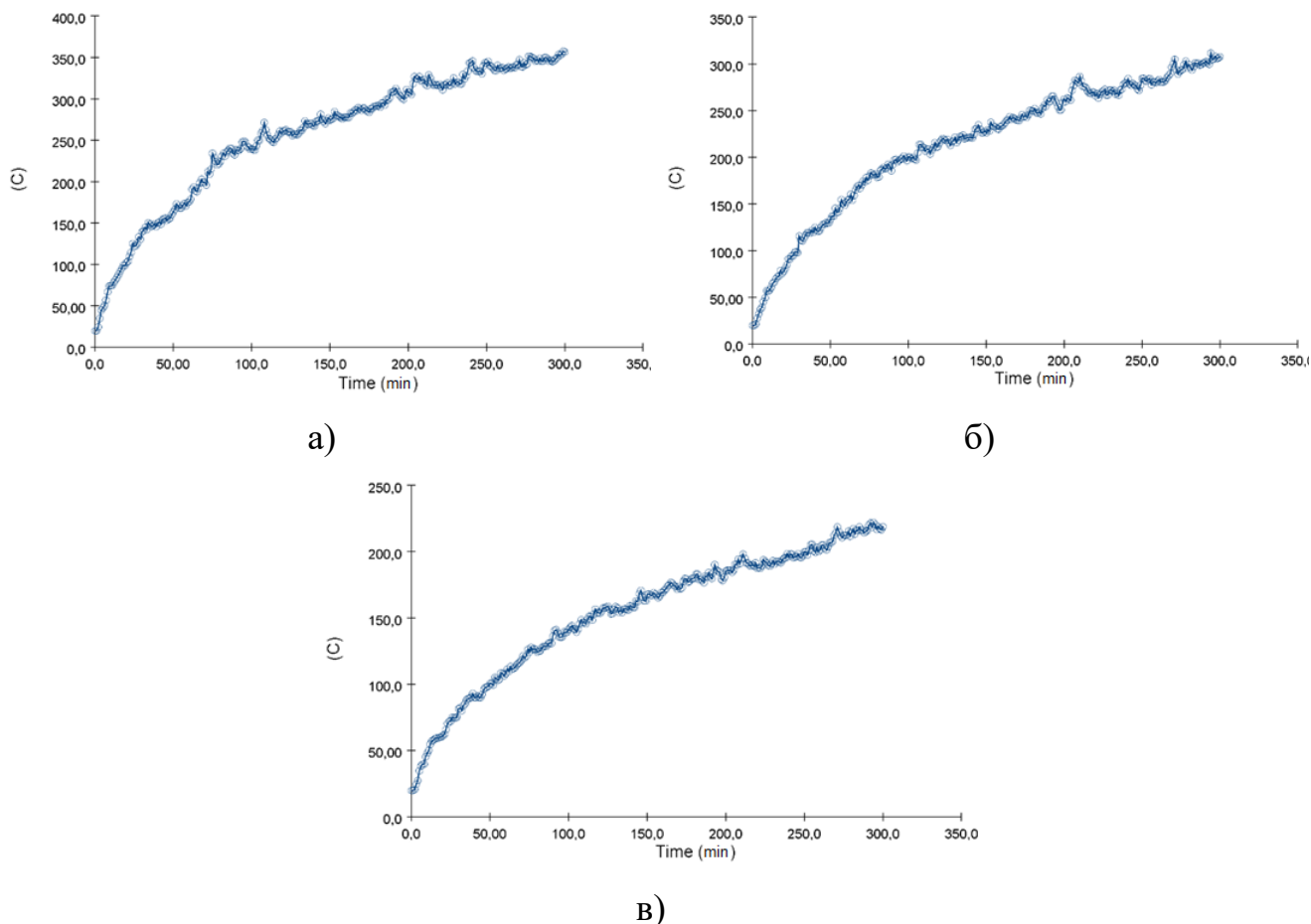


Рисунок 3.5 – Графік зміни температури віртуальних датчиків на поверхні колони з вогнезахисною штукатуркою в процесі розвитку пожежі залежно від розміщення над рівнем підлоги: а) – 1 м ; б) – 2 м ; в) – 3 м

Для залізобетонної колони з вогнезахистом фарбою, що спучується при нагріванні, залежність температури від часу горіння в загальному подібна до базової моделі без жодного вогнезахисту. Швидкість зростання температури на початку горіння не така велика, тому для досягнення рівноважної температури потрібно значно більше часу – 80 хвилин. Після цього температура датчика на рівні 1 м над чистою поверхнею підлоги коливається в околі значення 600°C , на рівні 2 м – 500°C , 3 м – 420°C (рис. 3.6).

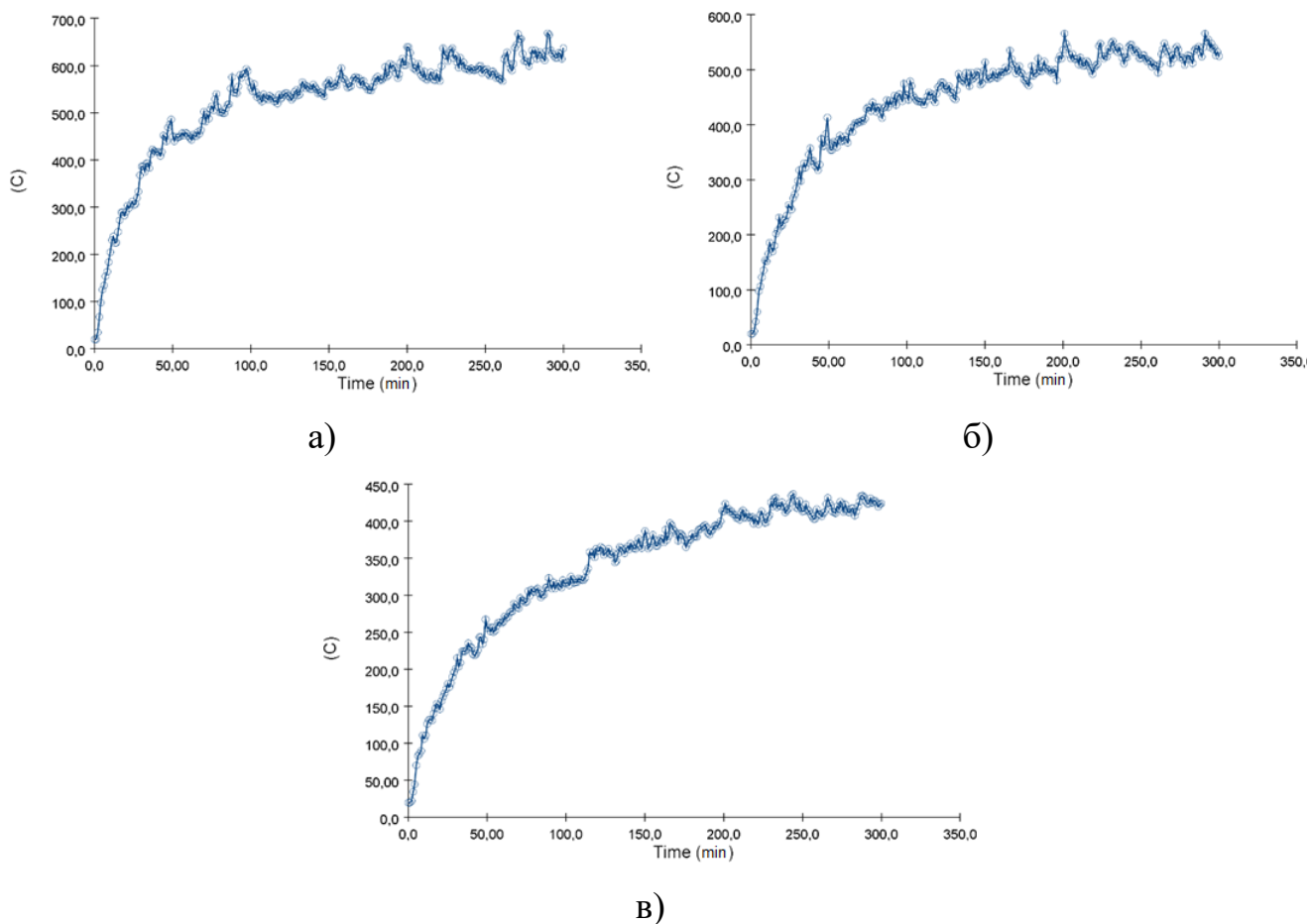


Рисунок 3.6 – Графік зміни температури віртуальних давачів на поверхні колони з вогнезахисною фарбою в процесі розвитку пожежі залежно від розміщення над рівнем підлоги: а) – 1 м ; б) – 2 м ; в) – 3 м

Для порівняння ефективності різних способів вогнезахисту залізобетонної колони використаємо значення абсолютного максимуму температури, зафіксованого в усьому об'ємі матеріалу колони в процесі моделювання розвитку пожежі (рис. 3.7).

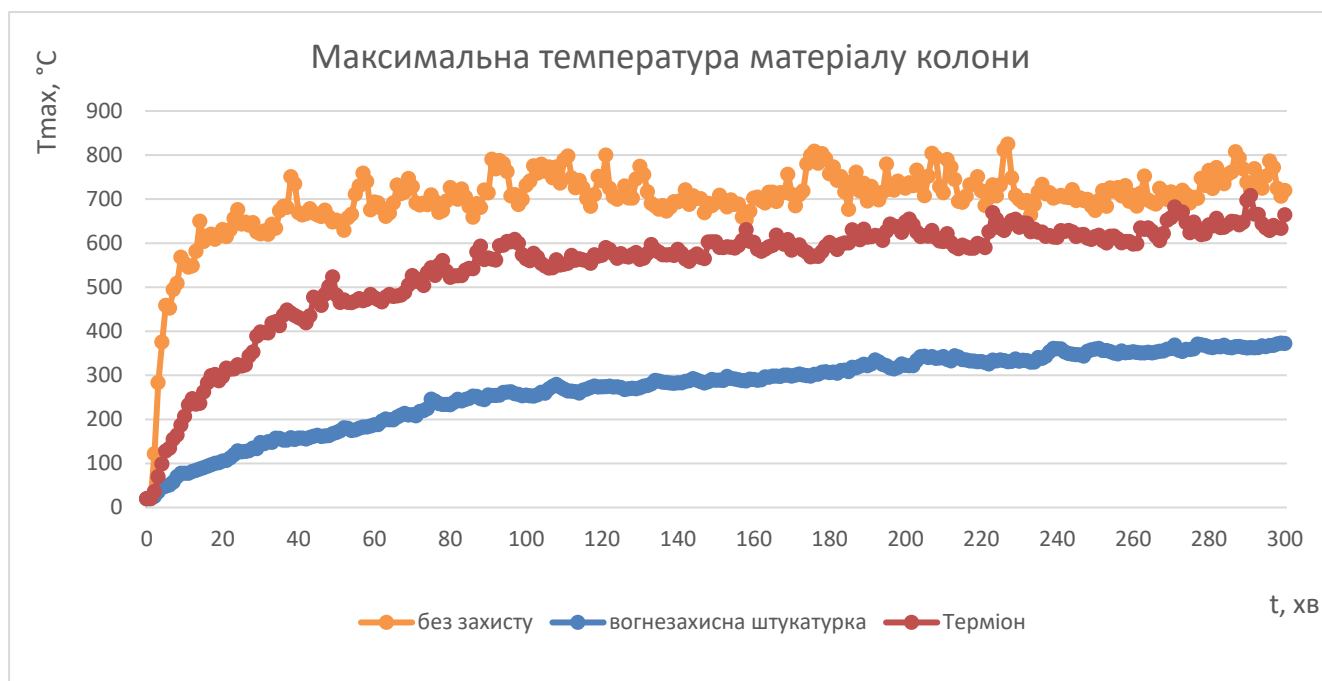


Рисунок 3.7 – Максимальна температура в матеріалі колони впродовж пожежі

Очевидно, що найбільше значення температури спостерігається для базової моделі – колони без додаткового вогнезахисту. Абсолютне максимальне значення температури для даного випадку складає 824°C , що знаходиться в критично небезпечній області. При такій температурі, як зазначалося в розділі 3.1, в бетоні протікають незворотні процеси та може відбуватися вибухове руйнування приповерхневих шарів матеріалу, а його міцність знижується на 75%.

Для колони з шаром вогнезахисної штукатурки Ammokote GP-240 товщиною 6 см абсолютне максимальне значення температури становить 372°C , що знаходиться в умовно безпечній області. При такій температурі міцність бетону знижується на 15%, більшість хімічних перетворень мають зворотній характер, а вибухове руйнування є малоімовірним.

Для колони з вогнезахистом у вигляді спеціальної фарби «ТЕРМІОН ВОГНЕЗАХИСТ-01», що спучується при нагріванні, з товщиною захисного шару 4 см (після спучування) абсолютне максимальне значення температури складає 708°C , що знаходиться в небезпечній області. При даній температурі, як і у випадку базової колони, в бетоні протікають незворотні процеси, а його міцність знижується на 58%.

Як бачимо, найкращим з точки зору захисних властивостей є варіант застосування вогнезахисної штукатурки, який знижує максимальну температуру матеріалу в 2,2 рази порівняно з базовим варіантом без вогнезахисту. Саме цей варіант приймаємо в проекті торговельного центру в м. Чортків. Використання фарби, що спучується при нагріванні, також знижує максимальну температуру матеріалу колони, але значно менше – в 1,16 разів порівняно з базовим варіантом.

Якщо розглядати вартість матеріалів для влаштування вогнезахисного шару, то ціна штукатурки Ammokote GP-240 орієнтовно складе 1512 грн/м², а фарби «ТЕРМІОН ВОГНЕЗАХИСТ-01» – 1656 грн/м² без врахування вартості робіт та інструментів. За цим показником обидва варіанти приблизно рівні. Слід відзначити, що процес нанесення вогнезахисної фарби є більш простим в технологічному плані, оскільки може виконуватися як вручну, так і способом пневматичного розпилення. Влаштування вогнезахисної штукатурки виконується способом вологого торкретування, що вимагає більш складного та дорогого обладнання.

Порівняння ефективності розглянутих варіантів влаштування вогнезахисту за цими параметрами наведено на діаграмах на рис. 3.8.

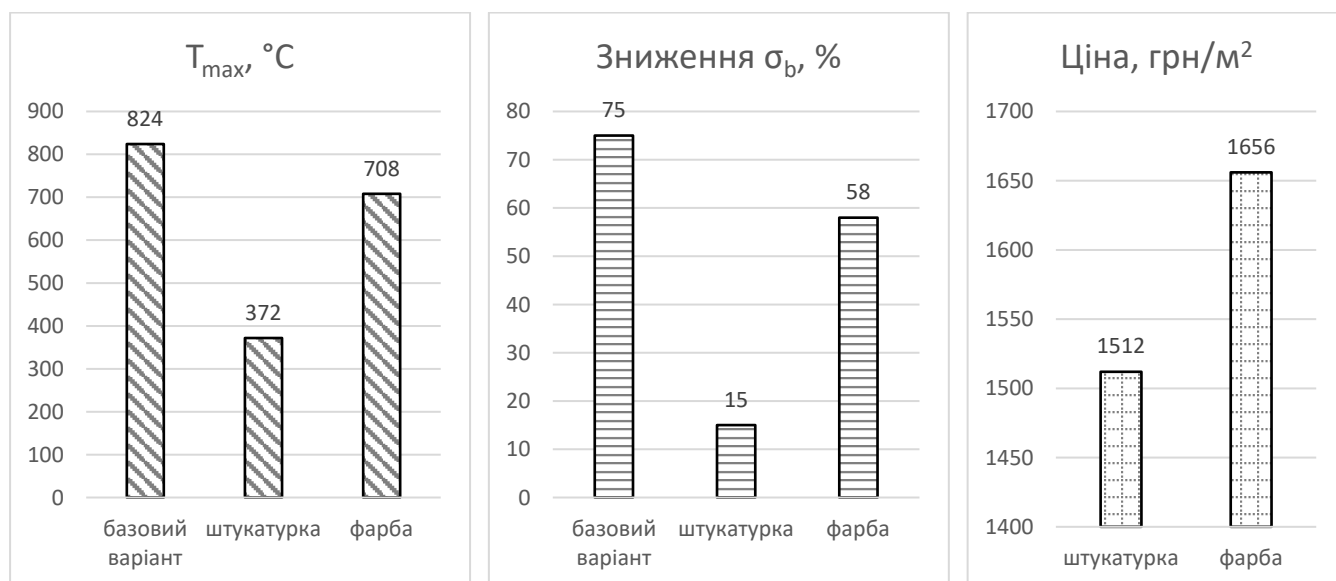


Рисунок 3.8 – Порівняння ефективності варіантів влаштування вогнезахисту

Розділ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Вимоги охорони праці під час монтажу металевих конструкцій торговельного центру

При виконанні робіт із монтажу металевих конструкцій, монтажники згідно своєї кваліфікації зобов'язані виконувати вимоги безпеки з охорони праці для працівників будівництва, промисловості будівельних матеріалів і житлово-комунального господарства, а також вимоги інструкцій заводів-виготовлювачів по експлуатації технологічного оснащення, інструменту й засобів захисту, які застосовуються у процесі роботи [26].

Перед початком роботи монтажники зобов'язані:

- пред'явити керівнику посвідчення про перевірку знань безпечних методів робіт і пройти інструктаж на робочому місці з урахуванням специфіки виконуваних робіт;

- надягти каску, спецодяг, спецвзуття встановленого зразка;
- одержати завдання на виконання роботи в бригадира або керівника.

Після одержання завдання монтажники зобов'язані:

- підготувати необхідні засоби індивідуального захисту;
- перевірити робоче місце й підходи до нього згідно вимогам безпеки;
- підібрати технологічне оснащення й інструмент, необхідні при виконанні роботи, перевірити їх на відповідність вимогам безпеки;
- оглянути елементи будівельних конструкцій, призначені для монтажу, і переконатися у відсутності в них дефектів.

Монтажники не повинні приступати до виконання роботи при:

- несправностях технологічного оснащення, засобів захисту працюючих, зазначених в інструкціях заводів-виготовлювачів, при яких не допускається їхнє застосування;
- несвоєчасному проведенні чергових іспитів технологічного оснащення, інструментів і пристосувань;

- недостатній освітленості робочих місць і підходів до них.

Під час роботи до монтажників ставляться наступні вимоги: [26]

1). Для проходу на робоче місце монтажники повинні використовувати обладнані системи доступу (сходи, трапи, містки). Перебування монтажників на елементах будівельних конструкцій, утримуваних краном, не допускається.

2). Навісні монтажні площадки, сходи й інші пристосування, необхідні для роботи монтажників на висоті, варто встановлювати й закріплювати на монтувальних конструкціях до їхнього підйому.

3). При відсутності огороження робочих місць на висоті монтажники зобов'язані застосовувати запобіжні пояси в комплекті зі страховочним пристроєм. При цьому монтажники повинні виконувати вимоги "Типової інструкції з охорони праці для працівників, що виконують верхолазні роботи".

4). Очищення підлягаючих монтажу елементів будівельних конструкцій від бруду й пилу варто здійснювати до їхнього підйому. При стропуванні будівельних конструкцій монтажники зобов'язані виконувати вимоги "Типової інструкції з охорони праці для стропувальників".

5). Перед установкою конструкції у проектне положення монтажники зобов'язані:

- оглянути місце установки конструкції і перевірити наявність розбивочних і геометричних осей на опорній поверхні;

- приготувати необхідне оснащення для її проектного чи тимчасового закріплення;

- перевірити відсутність людей внизу безпосередньо під місцем монтажу конструкції. Забороняється перебування людей під монтажними елементами до установки їх у проектне положення й остаточного закріплення.

6). Після установки конструкції у проектне положення необхідно зробити її закріплення (постійне чи тимчасове) відповідно до вимог проекту. Тимчасове дозволяється знімати тільки після остаточного закріплення відповідно до вимог проекту.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях [27]:

1). У випадках виявлення несправності вантажопідйомного крана, рейкового шляху, вантажопідйомних пристроїв або технологічного оснащення монтажники зобов'язані дати машиністу крана команду "Стій" і повідомити про це керівника робіт.

2). При виявленні хиткого положення монтажних конструкцій, технологічного оснащення або засобів захисту, монтажники повинні повідомити про це керівника робіт або бригадира.

3). При зміні погодних умов (збільшенні швидкості вітру до 15 м/с і більше, при снігопаді, грозі або тумані), що погіршують видимість, роботи необхідно призупинити і повідомити керівника.

Вимоги безпеки по закінченні роботи:

- скласти у відведене для збереження місце технологічне оснащення і засоби захисту працюючих;
- очистити від відходів будівельних матеріалів і монтажних конструкцій робоче місце і привести його в порядок;
- повідомити керівнику, бригадиру про всі несправності, що виникли в процесі роботи.

4.2. Вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки торгівельного центру

Згідно з положеннями чинного законодавства, яке регулює сферу пожежної безпеки, в будівлях громадського призначення повинні дотримуватися наступні вимоги пожежної безпеки, що пред'являються з боку контролюючих органів [5, 6]:

- забезпечення функціонування сучасної системи оповіщення про виникнення вогнища загоряння;
- забезпечення постійної наявності засобів боротьби з вогнем (вогнегасники, стаціонарні пожежні шланги). Ці засоби повинні знаходитися у доступному місці, прохід якого нічим не загороджений. Всі співробітники організації повинні бути проінформовані про розташування цих засобів;
- розробка планів евакуації для кожного поверху будівлі і розміщення цих планів в зоні видимості. Для забезпечення пожежної безпеки підсобних

приміщень необхідно проводити розрахунок категорії небезпеки згідно з Правилами улаштування електроустановок;

- розміщення вказівних знаків до місць виходу і евакуації при виникненні пожежі, забезпечення видимості цих показників у разі задимленості за рахунок використання підсвічування;
- наявність системи голосового оповіщення всіх приміщень організації про пожежонебезпечні ситуації;
- забезпечення безперешкодного доступу до шляхів евакуації;
- забезпечення безперебійного функціонування вентиляційної системи;
- ведення обліку засобів боротьби з вогнем в цілях забезпечення їх наявності і справного стану;
- ознайомлення працівників з порядком дій при виникненні пожежі, а також для його недопущення, ведення відповідного журналу про проведення інструктажу з наявністю підписів працівників, що підтверджують їх ознайомлення з інструкцією;
- призначення працівника, відповідального за протипожежну безпеку організації в цілому, а також у кожному структурному підрозділі.

В цілях відповідності торгових залів, підсобних і складських приміщень вимогам ДСНС України для кожного приміщення необхідно проводити розрахунок наступних показників:

- категорія вибухонебезпеки і пожежної небезпеки;
- технічні характеристики, що дозволяють встановлювати і використовувати сигналізації і системи автоматичного гасіння пожежі;
- гранична стійкість використаних при будівництві і обробці матеріалів до дії вогню;
- розрахунок розташування та оснащення необхідними засобами боротьби з пожежею, а також шляхів евакуації.

4.3. Норми поведінки при масових скупченнях людей під час функціонування торговельного центру.

Практично всі потенційні типи надзвичайних ситуацій можуть викликати масові скупчення людей, які призводять до тисняви, результатом якої є страх, паніка та масовий травматизм. Доцільно знати, як чинити, якщо масове скупчення людей, скажімо, охопить паніка. Адже шанси зберегти самовладання у критичній ситуації більші в тих, хто дотримується правил самозбереження.

Психологія натовпу зовсім інша, ніж психологія індивідуума. Виникає так званий феномен колективного несвідомого. Навіть незначний прояв паніки здатний нівелювати внутрішній самоконтроль. Однак, багато залежить від кожної людини. При неадекватній поведінці може стати джерелом виникнення хаосу. У звичних обставинах багато хто, здійснюючи той чи інший вчинок, зважає на оцінку оточення. А ось у масових скупченнях страх перед громадським осудом зникає, працює інстинкт самозбереження. У такій ситуації зазвичай розмивається свідоме мислення. Дії охоплених потужною тривогою мас загалі не передбачувані.

Отже, варто нагадати про норми поведінки у масовому скупченні людей. Рекомендовані правила поведінки у надзвичайних умовах:

1. Одне із головних правил — не йдіть “проти течії”. Краще рухатися в одному напрямку і темпі з усіма.
2. Варто уникати центру скупчення людей і небезпечного сусідства з вітринами, огорожами, стовпами, стінами, вузькими проходами.
3. Подбайте про зручний одяг.
4. Бажано, щоб руки були вільними.
5. Якщо відчуваєте тиск ззаду, стисніть руки у ліктях і притуліть їх до корпусу.
6. Якщо впали — захистіть голову руками і спробуйте підвестися, але не з колін. Обпершись однією ногою об землю, різко випростайтеся у напрямку руху натовпу. До речі, уважно дивіться перед собою. Якщо хтось не втримався на ногах, допоможіть йому піднятися.

7. Намагайтеся будь-що не опинитися в тупику, у разі тисняви відступати з цієї позиції важче.

8. У разі наявності в повітрі хімічних речовин можна захиститися так: закрити рот і ніс хустинкою, змоченою у будь-якій рідині. Якщо уражено очі, треба швидко і часто моргати, щоб сльози вимили хімічну речовину.

9. Підчас руху натовпу не хапайтеся ні за що руками. Є ризик травмуватися.

При можливості можна оцінити обставини і вжити правильних заходів. Для цього психологи радять використовувати прийоми аутотренінгу й експрес-релаксації:

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі магістра розроблено архітектурну та конструктивну частини проєкту торговельного центру в м. Чортків. Розміри в плані проєктованої споруди становлять $53,90 \times 37,38$ м, висота та поверховість змінна. Фундаменти стаканного типу та стрічкові. Несучі конструкції – залізобетонні колони січенням 300×300 мм, перекриття монолітні залізобетонні. Покриття – профнастил по балках із двотавра ІРЕ 450.

В розділі наукових досліджень запропоновано методику оцінювання ефективності вогнезахисту елементів тримких залізобетонних конструкцій запроєктованого торговельного центру в м. Чортків способом комп'ютерного моделюючого експерименту. Методику апробовано на захисних покриттях двох типів – вогнезахисній штукатурці та фарбі, що спучується при нагріванні. Наукова новизна отриманих результатів – отримала подальший розвиток методика оцінювання ефективності вогнезахисту елементів будівельних конструкцій.

Практична значимість результатів проведеного дослідження – в роботі виконано оцінювання ефективності різних типів вогнезахисту тримких залізобетонних елементів запроєктованого торговельного центру в м. Чортків. Визначено температурний режим залізобетонних колон внаслідок дії термічних навантажень від стандартної пожежі. Запропонована методика також може бути використана для інших типів тримких конструкцій.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Роздрібні продажі [Електронний ресурс] // Незалежна асоціація банків України. – Режим доступу: <https://nabu.ua/ua/rozdrubni-prodazhi-2.html>
2. Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1: Основи проектування : підручник [Текст] / Г. В. Гетун. – К. : Кондор, 2012. – 380 с.
3. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення : ДБН В.2.2-9:2018 [Текст]. — [Чинний від 2019-06-01]. — К. : Мінрегіонбуд України, 2018. — 71 с. — (Національний стандарт України).
4. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів : ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 [Текст]. — [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд, 2013. - 88 с. — (Національний стандарт України).
5. Пожежна безпека об'єктів будівництва : ДБН В.1.1-7:2016 [Текст]. — [Чинний від 2017-06-01]. — К. : Мінрегіонбуд України, 2017. — 40 с. — (Національний стандарт України).
6. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд: Пожежна безпека : ДБН В.1.2-7-2008 [Текст]. — [Чинний від 2008-10-01]. — К. : Мінрегіонбуд України, 2008. — 31 с. — (Національний стандарт України).
7. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [Текст]. — [Чинний від 2011-11-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с. — (Національний стандарт України).
8. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67:2013 [Текст]. — [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд, 2013. – 141 с. — (Національний стандарт України).
9. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування : ДБН В.1.2-2:2006 [Текст]. — [Чинний від 2007-11-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 75 с. — (Національний стандарт України).

10. Барашиков, А.Я. Будівельні конструкції [Текст]: підручник / А.Я. Барашиков, В. М. Колякова. – К.: Слово, 2011. – 256 с.
11. Корнієнко, М.В. Основи і фундаменти [Текст]: Начальний посібник / М.В. Корнієнко. – К.: КНУБА, 2009. – 150 с.
12. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018 [Текст]. — [Чинний від 2019-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 35 с. — (Національний стандарт України).
13. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009 [Текст]. — [Чинний від 2011-06-01]. — К. : Мінрегіонбуд України, 2011. — 71 с. — (Національний стандарт України).
14. Барашиков, А.Я. Залізобетонні конструкції [Текст] / А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнєцов та ін.; за ред. А.Я. Барашикова. – К.: Вища школа, 1995. – 591 с.
15. Клименко, Ф.Є. Металеві конструкції [Текст] / Ф.Є. Клименко, В.М. Барабаш, Л.І. Стороженко; за ред. Ф.Є. Клименка. — Львів: Світ, 2002. — 312 с.
16. Милованов, А.Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре [Текст] — М.: Стройиздат, 1998. — 304 с.
17. Федоров, В.С. Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций [Текст] / В.С. Федоров, В.Е. Левитский, И.С. Молчадский, А.В. Александров. — М.: АСВ, 2009. — 410 с.
18. Фомин, С. Л. Методика расчета огнестойкости монолитных зданий с безригельными каркасами [Текст] / С. Л. Фомин // Міжвідомчий наук.-техн. зб. наук. праць (будівництво) / Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку та будівництва України. Вип.74: в 2-х кн.: Книга 1. – К.: ДП НДІБК, 2011. – С. 228-239.
19. Fire resistance assessment of concrete structures [Text] / Fabienne Robert, Luc Davenne, Iuliana Stoian // Workshop “Structural Fire Design of Buildings according to the Eurocodes”. – Brussels, 27-28 November 2018. – 327 p.

20. Крутигорова, Б.І. Аналіз підходів до визначення пожежної стійкості будівельних об'єктів [Текст] / Б.І. Крутигорова, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 17-18 листопада 2016 р.). – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243.
21. Морозов, В.В. Оцінка вогнестійкості сталеві ферми під час пожежі [Текст] / В.В. Морозов, К. Казаді, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 27-28 листопада 2019). – Т. 1. – С. 121.
22. Макара, Т.Я. Оцінка вогнестійкості елементів металевого каркасу торгівельно-офісного центру [Текст] / Т.Я. Макара, Т.О. Криницький, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 93.
23. В.О. Барський, Я.Є. Бабій. Обґрунтування способу підвищення вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій торгівельного центру [Текст] // Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій. Праці Міжнародної науково-технічної конференції (Тернопіль, 10-11 листопада 2022 року). – Т. : ФОП Паляниця В.А., 2022. – С. 174-175.
24. Вогнезахисна штукатурка Ammokote GP-240 [Електронний ресурс] // KOVLAR GROUP. – Режим доступу: <https://ammokote.com/uk/product/vognezahisna-shtukaturna-sumish-ammokote-gp-240-2/>
25. Термион огнезащита 01. Термион – инновационные покрытия [Електронний ресурс] // ООО NPO «Altermo» – Режим доступу: <https://termion.ru/product/altermo-ognezashchita-01/>
26. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення : ДБН А.3.2-2-2009 [Текст]. — [Чинний від 2012-04-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с. — (Національний стандарт України).

27.Голінько, В.І. Основи охорони праці : підручник [Текст] / В.І. Голінько. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.