

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення пожежної стійкості

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1Б-23м
за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

О.С. Гудзь

(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. Мет' І.М.

(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)

« 17 » 12 2024 р.

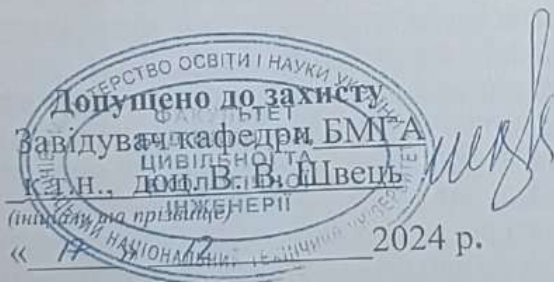
(підпис)

Опонент Степанова Н.Д.

(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)

(підпис, ініціали та прізвище)

« 17 » 12. 2024 р.



Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво



ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу студенту

Гудзю Олександр Сергійовичу

1. Тема проекту (роботи) **РЕКОНСТРУКЦІЯ ФАСАДІВ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ СТІЙКОСТІ**

керівник роботи **Меть І.М., к.т.н., доцент кафедри БМГА**

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 17 вересня 2024 року №310

2. Строк подання магістрантом роботи **09.12.2024 р.**

3. Вихідні дані до роботи: результати попередніх досліджень, архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту, план та карта місцевості, нормативна література, законодавчо-нормативна база.

4. Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація). Розділ 1 Актуальність питання забезпечення пожежної стійкості фасадів висотних будівель. Стан і тенденції розвитку висотного будівництва. Причини та наслідки пожеж у висотних будівлях. Нормативно-правова база з питань пожежної безпеки висотних будівель. Сучасні методи реконструкції фасадів для забезпечення пожежної безпеки 1). Розділ 2 Дослідження впливу матеріалів та конструктивних рішень на пожежну стійкість фасадів. Рекомендовані матеріали для підвищення пожежної стійкості. Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем. 2. Розділ 3. Систематизація даних. Дослідження характеристик фасадних матеріалів. Моделювання поведінки фасадних систем під час пожежі. Експериментальні дослідження протипожежних бар'єрів. Рекомендації щодо влаштування пожежостійких. Розділ 4 Технічна частина. Аналіз умов будівництва. Район будівництва. Техніко-економічні рішення по генеральному плану. Архітектурно-планувальні рішення об'єкту. Віконні та дверні конструкції. Інженерні системи будівлі. Водопостачання. Електроосвітлення. Розділ 5 Економічна частина. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік ілюстративно-грічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Науково-дослідний розділ (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи) 2. Архітектурно-будівельні рішення (організація рельєфу; архітектурно-планувальні рішення) 4. Технологічні рішення (вибір способу виконання робіт і засобів механізації. Визначення нормативної машино- і трудомісткості, потреби в матеріальних ресурсах).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вступ, науковий розділ 1-3	Меть І.М., к.т.н., доцент кафедри БМГА		
Розділ 4. Технічна частина. Архітектурно-будівельні та проектні рішення	Меть І.М., к.т.н., доцент кафедри БМГА		
Розділ 5. Технічна частина. Організаційно-технологічні рішення	Христич Г.О.В., к.т.н., доцент кафедри БМГА		
Розділ 6. Економічна частина	Лялюк О. Г., к.т.н., доцент кафедри БМГА		

7. Дата видачі завдання 12.10.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	14.10-17.10.24	
2	Науково-дослідна частина	03.10-12.10.24	
3	Архітектурно-будівельні рішення	13.10-30.10.24	
4	Технологічні рішення	02.11-12.11.24	
5	Економічна частина	14.11-21.11.24	
6	Оформлення МКР	22.11-27.11.24	
7	Подання МКР на кафедру для перевірки	28.11-30.11.24	
8	Попередній захист	02.11-03.11.24	
9	Опонування	05.11-14.11.24	
10	Захист МКР 18.12-24.12.24	18.12-24.12.24	

Студент

(підпис)

Гудзь О.С.

(прізвище та ініціал)

Керівник роботи

(підпис)

Меть І.М.

(прізвище та ініціал)

АНОТАЦІЯ

УДК 614.84

Гудзь О.С. Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення пожежної стійкості. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». Вінниця: ВНТУ, 2024. 91 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 26 назв; рис.: 16; табл. 21.

В магістерській кваліфікаційній роботі розробляються рекомендації щодо вдосконалення конструктивних та технологічних рішень для обмеження поширення вогню

Дипломна робота складається з текстової та графічної частин. Текстову частину виконано на листах формату А4. Вона складається з семи розділів, які містять: аналіз сучасного стану пожежної безпеки висотних будівель, зокрема конструкцій фасадів, дослідження ефективності протипожежних бар'єрів, герметиків і вогнестійких покриттів у різних умовах, запропоновано системний підхід до проектування та монтажу протипожежних бар'єрів у висотних будівлях.

Графічна частина складається з 11 листів формату А3. Магістерська кваліфікаційна робота виконується на основі завдання на проектування відповідно до діючих норм та стандартів.

Ключові слова: енергоефективність, реконструкція, фасадна система, вентильований фасад, вогнестійкість, пожежна стійкість, мокрий фасад, світлопрозорий фасад, сухий фасад, поліфасадна плитка, ізоляція, тепло-технічні показники.

ABSTRACT

Hudz O.S. I Reconstruction of facades of high-rise buildings to improve fire resistance. Master's qualification work in specialty 192 - "Construction and Civil Engineering." Vinnitsa: VNTU, 2024. 91 with.

In Ukrainian speech Bibliography: 26 titles; Fig.: 16; table 21.

The master's qualification work develops recommendations for improving design and technological solutions to limit the spread of fire

The thesis consists of text and graphic parts. The text part is made on A4 sheets. It consists of seven chapters, which include: an analysis of the current state of fire safety of tall buildings, in particular facade structures, a study of the effectiveness of fire barriers, sealants and fire-resistant coatings in different conditions, a systematic approach to the design and installation of fire barriers in tall buildings.

The graphic part consists of 11 sheets of A3 format. The master's qualification work is carried out on the basis of a design assignment in accordance with current norms and standards.

Keywords: energy efficiency, reconstruction, facade system, ventilated facade, fire resistance, fire resistance, wet facade, translucent facade, dry facade, polyfacade tiles, insulation, thermal and technical indicators.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1	
АКТУАЛЬНІСТЬ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ СТІЙКОСТІ ФАСАДІВ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ	9
1.1 Стан і тенденції розвитку висотного будівництва	9
1.2 Причини та наслідки пожеж у висотних будівлях	11
1.3 Нормативно-правова база з питань пожежної безпеки висотних будівель	17
1.4 Сучасні методи реконструкції фасадів для забезпечення пожежної безпеки	20
Висновки за розділом 1	21
РОЗДІЛ 2	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАТЕРІАЛІВ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НА ПОЖЕЖНУ СТІЙКІСТЬ ФАСАДІВ	23
2.1 Рекомендовані матеріали для підвищення пожежної стійкості	23
2.2 Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем	27
Висновки за розділом 2	30
РОЗДІЛ 3	
СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ДАНИХ	32
3.1 Дослідження характеристик фасадних матеріалів	32
3.1.1 Характеристика речовин і матеріалів відповідно діючих норм	32
3.1.2 Вогнестійкість сучасних фасадних систем	34
3.2 Моделювання поведінки фасадних систем під час пожежі	41
3.3 Експериментальні дослідження протипожежних бар'єрів	46
3.4 Рекомендації щодо влаштування пожежостійких	47
Висновки за розділом 3	48
РОЗДІЛ 4	
ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	51
4.1 Загальна характеристика будівлі	51
4.2 Генеральний план	52
4.3 Загальна характеристика запроектованої будівлі	53
4.4 Об'ємно-планувальні рішення	54
4.5 Конструктивні рішення	56
4.6 Підлога	57
4.7 Опалення	58
4.8 Вентиляція	59
4.9 Каналізація	60

4.10 Визначення теплотехнічних показників	60
Висновки за розділом 4	61
РОЗДІЛ 5	
ТЕХНОЛОГІЯ	63
5.1 Загальні положення	63
5.2 Порівняння та вибір технологічних рішень	64
5.2.1 Вибір виду транспортних засобів	64
5.2.2 Вибір крану	65
5.3 Монтаж опалубки	67
5.4 Бетонування	67
5.5 Організація виробничих ділянок, робочих зон і робочих місць	69
5.6 Вимоги до якості та приймання робіт	71
Висновки за розділом 5	72
РОЗДІЛ 6	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	74
Висновки за розділом 6	75
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79
ДОДАТКИ	82
ДОДАТОК А - Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи	83
ДОДАТОК Б - Локальний кошторис	84
ДОДАТОК В – Відомість аркушів графічної частини	91

ВСТУП

На сьогоднішній день, зважаючи на ситуацію в країні та як результат часті руйнування і пожежі багатьох висотних будинків, досить гостро стоїть питання реконструкції фасадів будівель за для підвищення їх пожежної стійкості. Основні причини пожеж у висотних будівлях, такі як несправність електромережі, використання горючих матеріалів і порушення протипожежних норм, потребують термінового вирішення на рівні регулювання та практичного впровадження.

За рахунок детальнішого дослідження питання пожежної стійкості фасадів висотних будівель можемо запропонувати рекомендації щодо реконструкції фасадів із застосуванням негорючих матеріалів і новітніх технологій, що покращить їх протипожежні показники.

Об'єкт дослідження - системи протипожежного захисту висотних будівель, включаючи фасадні конструкції, герметики та вогнестійкі покриття.

Предмет дослідження – Протипожежні бар'єри, їх конструктивні та матеріальні особливості, які впливають на стійкість висотних будівель до поширення вогню.

Метою роботи є розробка рекомендацій щодо вдосконалення конструктивних та технологічних пропозицій з реконструкції фасадів.

Щоб досягти мети потрібно вирішити наступні **задачі**:

- виконати аналіз сучасного стану пожежної безпеки висотних будівель, зокрема конструкцій фасадів.
- дослідити ефективність протипожежних бар'єрів, герметиків і вогнестійких покриттів у різних умовах.
- проаналізувати характеристики будівельних матеріалів і їх вплив на вогнестійкість конструкцій.
- розробити рекомендації щодо вдосконалення конструктивних та технологічних рішень для обмеження поширення вогню.

- Запропонувати системний підхід до проектування та монтажу протипожежних бар'єрів у висотних будівлях.

Новизна отриманих результатів полягає у вдосконаленні фасадних систем висотних будівель для підвищення їх пожежної стійкості.

Практичне значення одержаних результатів.

Результати досліджень можуть бути застосовані при проектуванні, встановленні та реконструкції фасадів висотних будівель. Виступ на міжнародній науково-практичній конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025)», яка відбулась 21-23 листопада 2024 році.

Апробація результатів дослідження. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 теза конференції.

Публікації: Гудзь О.С., Меть І.М. Проблеми та перспективи підвищення пожежної стійкості фасадів висотних будівель. *Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025)*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції., м. Вінниця, 21-23 листопада 2024 р. Вінниця, 2024. URL:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/schedConf/presentations>

Структура та обсяг магістерської кваліфікаційної роботи. Робота складається зі вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, 3 додатки та 11 листів графічної частини. Загальний обсяг роботи становить сторінок 91, 16 рисунків та таблиць 21.

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІСТЬ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ СТІЙКОСТІ ФАСАДІВ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

1.1 Стан і тенденції розвитку висотного будівництва

Урбанізація як соціально-економічний процес, що проявляється в концентрації населення в сучасних великих містах, сприяє розвитку висотного будівництва. З розвитком освіти та культури, зміною звичок дозволяючи мешканцям міста висувати нові архітектурно-функціональні вимоги до середовища проживання та міської інфраструктури. Це потребує створення нових типів і форм житлової забудови, структури міста та транспортної мережі. Крім того, необхідність розвитку висотного будівництва обґрунтовується зростанням попиту на житлові, громадські та адміністративні будівлі та дефіцитом вільних площ [1].

Протягом останнього десятиліття висотне будівництво в Україні демонструє динамічні тенденції, що характеризуються значними регіональними відмінностями та змінами під впливом зовнішніх факторів.

До 2020 року в таких містах, як Київ, Харків та Одеса, спостерігалось стійке зростання висотного житлового та комерційного будівництва, що підтримувалося підвищенням рівня урбанізації та інвестицій. Загальна площа введених в експлуатацію житлових будинків щорічно зростала, досягнувши приблизно 13 мільйонів квадратних метрів у 2017 році, що відображає зростання на понад 12% порівняно з попередніми роками.

Однак початок пандемії COVID-19 у 2020 році, а в подальшому і початок повномасштабного вторгнення спричинили тимчасовий спад, обсяги будівництва впали на 20% у 2020 році.

Нещодавні зусилля з відновлення у 2023 році пожвавили сектор, причому Західна Україна, зокрема такі регіони, як Львівщина та Рівненщина, стали ключовими сферами діяльності завдяки внутрішній міграції та попиту

на житло.

Згідно із статистичними даними, на території України розташовано 5483 висотних будинки і підвищеної поверховості, з яких 5193 – житлові [2].

В таблиці 1.1 наведено коротку статистику щодо висотного будівництва в Україні за останні роки.

Таблиця 1.1 Статистика висотного будівництва в Україні

Рік	Загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію (млн м ²)	Темпи росту житлового будівництва (%)	Основні регіони активності
2015	11,2	+8,1%	Київська, Львівська, Одеська
2017	13,1	+12,3%	Київська, Харківська
2020	9,9	-20% (внаслідок COVID-19)	Київ, Дніпро
2023	11,3	+22,6% (після часткового відновлення)	Тернопільська, Рівненська

Як показують дослідження, український ринок нерухомості майже адаптований до викликів воєнного часу, хоча окрім військових дій на нього безпосередньо впливають інфляція, скорочення платоспроможного попиту та перспектива значного підвищення оподаткування угод з купівлі-продажу нерухомості.

Але не зважаючи на важкий економічний стан та замороження значної частини проектів та об'єктів, серед будівельних напрямків є ті, які продовжують розвиватись:

- відновлення зруйнованих тапошкоджених будівель й об'єктів інфраструктури;
- житлове будівництво (будівництво житла для ВПО);
- промислове будівництво та переоснащення підприємств;
- будівництво значної кількості об'єктів цивільного захисту,

військового й подвійного призначення, а також захист об'єктів інфраструктури.

Більшість будівельних компаній на даний момент найбільше зосереджені саме на закінченні поточних проєктів або ж на реконструкції існуючих.

Військові дії змусили переглянути погляди стосовно безпечності житла та внесли значні корективи як в нормативну базу так і в безпосередній підхід до зведення нового житла.

Часті влучання по житловому сектору спровокувала інтерес саме до пожежної безпеки та стійкості будівель. Тому одним з ключових питань при проектуванні та реконструкції будівель стає питання запобігання руйнування конструкцій та поширення вогню під час пожеж.

1.2 Причини та наслідки пожеж у висотних будівлях

Пожежі в будівлях є проблемою сталого розвитку: вони впливають на суспільство, навколишнє середовище та економіку в майбутньому. Як показує досвід європейських країн, близько 90% жертв пожеж гинуть саме через пожежі в будинках.

Щодня в Україні, в середньому, виникало 225 пожеж, унаслідок яких гинуло 4 людини та 4 людини отримували травми; вогнем знищувалось або пошкоджувалось 80 будівель чи споруд і 17 одиниць техніки [3].

В таблиці 1.2 наведено основні статистичні показники стану з пожежами у висотних будинках за функціональним призначенням за 2010–2019 роки. Кожного року, в середньому, у будинках (висотних) виникало близько 71 пожежі, матеріальні втрати від яких сягнули 5 млн 928 тис. грн, а травми отримали 4 людини. При тому частота загибелі людей у наслідок таких пожеж становить 0,4 на рік або ж 1 людина у 2,5 роки.

Таблиця 1.3 Основні статистичні показники стану з пожежами у висотних будинках за функціональним призначенням за 2010–2019 роки [4]

Назва показника	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Всього у висотних будівлях										
Кількість пожеж, од.	47	43	65	56	66	71	77	83	90	109
Кількість загинув, людей	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
Кількість травмованих, людей	0	2	5	1	5	6	7	2	8	4
Прямі збитки, тис. грн	139,6	1279,2	202,0	656,0	3104,0	1715,2	683,0	1132,2	3242,1	1285,0
Побічні збитки, тис. грн	1560,7	2130,9	1679,9	2545,1	6284,5	3995,3	2670,1	4784,1	9861,3	9660,0
із них, у житлових будинках										
Кількість пожеж, од.	44	39	62	54	57	67	68	78	80	97
Кількість загинув, людей	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
Кількість травмованих, людей	0	2	5	1	5	6	7	2	8	4
Прямі збитки, тис. грн	5,0	37,9	202,0	610,0	1542,0	1565,2	152,5	1032,0	2742,1	580,0
Побічні збитки, тис. грн	1347,7	713,8	1613,5	2350,8	3247,2	3568,2	1695,1	4390,2	8061,9	7588,4
із них, у громадських будівлях:										
адміністративних (окремих і вбудованих)										
Кількість пожеж, од.	3	0	1	1	4	3	4	3	7	3
Кількість загинув, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кількість травмованих, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Прямі збитки, тис. грн	134,6	0,0	0,0	46,0	0,0	150,0	200,0	0,0	0,0	5,0
Побічні збитки, тис. грн	213,1	0,0	16,6	149,5	107,7	355,7	303,0	220,2	730,3	100,4
у будівлях, що будуються										
Кількість пожеж, од.	0	2	1	0	3	1	3	3	3	7
Кількість загинув, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кількість травмованих, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Прямі збитки, тис. грн	0,0	1241,3	0,0	0,0	2,0	0,0	30,5	100,2	0,0	0,0
Побічні збитки, тис. грн	0,0	1389,3	33,2	0,0	224,6	71,4	127,8	173,6	219,1	638,2
у будівлях торгівлі і харчування (вбудованих)										
Кількість пожеж, од.	0	2	1	1	2	0	2	0	0	2
Кількість загинув, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кількість травмованих, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Прямі збитки, тис. грн	0,0	0,0	0,0	0,0	900,0	0,0	300,0	0,0	0,0	700,0
Побічні збитки, тис. грн	0,0	27,8	16,6	45	1695,0	0,0	544,3	0,0	0,0	1333,1

Нижче, в таблиці 1.3 наведено статистичні показники стану з пожежами в Україні за 6 місяців 2024 року порівняно з аналогічним періодом 2023 роком.

Впродовж 6 місяців 2024 року на кількість пожеж та їх жертв здійснював вплив інтенсивності бойових дій у межах певних регіонів країни, також їх часткова окупація ворожими збройними формуваннями, і також внутрішнє переміщення населення й промислових підприємств з східних регіонів на захід України.

Таблиця 1.3 Статистичні показники за 6 місяців 2024 року

№ з/п	Назва показників	2024 рік	2023 рік	Тенденція по країні, +/-, у %	% від загальної кількості
Загальні дані про пожежі					
1	Кількість пожеж (од.)	40861	28969	41,1	–
2	Збитки прямі (тис. грн)	14861893	14062430	5,7	–
3	Збитки побічні (тис. грн)	14686462	34944557	-58,0	–
4	Загинуло людей унаслідок пожеж	764	840	-9,0	–
–	у т.ч. дітей і підлітків до 18 років	20	24	-16,7	2,6
5	Загинуло людей унаслідок пожеж у містах	413	451	-8,4	54,1
6	Загинуло людей унаслідок пожеж у селах	351	389	-9,8	45,9
7	Травмовано людей на пожежах	879	799	10,0	–
–	у т.ч. дітей та підлітків до 18 років	65	81	-19,8	7,4
8	Травмовано людей на пожежах у містах	578	542	6,6	65,8
9	Травмовано людей на пожежах у селах	301	257	17,1	34,2
10	Знищено, пошкоджено будівель і споруд (од.)	14480	14648	-1,1	–
11	Знищено, пошкоджено техніки (од.)	3043	2572	18,3	–
12	Загинуло людей унаслідок пожеж, на 100 тис. населення	1,9	2,0	-5,0	–
13	Кількість пожеж на 10 тис. населення	9,9	7,0	41,4	–
14	Збитки прямі на 10 тис. населення (тис. грн)	3610,1	3398,5	6,2	–
15	Кількість пожеж у містах	21402	16200	32,1	52,4
16	Кількість пожеж у селах	19457	12769	52,4	47,6
17	Кількість пожеж на об'єктах, на яких здійснюється державний нагляд (контроль)	1371	1386	-1,1	3,4
–	у т.ч. на підприємствах, в організаціях, закладах	1369	1386	-1,2	3,4
Об'єкти пожеж					
1	Будівлі виробничого призначення	403	371	8,6	1,0
2	Будівлі об'єктів торгівлі та харчування	252	328	-23,2	0,6
3	Соціально-культурні, громадські та адміністративні споруди	327	289	13,1	0,8
4	Споруди сільськогосподарського призначення	72	142	-49,3	0,2
5	Будинки та споруди житлового призначення	12952	13273	-2,4	31,7
–	у т.ч. житлові будинки	7447	8245	-9,7	18,2
6	Природні екосистеми	201	171	17,5	0,5
7	Відкриті території	23273	11655	99,7	57,0
8	Транспортні засоби	1855	1548	19,8	4,5
9	Інші об'єкти	1526	1192	28,0	3,7
Причини виникнення пожеж					
1	Підпали	994	807	23,2	2,4
2	Несправність виробничого обладнання	48	60	-20,0	0,1
3	Порушення правил ПБ при влаштуванні та експлуатації електроустановок	5237	5012	4,5	12,8
4	Порушення правил ПБ при влаштуванні та експлуатації печей, ТТ агрегатів та установок	2155	2247	-4,1	5,3
5	Необережне поводження з вогнем	24071	14551	65,4	58,9
6	Пустощі дітей з вогнем	274	179	53,1	0,7
7	Порушення технології виробництва та правил експлуатації транспортних засобів	1328	1149	15,6	3,3
8	Вибухи, внаслідок бойових дій	2478	2889	-14,2	6,1
9	Невстановлені причини	53	33	60,6	0,1
10	Інші причини	4223	2042	у 2,1 раза	10,3

Загалом, в країні є видимим зростання трьох основних показників за 6 місяців 2024 року у порівнянні з аналогічним періодом за 2023 рік в п'яти регіонах.

Таблиця 1.4 Регіони України, в яких зареєстровано зростання трьох основних показників стану з пожежами

№	Назва регіону	Кількість пожеж		
		2024	2023	+, у %
1	Вінницька	1615	1259	28,3
2	Донецька	2036	1202	69,4
3	Кіровоградська	1286	896	43,5
4	Харківська	4496	2816	59,7
5	Місто Київ	1851	1633	13,3

У будинках і спорудах житлового сектору виникло 12 952 пожежі (2,4 %), що становить - 31,7 % від загальної кількості усіх пожеж.

Зокрема, безпосередньо у житлових будинках виникло 7 447 пожеж (9,7 %), що становить 18,2 % від загальної кількості пожеж або 57,5 % від кількості пожеж у будинках та спорудах житлового призначення; внаслідок яких загинуло 592 людини (-14,8 %) та 566 людей (+6,6 %) отримали травми.

Статистичні дані по пожежах в країні свідчать [5], що в середньому 68% пожеж у житлових і громадських будинках супроводжувалися частим поширенням пожежі саме на верхні поверхи і як результат поширення вогню поверхнею фасадів, при тому на сьогоднішній день аналіз наслідків від подібних пожеж, з урахуванням конструктивних особливостей (для найбільш поширених видів фасадів), фактично відсутній.

Це означає, що проведені дослідження, особливо наведені в [6], стосуються переважно пожежної небезпеки будівельних матеріалів, що використовуються у фасадних системах, або вогнезахисних заходів,

спрямованих на обмеження розповсюдження вогню, включаючи, наприклад, протипожежні пояси. На даний момент немає чіткої системи оцінки відповідності, а головне, повністю відсутній реальний контроль саме пожежної безпеки фасадних систем. На сьогоднішній день, як показує статистика існує чимало прикладів пожеж фасадних систем будівель, що не відповідають протипожежним та будівельним нормам. Досить часто такі пожежі супроводжуються розповсюдженням вогню по всьому периметру будинку і як результат повним руйнуванням фасадних конструкцій.

В Україні яскравим прикладом з досить значними наслідками та руйнуваннями є масштабна пожежа у місті Одеса, що виникла у 2015 році в житловому комплексі Gagarin Plaza-1 всього за 3 години поширилась на площу близько 3000 м² (з 24 поверху). Пожежу ліквідували через 4 години, основною першопричиною виникнення пожежі стало недотримання державних архітектурно-будівельних та пожежних норм.



Рисунок 1.1 — Пожежа у вистоній будівлі міста Одеса

Аналогічна ситуація сталась за 6 років до цього у місті Київ, де горіла житлова будівля 25-27 поверхового комплексу по вул. Гетьмана.



Рисунок 1.2 — Пожежа у житловому комплексі м. Київ

Окрім недотримання протипожежних норм та звичацної техніки безпеки ще однією причиною пожеж є ракетні удари по цивільній структурі, що також спричиняє масштабні пожежі та значні руйнування житлових та громадських будівель. Яскравим прикладом є ракетна атака 10 жовтня 2022 року. Одним з об'єктів, що зазнали значної руйнації став бізнес-центр 101 Tower, що розташований в центрі столиці.



Рисунок 1.3 — Наслідки вибухів та пожеж у бізнес-центрі 101 Tower

1.3 Нормативно-правова база з питань пожежної безпеки висотних будівель

Запобігання фасадним пожежам та поширенню пожежі вертикальними будівельними конструкціями є одним із важливих завдань із забезпечення виконання вимог Закону України від 05.11.2009 № 1704-VI «Про будівельні норми» [7], зокрема в частині забезпечення вимог з обмеження поширення вогню на сусідні будівлі і споруди та поширення вогню і диму всередині об'єкта.

Дані про протипожежну ефективність є важливим фактором при проектуванні будівлі. Проте, чинні норми не завжди адаптовані, а пожежна безпека іноді залишається поза увагою. З впровадженням нових стійких матеріалів і технологій у будівельному процесі, важливо оцінити пожежні ризики, пов'язані з цими новими елементами, особливо щодо їх вогнестійкості [8].

Для коректного проектування вогнезахисту для об'єктів будівництва необхідно орієнтуватись у вимогах по вогнестійкості будівельних конструкцій, що наводяться у відповідних українських нормативних документах (на будівлі різного функціонального призначення).

Розглядаючи українську нормативну документацію можемо виокремити такий перелік нормативних документів що регламентують питання пожежної безпеки:

- ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: визначає вимоги до класів пожежної стійкості будівельних конструкцій та матеріалів [9].
- ДСТУ Б EN 13501-2:2023 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 1. Класифікація за результатами випробувань щодо реакції на вогонь (EN 13501-1:2007+A1:2009, IDT) [10]: міжнародний стандарт, адаптований до України, використовується для оцінки стійкості елементів до

впливу високих температур.

- ДСТУ 9192:2022 Пожежна безпека. Проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м [11]: установлює загальні вимоги пожежної безпеки під час проектування висотних громадських будівель з умовною висотою понад 100 м і до 150 м включно.
- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість» [12]: наведено рекомендації щодо розрахунку вогнестійкості (вогнезахищених / не вогнезахищених) сталевих конструкцій, а також і з розрахунку критичних температур.

Основними властивостями для класифікації будівельних матеріалів та самих будівель і споруд є негорючість, займистість, поширення полум'я, теплотворна здатність, а також утворення диму та крапель горіння.

Залежно від результатів різних властивостей присвоюється клас вогнестійкості, як показано нижче.

Таблиця 1.5 Порівняння євросистеми класів вогнестійкості та української системи класів вогнестійкості

Європейська система EN ISO 13501-1	Українська система	Німецька система DIN 4102
A1	I	A1
A2	II	A2
B	III	B1
C	IIIa	B1
D	IIIб	B2
E	IV	B2
F	IVa	B3
	V	

Таблиця 1.6 Ступінь вогнестійкості будинку та класи вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) та максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				колони	сходові площадки, косури, сходи, балки, марші сходових кліток	перекрыття міжповерхові (у т. ч. горищні та над підвалами)	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні ненесучі	внутрішні ненесучі (перегородки)				плити, настили, прогони	балки, ферми, арки, рами
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	REI 150 M0	REI 75 M0	E 30 M0	EI 30 M0	R 150 M0	R 60 M0	REI 60 M0	RE 30 M0	R 30 M0
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E15, M0 E30, M1	EI 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	
IIIa	REI 60 M0	REI 30 M0	E15 M1	EI 15 M1	R 15 M0	R 60 M0	REI 15 M0	RE 15 M1	R 15 M0
IIIб	REI 60 M1	REI 30 M1	E15, M0 E30, M1	EI 15 M1	R 60 M1	R 45 M0	REI 45 M1	RE 15, M0 RE 30, M1	R 45 M1
IV	REI 30 M1	REI 15 M1	E15 M1	EI 15 M1	R 30 M1	R 15 M1	REI 15 M1	Не нормуються	
IVa	REI 30 M1	REI 15 M1	E15 M2	EI 15 M1	R 15 M0	R 15 M0	REI 15 M0	RE 15 M2	R 15 M0
V	Не нормуються								

Будівлі, що мають поверховість більшу а ніж 16 мають особливу міру вогнестійкості:

- конструкція будівлі повинна бути виконана з матеріалів, що не згорають;
- мінімальна межа вогнестійкості багатофункціональних будівель з підвищеною поверховістю має бути не менше: несучі стіни – REI 180; протипожежні стіни – REI 180; колони - R180; стіни сходових кліток – REI 180; елементи перекриттів – REI 180; протипожежні перекриття – REI 180, конструкція ліфтово\ шафи – REI 90.

1.4 Сучасні методи реконструкції фасадів для забезпечення пожежної безпеки

Через свої особливі характеристики висотні будівлі мають вищу потенційну пожежну небезпеку, ніж будівлі з меншою поверховістю. Особливістю надзвичайних ситуацій у таких приміщеннях є те, що вогонь може швидко поширюватися по всій висоті будівлі, руйнуючи фасадну конструкцію та перекидаючись на сусідні будівлі та споруди. Швидке вертикальне поширення вогню надзвичайно ускладнює евакуацію та рятувальні роботи. Продукти горіння заповнюють евакуаційні виходи, ліфтові шахти та сходові клітини. За лічені хвилини будівля повністю задимлюється, що унеможливлює перебування людей у приміщенні без засобів захисту органів дихання. Найбільш інтенсивне задимлення спостерігається на верхніх поверхах, що вкрай ускладнює виявлення пожежі, порятунок людей і подачу вогнегасних речовин. Крім того, під час пожежі заборонено користуватися ліфтами, а система протипожежного захисту може вийти з ладу.

При будівництві висотних будівель варто проектувати окремі майданчики, які призначені для пожежної техніки що покращить ефективність ліквідації наслідків. У нових державних нормах зазначається, що на усіх покрівлях висотних будівель варто проектувати майданчики для гелікоптерів. Їх розмір повинен бути не менше 5 x 5 м, а огорожа - 1,5 м. Над площадками безпосередньо біля них також не повинні бути розташовані антени та електрообладнання, кабелі тощо.

Об'ємно-планувальні рішення повинні включати в себе поділ висотної будівлі по вертикалі та горизонталі на пожежні відсіки, також має бути обмеження площі та висоти відсіків; обов'язкове відокремлення приміщень, де гасіння пожежі ускладнене, різними протипожежними перешкодами; обмеження по кількості шахт ліфтів, які перетинають запроектовані протипожежні відсіки; також необхідний поділ будівлі декількома

протипожежними перешкодами, що блокують розповсюдження пожежі між групами приміщень, які різні за своєю функціональною пожежною небезпекою [13].

Висновки за розділом 1

1. Урбанізація як соціально-економічний процес, що проявляється в концентрації населення в сучасних великих містах, сприяє розвитку висотного будівництва.
2. Згідно із статистичними даними, на території України розташовано 5483 висотних будинки і підвищеної поверховості, з яких 5193 – житлові.
3. Часті влучання по житловому сектору спровокувала інтерес саме до пожежної безпеки та стійкості будівель. Тому одним з ключових питань при проектуванні та реконструкції будівель стає питання запобігання руйнування конструкцій та поширення вогню під час пожеж.
4. У будинках і спорудах житлового сектору виникло 12 952 пожежі (2,4 %), що становить - 31,7 % від загальної кількості усіх пожеж. Зокрема, безпосередньо у житлових будинках виникло 7 447 пожеж (9,7 %), що становить 18,2 % від загальної кількості пожеж або 57,5 % від кількості пожеж у будинках та спорудах житлового призначення; внаслідок яких загинуло 592 людини (-14,8 %) та 566 людей (+6,6 %) отримали травми.
5. Розглядаючи українську нормативну документацію можемо виокремити такий перелік нормативних документів що регламентують питання пожежної безпеки: ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги, ДСТУ Б EN 13501-2:2016 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 1. Класифікація за результатами випробувань щодо реакції на вогонь (EN 13501-1:2007+A1:2009, IDT), ДСТУ 9192:2022 Пожежна

безпека. Проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м, ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість».

6. Через свої особливі характеристики висотні будівлі мають вищу потенційну пожежну небезпеку, ніж будівлі з меншою поверховістю. Особливістю надзвичайних ситуацій у таких приміщеннях є те, що вогонь може швидко поширюватися по всій висоті будівлі, руйнуючи фасадну конструкцію та перекидаючись на сусідні будівлі та споруди.
7. При будівництві висотних будівель варто проектувати окремі майданчики, які призначені для пожежної техніки що покращить ефективність ліквідації наслідків. Об'ємно-планувальні рішення повинні включати в себе поділ висотної будівлі по вертикалі та горизонталі на пожежні відсіки, також має бути обмеження площі та висоти відсіків; обов'язкове відокремлення приміщень, протипожежними перешкодами; обмеження по кількості шахт ліфтів; поділ будівлі декількома протипожежними перешкодами, що блокують розповсюдження пожежі між групами приміщень, які різні за своєю функціональною пожежною небезпекою.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАТЕРІАЛІВ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НА ПОЖЕЖНУ СТІЙКІСТЬ ФАСАДІВ

2.1 Рекомендовані матеріали для підвищення пожежної стійкості

Підвищення вогнестійкості конструкцій є критично важливим напрямком у сучасному будівництві, що має на меті запобігти значним руйнуванням та втратам під час пожеж. Як виявилось, останні дослідження дозволяють проаналізувати та систематизувати матеріали, які значно підвищують вогнестійкість будівель.

Гіпсокартон, широко відомий як гіпсокартон, є ще одним матеріалом, який широко використовується для забезпечення вогнестійкості. Гіпс містить хімічно з'єднану воду, яка під впливом тепла виділяється у вигляді пари, сповільнюючи теплопередачу. Спеціалізований вогнестійкий гіпсокартон містить добавки, які покращують його вогнестійкість.



Рисунок 2.1 — Гіпсокартон

Інтумесцентні вогнезахисні покриття (ІВП) – клас матеріалів, що під дією значних високих температур можуть утворювати пористий пінококс,

який за об'ємом в 20-80 разів переверщує свій початковий об'єм покриття та має досить низьку теплопровідність, також захищає поверхні від впливу і високих температур (теплового випромінювання), і безпосередньо від самого полум'я. Інтумесцентні покриття наносяться на такі елементи конструкцій, як сталеві балки. Під впливом високих температур ці покриття розширюються, утворюючи ізоляційний шар, який захищає основний матеріал від нагрівання і потенційного руйнування.



Рисунок 2.2 — Інтумесцентні вогнезахисні покриття

Таблиця 2.1 Вогнестійкість пластин з інтумесцентними покриттями після штучного старіння [14]

Зразок		Склад зразка, мас. %			Термін експлуатації	Межа вогнестійкості R, хв.			
№		IC	TiO ₂	Домішка		0	11 циклів	21 цикл	32, цикли
1	IC-0	100	-	-	-	36	29	23	17
2	IC-1	92	8	-	12 років	44	45	40	38
3	IC-2	92	6	ЦТА-ММТ, 2%	15 років	50	48	47	46
4	IC-3	92	6	TiO ₂ , 2%	15 років	54	54	52	50

Вогнестійкі ізоляційні матеріали, такі як мінеральна вата і скловолокно, використовуються для перешкоджання теплопередачі і стримування поширення вогню в порожнинах і між поверхами. Ці матеріали є негорючими і витримують високі температури, сприяючи підвищенню загальної вогнестійкості будівлі.



Рисунок 2.3 — Мінеральна вата та скловолокно

Фіброцементний сайдинг поєднує цемент з целюлозними волокнами, в результаті чого утворюється негорючий матеріал, який має естетичну привабливість дерев'яного сайдингу, але з підвищеною вогнестійкістю. Він широко використовується в районах, схильних до лісових пожеж, завдяки своїй довговічності та вогнестійкості.



Рисунок 2.4 — Фіброцементний сайдинг

Вогнестійкість є особливо критичним фактором при виборі фасадних матеріалів, особливо для висотних і комерційних будівель. Нижче наведено детальне порівняння найпоширеніших вогнестійких фасадних матеріалів,

їхніх характеристик та переваг:

Таблиця 2.2 Порівняльна характеристика вогнестійких фасадних матеріалів

Матеріал	Характеристики	Переваги
Фіброцементні панелі - негорючі	- Складаються з цементу, целюлозних волокон і наповнювачів. - Стійкі до нагрівання, полум'я та розповсюдження диму.	- Відмінна вогнестійкість. - Мінімальний догляд. - Доступні в різних кольорах і текстурах для універсального застосування в дизайні.
Алюмінієві композитні панелі (АКП)	- Негорюча мінеральна серцевина між шарами алюмінію. - Легкі, але міцні.	- Вогнестійкі АКП (клас вогнестійкості А2) забезпечують як безпеку, так і естетичну привабливість. - Легкий монтаж і тривалий термін служби.
Кам'яний шпон	- Природно негорючий (клас вогнестійкості А1). - Висока термостійкість.	- Чудова довговічність і вогнестійкість. - Забезпечує позачасовий і преміальний зовнішній вигляд.
Скляні фасади (вогнестійкі)	- Багатошарове безпечне скло з вогнетривкими прошарками. - Обмежує теплопередачу та запобігає поширенню полум'я протягом певного часу (30-120 хвилин).	- Забезпечує безпеку людей, зберігаючи при цьому прозорість. - Покращує природне освітлення без шкоди для протипожежних характеристик.
Ізоляція з мінеральної вати	- Негорюча (пожежна класифікація А1). - Використовується як ізоляційний шар в системах вентильованих фасадів.	- Запобігає поширенню вогню в порожнинах стін. - Забезпечує тепло- та звукоізоляцію.
Теракотові панелі	- Негорючий керамічний матеріал. - Висока стійкість до вогню і тепла.	- Забезпечує відмінну пожежну безпеку. - Міцний і стійкий до атмосферних впливів.

2.2 Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем

На сьогоднішній існує велика кількість різноманітних систем утеплення фасадів будинків і теплоізоляційних матеріалів, які використовуються в цих системах. Найбільш поширеними системами теплоізоляції є системи фасадної теплоізоляції, опоряджені штукатурками та конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням індустриальними елементами [15].

Вентильовані фасади є вершиною технології фасадних систем, поєднуючи в собі функціональність, естетичну привабливість і вогнестійкість. Ці системи складаються із зовнішньої обшивки, повітряної порожнини та внутрішнього шару ізоляції, кожна з яких відіграє певну роль у підвищенні експлуатаційних характеристик будівлі. Технологічний прогрес удосконалив їхній дизайн, вибір матеріалів і методи монтажу, що зробило їх кращим вибором у сучасній архітектурі.

Визначальною особливістю вентильованих фасадів є повітряна порожнина, зазвичай шириною 40-100 мм, яка забезпечує безперервний потік повітря. Цей повітряний потік сприяє випаровуванню вологи, зменшує ризик утворення конденсату і покращує терморегуляцію, діючи як буферна зона від зовнішніх температур.

Негорючі матеріали, такі як фіброцементні панелі, алюмінієві композитні панелі (АКП) з мінеральним наповнювачем і теракота, стали стандартом для вентильованих фасадів. Ці матеріали відповідають суворим класифікаціям пожежної безпеки, таким як А1 і А2 за системою Euroclass.

Мінеральна вата переважно використовується для ізоляції через її негорючість, теплову ефективність та акустичні переваги. Крім того, для забезпечення прозорості інтегровані фасади з високоякісного вогнетривкого скла, що гарантує пожежну безпеку завдяки багатошаровому склу з інтумесцентними прошарками.

Технологічний прогрес у системах кріплення покращив монтаж

вентильованих фасадів. Легкі рами з алюмінію або нержавіючої сталі забезпечують довговічність і вогнестійкість, а сучасні модульні конструкції спрощують монтаж і обслуговування.

Анкерні системи спроектовані таким чином, щоб підтримувати цілісність конструкції при високих температурах, запобігаючи відшаруванню облицювання під час пожежі. Ці системи також включають теплові розриви для зменшення теплового моста.

Технологія будівництва вентильованих фасадів для висотних будівель передбачає монтаж зовнішньої облицювальної системи на металеву підконструкцію, створюючи повітряний прошарок для вентиляції. Шари включають негорючу ізоляцію, кронштейни та порожнинні бар'єри, що забезпечують вогнестійкість, теплові характеристики та довговічність.

Пожежна безпека є критично важливим компонентом вентильованих фасадів. Порожнинні бар'єри, встановлені горизонтально і вертикально в повітряному прошарку, запобігають поширенню полум'я і диму. Ці бар'єри, як правило, складаються з інтумесцентних матеріалів, які розширюються під впливом тепла, щоб закрити порожнину.

Інтеграція датчиків і пристроїв у фасадні системи дозволяє в режимі реального часу контролювати температуру, вологість і цілісність конструкції. Ці системи вдосконалюють протоколи технічного обслуговування та дозволяють на ранніх стадіях виявляти ризики, пов'язані з пожежею.

Розглянемо ключові переваги вентильованого фасаду:

- Терморегуляція: Повітряний прошарок зменшує теплове навантаження, запобігаючи прямій передачі тепла всередину будівлі.
- Контроль вологості: Безперервна вентиляція запобігає утворенню конденсату, зберігаючи як фасад, так і внутрішні конструкції.
- Енергоефективність: Вентильовані фасади покращують теплоізоляційні характеристики, зменшуючи споживання енергії на опалення та охолодження.

- Пожежна безпека: Використання негорючих матеріалів, порожнинних бар'єрів і надійних систем кріплення зводить до мінімуму ризику пожежі.

Вентильовані фасади широко застосовуються в житлових, комерційних і висотних будівлях. На європейському ринку, де діють суворі правила пожежної безпеки, такі як EN 1364-1 [16], спостерігається сплеск впровадження вентильованих фасадних систем. Аналогічно, ринки України та Азії швидко переходять на фасадні технології, що відповідають вимогам пожежної безпеки.

Важливо пам'ятати, що варто надавати перевагу негорючим облицювальним та ізоляційним матеріалам. Забезпечувати правильні розміри та передбачити бар'єри для порожнин з метою пожежної безпеки. Використовувати вогнестійкі та термостійкі системи кріплення. Дотримуватись міжнародних стандартів, щоб забезпечити безпеку та довговічність.

Інтеграція активних систем протипожежного захисту, таких як спринклери та датчики, у фасадні конструкції підвищує вогнестійкість будівлі, поєднуючи негайне гасіння пожежі зі структурною локалізацією вогню. Активні системи виявляють і гасять пожежі на ранніх стадіях, доповнюючи пасивні заходи протипожежного захисту, такі як вогнестійкі матеріали і розподіл приміщень на відсіки.

Спринклерні системи, інтегровані в конструкцію фасаду, можуть ефективно контролювати зовнішні пожежі, запобігаючи їх проникненню через огорожувальні конструкції. Така інтеграція вимагає ретельного підходу до розподілу води, щоб забезпечити повне покриття площі фасаду. Крім того, вибір спринклерних компонентів повинен враховувати вплив навколишнього середовища, щоб підтримувати функціональність за різних погодних умов.

Датчики, в тому числі датчики тепла і диму, вбудовані в фасадні системи, забезпечують моніторинг в режимі реального часу і раннє

виявлення пожеж. Ці датчики можуть викликати тривогу і швидко активувати системи пожежогасіння, зменшуючи розповсюдження вогню. Розвиток сенсорних технологій призвів до розробки пристроїв, здатних працювати у зовнішньому середовищі, що розширює можливості їх застосування для інтеграції в фасадні системи.

Інтеграція активних систем протипожежного захисту в фасадні конструкції значно підвищує вогнестійкість. Така інтеграція, за умови ретельного проектування та дотримання стандартів безпеки, забезпечує надійний захист від пожежної небезпеки, захищаючи як майно, так і мешканців будівлі.

Висновки за розділом 2

1. Підвищення вогнестійкості конструкцій є критично важливим напрямком у сучасному будівництві, що має на меті запобігти значним руйнуванням та втратам під час пожеж. Як виявилось, останні дослідження дозволяють праналізувати та систематизувати матеріали, які значно підвищують вогнестійкість будівель.
2. На сьогоднішній існує велика кількість різноманітних систем утеплення фасадів будинків і теплоізоляційних матеріалів, які використовуються в цих системах. Найбільш поширеними системами теплоізоляції є системи фасадної теплоізоляції, опоряджені штукатурками та конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням індустриальними елементами
3. Вентильовані фасади є вершиною технології фасадних систем, поєднуючи в собі функціональність, естетичну привабливість і вогнестійкість. Ці системи складаються із зовнішньої обшивки, повітряної порожнини та внутрішнього шару ізоляції, кожна з

яких відіграє певну роль у підвищенні експлуатаційних характеристик будівлі.

4. Пожежна безпека є критично важливим компонентом вентильованих фасадів. Порожнинні бар'єри, встановлені горизонтально і вертикально в повітряному прошарку, запобігають поширенню полум'я і диму. Ці бар'єри, як правило, складаються з інтумесцентних матеріалів, які розширюються під впливом тепла, щоб закрити порожнину.
5. Інтеграція активних систем протипожежного захисту, таких як спринклери та датчики, у фасадні конструкції підвищує вогнестійкість будівлі, поєднуючи негайне гасіння пожежі зі структурною локалізацією вогню. Активні системи виявляють і гасять пожежі на ранніх стадіях, доповнюючи пасивні заходи протипожежного захисту, такі як вогнестійкі матеріали і розподіл приміщень на відсіки.
6. Інтеграція активних систем протипожежного захисту в фасадні конструкції значно підвищує вогнестійкість. Така інтеграція, за умови ретельного проектування та дотримання стандартів безпеки, забезпечує надійний захист від пожежної небезпеки, захищаючи як майно, так і мешканців будівлі.

РОЗДІЛ 3

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ СТІЙКОСТІ ФАСАДНИХ СИСТЕМ

3.1 Дослідження характеристик фасадних матеріалів

3.1.1 Характеристика речовин і матеріалів відповідно діючих норм

Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» встановлено 8 ступенів вогнестійкості: I, II, III, IIIa, IIIб, IV, IVa, V. Як відомо, ступінь вогнестійкості залежить від групи горючості будівельних матеріалів, межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій, а також від межі поширення вогню по цих конструкціях.

Для ефективного планування та проєктування висотих будівель важливо розуміти та розрізняти основні категорії приміщень за їх вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Таблиця 3.1 Категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) у приміщенні
A Вибухопоже- женебезпечна	Горючі гази (ГГ), легкозаймисті рідини (ЛЗР) з температурою спалаху не більше 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газопароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа

Продовження таблиці 3.1

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) у приміщенні
Б Вибухопоже- женебезпечна	Горючий пи́л, волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C, горючі рідини (ГР) в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що перевищує 5 кПа
В Пожежоне- безпечна	Горючі гази (ГГ), легкозаймисті, горючі і важкогорючі рідини, а також речовини та матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти; горючий пи́л і волокна, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (обертаються), не відносяться до категорій А, Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймистих та горючих речовин на окремих ділянках¹ площею не менше 10 м² кожна перевищує 180 МДж/м² ²
Г	Негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; горючі гази (ГГ), рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо
Д	Речовини і матеріали, що вказані вище для категорій приміщень А, Б, В (крім горючих газів) у такій кількості, що їх питома пожежна навантага для твердих і рідких горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10 м² кожна не перевищує 180 МДж/м², а також, негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані, за умови, що приміщення, в яких знаходяться (обертаються) вищевказані речовини і матеріали, не відносяться до категорій А, Б і В

3.1.2 Вогнестійкість сучасних фасадних систем

Одним з поширених та енергоефективних видів фасадної системи, особливо при реконструкції будівель, є влаштування так званих «мокрих фасадів», монтаж яких не потребує посилення несучих стін фасаду.

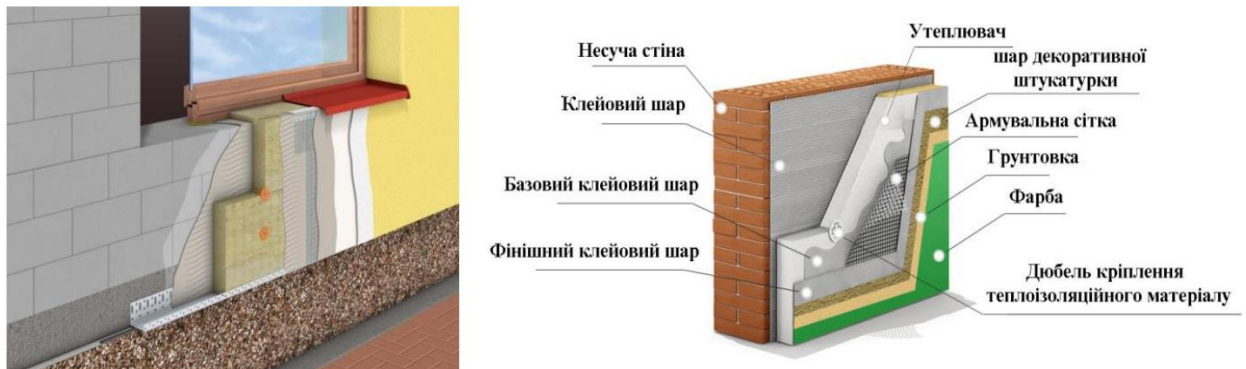


Рисунок 3.1 — Загальний вигляд та конструктивні елементи фасадної системи - «мокрого типу»

Пожежна небезпека даного виду фасадної системи полягає в можливому застосуванні утеплювачів, які не відповідають вимогам пожежної безпеки за горючістю, поширенням вогню, горючістю та ін. Крім того, використання неякісного кріплення або порушення технології монтажу може призвести до відриву фрагментів фасадної системи або утворення «повітряних кишень» під шарами фасадної конструкції, що негативно позначається на вогнезахисному ефекті. До конструкційних переваг «мокрого фасаду» можна віднести наявність додаткового шару теплоізоляційного покриття. Це забезпечує додаткові тепло- та вогнезахисні властивості для зовнішніх вертикальних огорожувальних конструкцій за допомогою відповідних технологій нанесення.

«Сухий фасад» включає фасадні системи, які збираються без використання багатошарових клеїв та інших будівельних розчинів. У цій системі більшість елементів фасаду кріпляться за допомогою механічних

кріплення, тобто дюбелів, анкерів, металевих профілів, саморізів та ін. Приклади: Фасадне облицювання або вентильовані фасади з алюмінієвих касет, металевих профілів, керамограніту, кераміки, клінкерної плитки, композитних панелей або штучного або природного каменю.

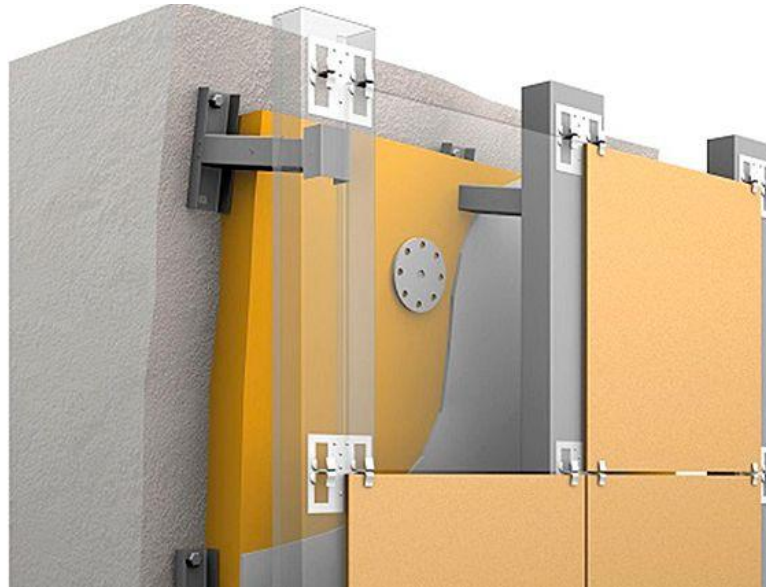


Рисунок 3.2 — Загальний вигляд «сухого фасаду»

Цей тип фасадної системи характеризується наявністю повітряних проміжків і використанням горючих матеріалів, тобто пластику, вінілу та інших штучних матеріалів, які можуть візуально імітувати натуральний камінь або плитку, але мають горючі властивості пожежна небезпека [14]. Крім того, слід мати на увазі, що в разі виникнення пожежі, в залежності від пожежного навантаження на будівлю, температура поверхні фасаду може коливатися від 800 до 1200 °C, при цьому температура плавлення алюмінію або алюмінію різні. - ті, що містять навісні фасадні кріплення, починаються від 650 °C [15]. Це забезпечує руйнування фасадної системи в разі справжньої пожежі. Тобто, при використанні металопрофілю з матеріалів з низьким тепловим опором, негорючих оздоблювальних будівельних матеріалів або матеріалів групи горючості Г1 не можна гарантувати цілісність «сухого фасаду» у разі виникнення пожежі.

Переваги, які можуть впливати на обмеження поширення вогню в описаних типах фасадів «мокрі фасади», «сухі фасади» та «поліфасади», включають зовнішні вертикальні перешкоди висотою, як правило, в межах 1 м. Це включає наявність міжповерхових перегородок. Від 1 до 2,0 м між освітлювальними прорізами (вікнами) з нормованим ступенем вогнестійкості.

Наявність такого зовнішнього вертикального міжповерхового бар'єру зі стандартизованим класом вогнестійкості є важливою для обмеження поширення вогню, навіть при використанні неефективних фасадних систем з точки зору обмеження теплового впливу вогню. Як правило, такі вертикальні перегородки між поверхами виконуються з негорючих матеріалів – цегли, піноблоків, газоблоків, навіть якщо зовнішні стіни будівлі заповнені монолітним каркасом.

Особливе місце в сучасній архітектурі займають світлі фасади зі скла, але, як правило, без зовнішніх вертикальних протипожежних стін (міжповерхових перегородок) зі стандартизованим класом вогнестійкості.

Крім того, такі типи фасадів часто комбінують з медіафасадами або радіальними фасадами з тильними вентиляційними панелями.



Рисунок 3.3 — Скляні світлопрозорі фасади

Світлопрозорий фасад першого типу складається зі скла, що повністю заповнює комірки світлових прорізів приміщень кожного поверху. Кожен поверх розділяє міжповерхове перекриття зі стандартизованими класами вогнестійкості відповідно до рівня вогнестійкості будівлі.

Кожна конструкція світлового отвору має зовнішню герметичну конструкцію зі стандартизованим рейтингом вогнестійкості, що діє як вогнезахисний ефект.

Варіантом описаного вище типу фасаду є засклений прозорий скляний фасад, який використовує смуги для безперервного заповнення горизонтальних світлових отворів на підлозі.

Кожен поверх відокремлений міжповерховим перекриттям із стандартизованим класом вогнестійкості, що відповідає рівню вогнестійкості будівлі. Недоліком даного виду фасаду є те, що навіть за наявності суцільної перегородки між кімнатами неможливо обмежити горизонтальне поширення полум'я між кімнатами в межах поверху, оскільки склопакети з'єднані послідовно.

Крім того, при температурному руйнуванні фіксація таких панелей пов'язана з прилеглим склопакетом, що в більшості випадків призводить до поступового руйнування всієї секції прозорого скла фасаду.

Фасадна система являє собою напівпрозорий скляний фасад із помітним суцільним вертикальним і горизонтальним склінням, а конструкція прозорого суцільноскляного фасаду може бути незалежною та самонесучою.

Цей тип фасаду корисний не тільки з архітектурної точки зору. Конструкція таких фасадів також значно складніша за технологією кріплення скляних панелей до несучої конструкції будівлі.

З точки зору пожежної безпеки, такі конструкції не містять елементів, які можуть обмежити термічну дію вогню, і якщо будь-який з елементів фасадної системи буде зруйнований, потрібно бути обережним.

Може виникнути пожежа та спричинити пошкодження навколишньої скляної конструкції, дозволяючи вогню безперешкодно продовжуватись і

поширювати його наслідки на верхні поверхи.

Стійко-ригельні конструкції для кріплення скляних фасадів є найбезпечнішими з вогнезахисної точки зору, завдяки використанню негорючих елементів конструкції та високотермостійких кріпильних матеріалів.

До основних конструктивних елементів такого типу фасадної системи відносяться вертикальні металеві стійки, до яких механічно кріпляться горизонтальні поперечини. Склопакети монтуються на зовнішню сторону алюмінієвих опорних пластин, які попередньо кріпляться до поперечини. При установці склопакет монтується за допомогою пластикових кліпс, прикручених до опорного профілю.

Ущільнювач з жаростійкої і морозостійкої гуми надійно ущільнює з'єднання скла і алюмінієвих опорних профілів. Притискні смуги для подвійного скла прикріплені гвинтами з нержавіючої сталі. Потім притискну смугу закривають декоративною алюмінієвою кришкою. Така конструкція розташована з внутрішньої теплої сторони навісної стіни [13].

Перевагою цієї фасадної системи з точки зору будівництва є можливість реалізації багатьох варіантів з'єднувальних профілів, як правило, з алюмінію або нержавіючої сталі.

Окрім легкого кріплення, ця фасадна система є найбільш економічною та вогнестійкою, при цьому вогнем пошкоджуються лише окремі елементи кріплення, що може призвести до обвалення.

Переваги використання такого типу фасадної конструкції:

- міцність і надійність: використання металевих стійок і ригелів забезпечує високу міцність і здатність витримувати значні навантаження.
- пожежна безпека: Конструкція зазвичай виготовляється з негорючих матеріалів, таких як алюміній чи нержавіюча сталь, що підвищує стійкість до високих температур.
- герметичність і теплоізоляція: Завдяки ущільнювачам із

термостійких матеріалів забезпечується високий рівень герметизації і захист від зовнішніх впливів (вітру, дощу).

На рисунку 3.4 наведено приклад вузла кріплення склопакета.

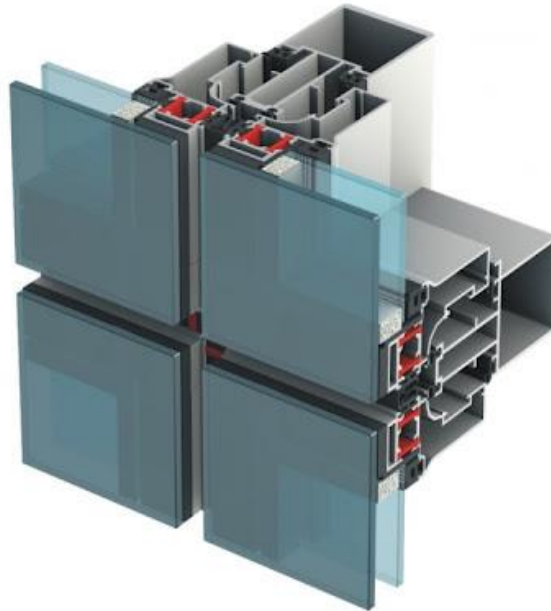


Рисунок 3.4 — Стійко-ригельна конструкція для кріплення скляних фасадів

Серед найбільш пожежонебезпечних світлопрозорих фасадів варто виділити метод саме структурного кріплення скляних модулів до будь яких несучих будівельних конструкцій будівлі. Цей будівельний прийом використовується, коли фасад покритий прозорими склопакетами, але зовні будівля виглядає як суцільна скляна дзеркальна стіна. Технологія структурного скління заснована на кріпленні склопакетів до фасаду будівлі за допомогою герметика (силікону), який є несучим елементом конструкції. Фасадне конструкційне скло відрізняється від фіксованого барного скла тим, що на зовнішньому боці скла відсутні металеві деталі (скоби або декоративні планки). У той же час склопакет з'єднується з алюмінієвою рамою за допомогою спеціальної техніки, щоб утворити касету структурного скла. У разі пожежі або незначного термічного удару такі герметики можуть

втрачати свої міцнісні властивості, а фасадна конструкція може зруйнуватися, створюючи ситуацію, коли фасадна пожежа може безперешкодно поширюватися на верхні поверхи.

За результатом наведеного аналізу можемо звести дані до загальної таблиці, де наведено основні переваги та потенційні пожежні небезпеки для різних типів фасадних систем.

Таблиця 3.2 Пожежні характеристики для різних типів конструкцій фасадних систем

Тип фасадної системи		Конструктивні переваги	Конструктивні недоліки
Мокрий фасад		- можливість влаштувати протипожежні карнизи та пояси;	- можливість використання горючих утеплювачів або інших неякісних матеріалів опорядження
Сухий фасад		- можливість влаштувати протипожежні розриви;	- можливість використання горючих облицовальних матеріалів;
		- можливість влаштувати водяні протипожежні системи зрошення;	- утворення повітряного прошарку між несучою конструкцією та фасадним облицюванням;
		- можливість зміни параметрів протипожежних міжповерхових віконних простінків.	- можливість використання в конструкціях фасадних систем матеріалів з низьким термічним опором.
Поліфасад			не виявлено
світлопрозорі скляні фасадні системи	комірчастого типу	- можливість влаштувати протипожежні карнизи та пояси;	- можливість використання горючих утеплювачів або інших неякісних матеріалів опорядження
	рядний тип скління	- можливість влаштувати протипожежні розриви;	- відсутність можливості встановлення будь яких пасивних чи активних вогнеперешкоджувачів;
	суцільне скління	- можливість влаштувати водяні протипожежні системи зрошення;	- можливість прогресивного руйнування зовнішніх огорожувальних конструкцій фасаду в межах поверху.
	стійко-ригельне скління	- можливість зміни параметрів протипожежних міжповерхових віконних простінків.	- відсутність можливості встановлення будь яких пасивних чи активних вогнеперешкоджувачів;
	структурне скління	- відсутність можливості використання горючих утеплювачів або інших неякісних матеріалів опорядження;	- загроза прогресивного руйнування зовнішніх огорожувальних конструкцій фасаду
		- відсутність повітряного прошарку між несучою конструкцією та фасадним облицюванням.	- відсутність можливості встановлення будь яких пасивних чи активних вогнеперешкоджувачів;
			- загроза прогресивного руйнування зовнішніх огорожувальних конструкцій фасаду через використання в конструкціях фасадних систем герметиків з низьким термічним опором.

За результатами систематизації і узагальнення даних можемо зробити висновок, що до найбільш пожежобезпечним типів оздоблення фасадних систем відносять поліфасад. Даний тип фасадної системи має найменші ризики використання саме горючих матеріалів або ж просто неякісних кріпильних елементів, і при цьому такий тип фасаду має змогу додатково встановлювати активні чи пасивні вогнеперешкоджувальні системи по типу водяних завіс чи протипожежних карнизів, відповідно до чинних норм.

3.2 Моделювання поведінки фасадних систем під час пожежі

Аналіз розподілу кількості пожеж у будівлях (висотних) за місцем їх безпосереднього виникнення протягом останніх десяти років (2010-2019, до COVID-19 та повномаштабного вторгнення вказує на тенденцію збільшення кількості виникнення пожеж на сходових клітках та у коридорах для загального користування, а також житлових й ванних кімнатах.

Таблиця 3.3 Розподіл пожеж за місцем їх виникнення за період з 2010-2019 роки [8]

Місце виникнення пожежі	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Всього
Сходова клітина, коридор	9	8	6	14	16	10	17	16	23	31	150
Балкон, лоджія	5	4	19	6	8	14	10	21	8	22	117
Житлова кімната	2	1	10	2	8	7	5	10	13	14	72
Сміттєзбірник, сміттєпровід	7	8	8	5	7	6	8	3	6	5	63
Комунікаційні шахти, канали	6	2	5	6	4	10	7	7	4	5	56
Кухня	11	6	3	3	2	3	2	5	8	9	52
Підвал	3	4	5	3	3	3	7	5	6	5	44
Ванна, туалет	1	1	1	1	1	2	2	1	3	4	17
Інші технічні приміщення та приміщення з тимчасовим перебуванням людей	3	9	8	16	17	16	19	15	19	14	136

Як чітко демонструють великі пожежі, дизайн фасаду може мати безросередній та значний вплив на хід і швидкість поширення вогню. Щоб зрозуміти, як пожежа може поширюватися на зовнішні фасади, для початку варто зрозуміти, як пожежа виникає, росте та поширюється, а також причини її спалаху. Спочатку пожежа почнеться у відсіку, якщо всі три компоненти трикутника вогню, тобто паливо, тепло та кисень, об'єднуються, створивши ланцюгову реакцію. Після того, як вогонь розгорівся, на його подальше зростання в основному впливають хімічні та фізичні властивості палива (теплота згоряння, температура займання, хімічний склад, щільність тощо) і його конфігурація (форма та розмір). Як результат внутрішня пожежа переостає в зовнішню та шириться вертикально по фасадній системі.

Загалом існує кілька сценаріїв пожежі, які можуть ініціювати пожежі на фасаді [16].

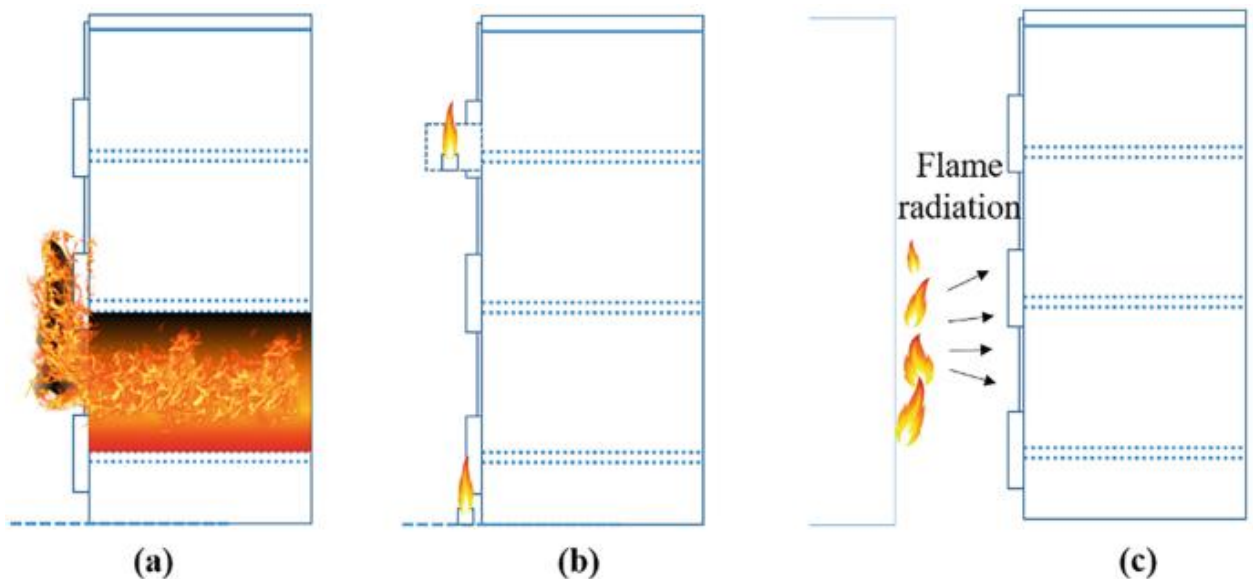


Рисунок 3.5 — Сценарії пожежі на фасаді при пожежах у висотних будівлях

Внутрішні пожежі всередині відсіку будівлі можуть виникати через різні джерела займання/тепла, які відрізняються за розміром, інтенсивністю та тривалістю від крихітної іскри до займання легкозаймистої рідини. У сучасній інфраструктурі існує ряд факторів, які призводять до частих

внутрішніх пожеж, таких як складні конструкції, відкриті простори (з меншою кількістю відсіків), збільшення кількості палива, порожні простори та зміна будівельних матеріалів. Це призвело до скорочення часу спалаху, швидшого розповсюдження вогню, скорочення часу евакуації та збільшення впливу. Внутрішні пожежі поширюються через: (1) порожнечі, (2) повітряні порожнини, (3) прямий вплив на зовнішній фасад

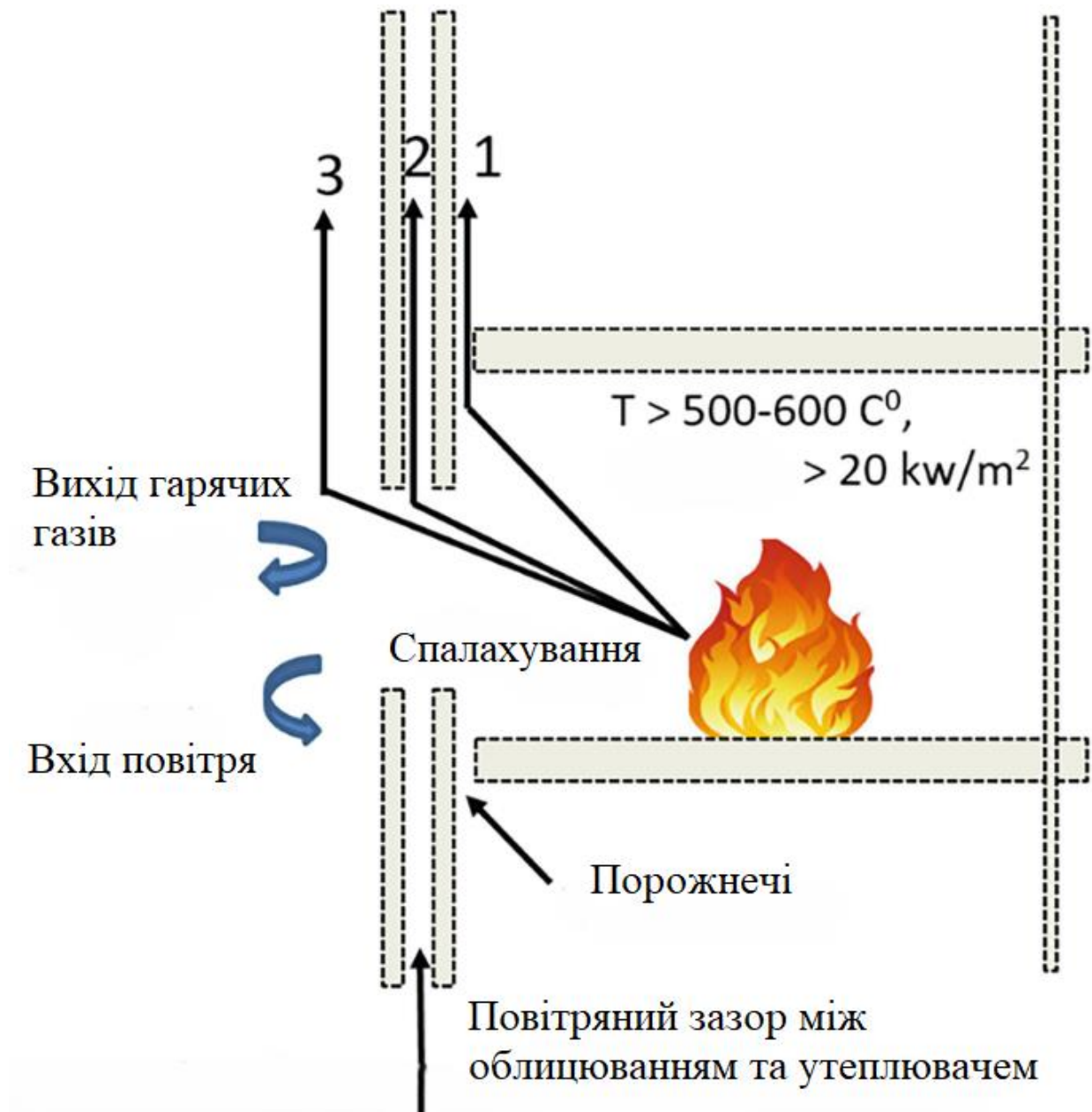


Рисунок 3.6 — Способи поширення внутрішніх пожеж

Зовнішні пожежі поблизу вікон або балконів можуть безпосередньо вражати зовнішній фасад без необхідності спалаху. Палаючі будівлі або горючі предмети (наприклад, припаркований автомобіль або сміттєві баки) також можуть викликати пожежу на фасаді. Двома основними факторами, які можуть призвести до вищезазначених сценаріїв пожежі, є використання горючих матеріалів у фасадній системі (облицювання, ізоляція, шви тощо) та відсутність або недостатність вертикальних бар'єрів порожнини та протипожежних перегородок, щоб уникнути проникнення вогню в порожнину, що призводить до ефекту димаря.

Швидкість розгортання вогню значною мірою залежатиме від тепловіддачі та швидкості поширення полум'я. Тому надзвичайно важливо вивчити механізм поширення полум'я та різні фактори, що впливають на його швидкість.

Як показано на рисунку 3.7 у висхідному полум'ї, що поширюється по фасадах, спостерігаються три основні області. Перша зона – це зона піролізу, де фактичне горіння матеріалу виробляє горючі леткі речовини, які горять, утворюючи видиме полум'я. Наступна область між x_p (зона піролізу) і x_f (довжина поширення полум'я) відома як шлейф горіння, де незгорілі леткі речовини рухаються вгору завдяки плавучості, горять, а також спричиняють попередній нагрів незгорілого твердого палива над зоною піролізу. Третя, найвища зона над x_f , що складається з гарячих продуктів згорання, відома як плавучий шлейф, де фізичне полум'я відсутнє. Швидкість поширення полум'я по фасадах в основному залежить від теплового потоку, що падає на незгорілий матеріал у зоні горіння через полум'я із зони піролізу. Для малого та ламінарного полум'я швидкість розповсюдження відповідає $x_p, x_f \propto t^2$, тоді як для турбулентного та великого полум'я швидкість розповсюдження набагато вища та експоненціально зростає з часом.

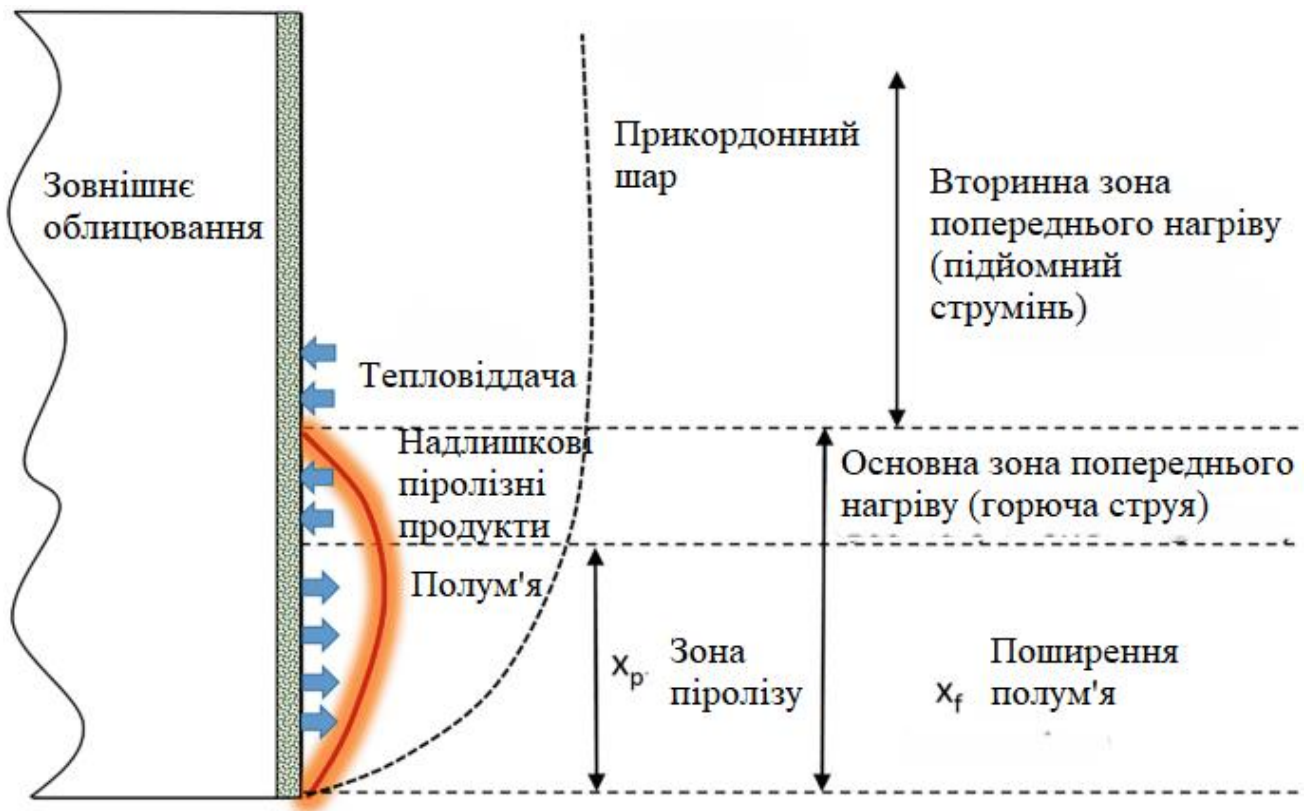


Рисунок 3.7 — Вертикальний висхідний механізм поширення вогню по фасаді

Повітряна порожнина призначена для сприяння належній вентиляції та циркуляції повітря всередині фасаду. Тим не менш, у разі пожежі цей простір може діяти як димохід і сприяти поширенню вогню вгору через явище, відоме як «ефект димаря». У багатьох випадках прямий вплив також може спричинити поширення вогню всередині порожнини.

На рисунку 3.8 показано поширення вогню через ефект димоходу для типової фасадної системи, де можна спостерігати виштовхувальну силу полум'я вздовж порожнини. Внутрішній вогонь може виходити з отворів відсіку, торкаючись зовнішньої стінки. Полум'я також може потрапити в область порожнини, нагріваючи закрите повітря набагато вище температури навколишнього середовища, що призводить до зменшення щільності повітря. Це спричиняє початок висхідного плавучого руху або ефекту димової труби, що призводить до вакуумно-подібних умов усередині порожнини. Свіже

повітря втягується в повітряний зазор, який утворюється між ними через ефект димоходу та відповідну швидкість поширення вогню

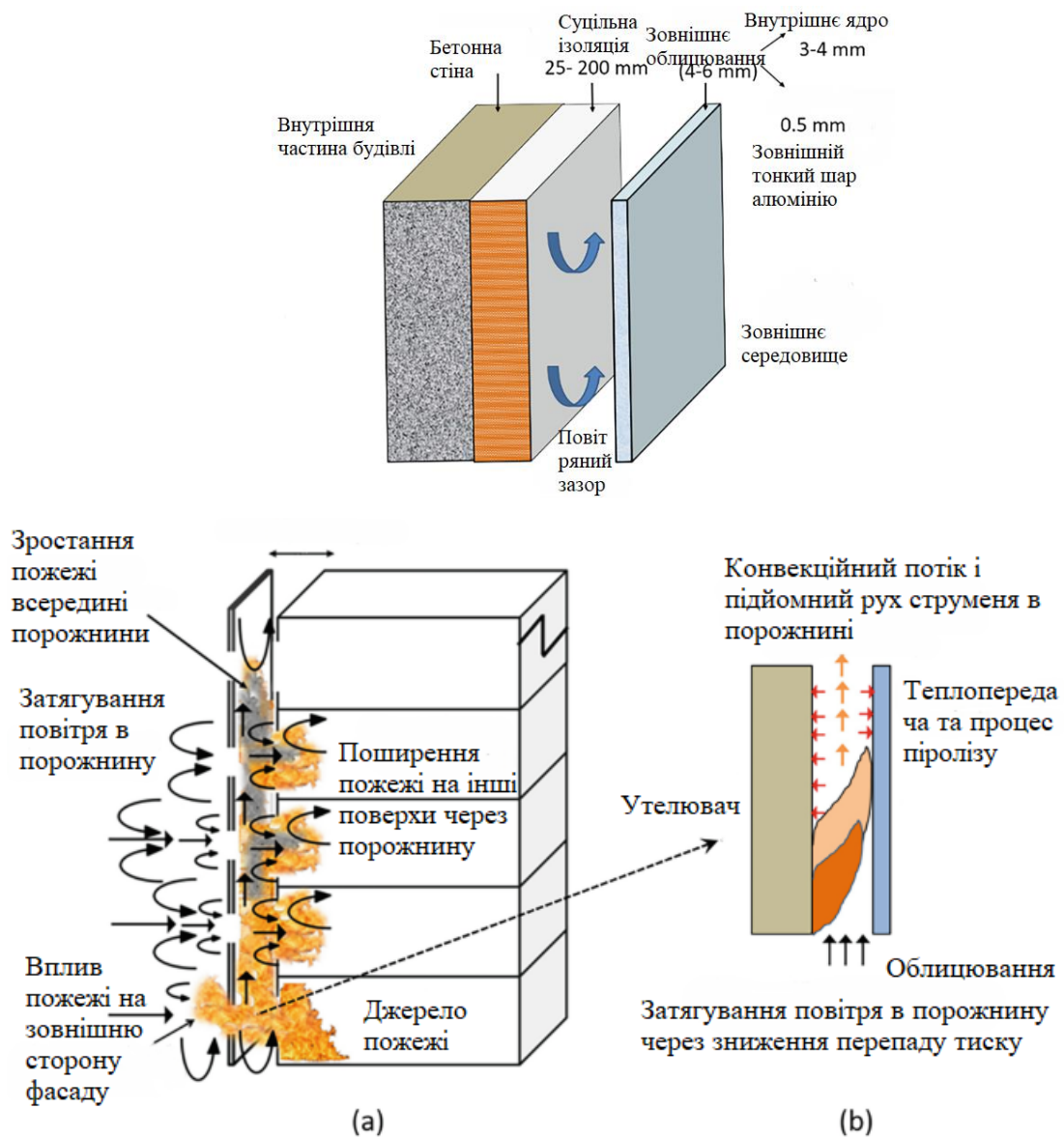


Рисунок 3.8 — Ефект димової труби при пожежі на фасаді та вигляд процесу, що відбуваються всередині порожнини

3.3 Дослідження протипожежних бар'єрів

Протипожежні бар'єри відіграють ключову роль у запобіганні поширенню вогню, забезпеченні безпеки будівель та їхніх мешканців. Вони створюють бар'єри, які перешкоджають поширенню полум'я і диму, надаючи

додатковий час для евакуації і роботи рятувальних служб. Ефективність таких бар'єрів залежить від матеріалів, конструкції та правильного монтажу.

Експериментальні дослідження підтверджують важливість використання протипожежних зон, герметиків та вогнестійких покриттів. Такі матеріали здатні витримувати високі температури без втрати несучої здатності, що є критично важливим для забезпечення цілісності будівель під час пожежі. Ефективність таких покриттів залежить від їх складу та технології нанесення. Використання якісних вогнезахисних покриттів дозволяє значно знизити ризик займання і поширення пожежі в будівлях з дерев'яними елементами.

Використання сучасних герметиків також сприяє пожежній безпеці. Дослідження показують, що герметики на основі силікону та акрилу можуть ефективно запобігати проникненню диму і газів через будівельні шви, знижуючи ризик поширення вогню між приміщеннями. Правильний вибір і застосування герметиків є важливим елементом комплексної пожежної безпеки в будівлях.

3.4 Рекомендації щодо влаштування пожежостійких

В результаті аналізу різних типів фасадних систем можемо зробити висновок, що найбільш ефективним та економічно доцільним є саме вентиляційний фасад, але зарахунок конструктивних рішень за для попередження поширення вогню під час пожеж варто використовувати протипожежні бар'єри, герметики та вогнестійкі покриття, які відіграють ключову роль у запобіганні поширенню вогню, забезпеченні безпеки будівель та їхніх мешканців. Вище перераховані заходи перешкоджають поширенню полум'я і диму, надаючи додатковий час для евакуації і роботи рятувальних служб.

Аналізуючи статистику пожеж можемо зробити висновок, що основною причиною їх виникнення є не дотримання протипожежних норм,

щодо використання матеріалів та технологій їх влаштування. Тому рекомендовано підвищити адміністративну та кримінальну відповідальність за не дотримання норм протипожежного захисту.

Запропонована технологія потенційно може ефективно працювати в результаті влучання ворожих засобів ураження, локалізуючи джерело загорання в межах протипожежних бар'єрів, а при застосуванні спрінклерної системи загасити полум'я.

Висновки за розділом 3

1. Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» встановлено 8 ступенів вогнестійкості: I, II, III, IIIa, IIIб, IV, IVa, V.
2. Найбільш поширеним і енергоефективним видом фасадної системи, особливо при реконструкції будівель, є влаштування так званих «мокрих фасадів», монтаж яких не потребує посилення несучих стін фасаду. До конструкційних переваг «мокрого фасаду» можна віднести наявність додаткового шару теплоізоляційного покриття. Це забезпечує додаткові тепло- та вогнезахисні властивості для зовнішніх вертикальних огорожувальних конструкцій за допомогою відповідних технологій нанесення.
3. «Сухий фасад» включає фасадні системи, які збираються без використання багатошарових клеїв та інших будівельних розчинів. У цій системі більшість елементів фасаду кріпляться за допомогою механічних кріплень, тобто дюбелів, анкерів, металевих профілів, саморізів та ін. Цей тип фасадної системи характеризується наявністю повітряних проміжків і використанням горючих матеріалів, тобто пластику, вінілу та інших штучних матеріалів, які можуть візуально імітувати натуральний камінь або плитку, але

мають горючі властивості пожежна небезпека

4. Переваги, які можуть впливати на обмеження поширення вогню в описаних типах фасадів «мокрі фасади», «сухі фасади» та «поліфасади», включають зовнішні вертикальні перешкоди висотою, як правило, в межах 1 м. Це включає наявність міжповерхових перегородок). Від 2 до 2,0 м між освітлювальними прорізами (вікнами) з нормованим ступенем вогнестійкості.
5. Світлопрозорий фасад першого типу складається зі скла, що повністю заповнює комірки світлових прорізів приміщень кожного поверху. Кожен поверх розділяє міжповерхове перекриття зі стандартизованими класами вогнестійкості відповідно до рівня вогнестійкості будівлі.
6. Стійко-ригельні конструкції для кріплення скляних фасадів є найбезпечнішими з вогнезахисної точки зору, завдяки використанню негорючих елементів конструкції та високотермостійких кріпильних матеріалів. Окрім легкого кріплення, ця фасадна система є найбільш економічною та вогнестійкою, при цьому вогнем пошкоджуються лише окремі елементи кріплення, що може призвести до обвалення.
7. За результатами систематизації і узагальнення даних можемо зробити висновок, що до найбільш пожежобезпечним типів оздоблення фасадних систем відносять поліфасад. Даний тип фасадної системи має найменші ризики використання саме горючих матеріалів або ж просто неякісних кріпильних елементів, і при цьому такий тип фасаду має змогу додатково встановлювати активні чи пасивні вогнеперешкоджувальні системи по типу водяних завіс чи протипожежних карнизів, відповідно до чинних норм.
8. Внутрішні пожежі всередині відсіку будівлі можуть виникати через різні джерела займання/тепла, які відрізняються за розміром,

- інтенсивністю та тривалістю від крихітної іскри до займання легкозаймистої рідини. У сучасній інфраструктурі існує ряд факторів, які призводять до частих внутрішніх пожеж, таких як складні конструкції, відкриті простори (з меншою кількістю відсіків), збільшення кількості палива, порожні простори та зміна будівельних матеріалів. Це призвело до скорочення часу спалаху, швидшого розповсюдження вогню, скорочення часу евакуації та збільшення впливу. Внутрішні пожежі поширюються через: порожнечі, повітряні порожнини, прямий вплив на зовнішній фасад
9. Зовнішні пожежі поблизу вікон або балконів можуть безпосередньо вражати зовнішній фасад без необхідності спалаху. Палаючі будівлі або горючі предмети (наприклад, припаркований автомобіль або сміттєві баки) також можуть викликати пожежу на фасаді. Двома основними факторами, які можуть призвести до вищезазначених сценаріїв пожежі, є використання горючих матеріалів у фасадній системі (облицювання, ізоляція, шви тощо) та відсутність або недостатність вертикальних бар'єрів порожнини та протипожежних перегородок, щоб уникнути проникнення вогню в порожнину. що призводить до ефекту димаря, про що йдеться в наступному розділі.
10. Протипожежні бар'єри відіграють ключову роль у запобіганні поширенню вогню, забезпеченні безпеки будівель та їхніх мешканців. Вони створюють бар'єри, які перешкоджають поширенню полум'я і диму, надаючи додатковий час для евакуації і роботи рятувальних служб. Ефективність таких бар'єрів залежить від матеріалів, конструкції та правильного монтажу.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Загальна характеристика будівлі

У цій магістерській кваліфікаційній роботі розглядаємо реконструкцію висотної будівлі по вулиці Бандери у місті Хмельницький.

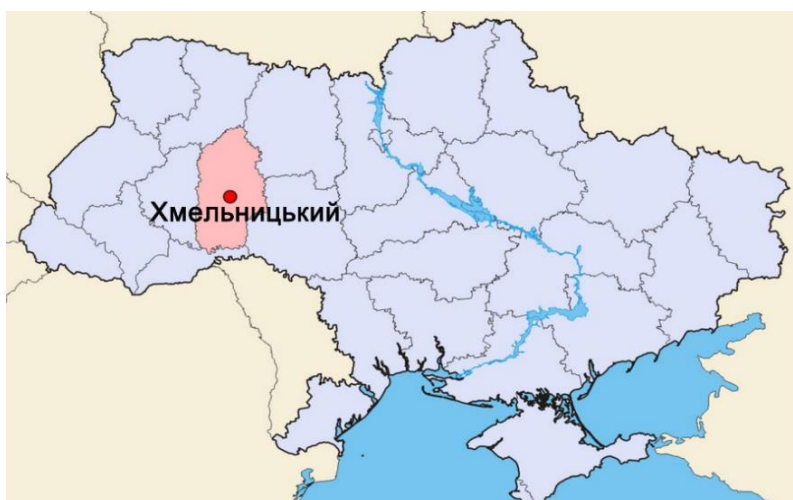


Рисунок 4.1 — Розташування Хмельницького на карті України

На основі повного та комплексного аналізу кліматичних характеристик, які використовуються при плануванні й забудові та відповідно нормам архітектурно-будівельного кліматичного районування території України територію віднесено до I архітектурно-будівельного кліматичного району - Північно-Західного. [20].

Характеристику кліматичних умов, метеорологічних показників, що необхідні для обґрунтування та прийняття планувальних рішень наведено за даними спостережень метеостанції «Хмельницький, АМСГ».

Температура повітря: середньорічна — $+ 6,8^{\circ}\text{C}$, абсолютний мінімум становить 32°C , а абсолютний максимум — $+ 36^{\circ}\text{C}$.

Розрахункова температура: найбільш холодної п'ятиденки — 21°C , а

зимова вентиляційна $-9,3^{\circ}\text{C}$.

Опалювальний період: середня температура становить $0,6^{\circ}\text{C}$, період складає 191 доби.

Глибина промерзання ґрунту: становить в середньому 51 см, а максимальна 90 см.

Тривалість безморозного періоду: 153 днів.

Відносна середньорічна вологість повітря близько 78%. [21].

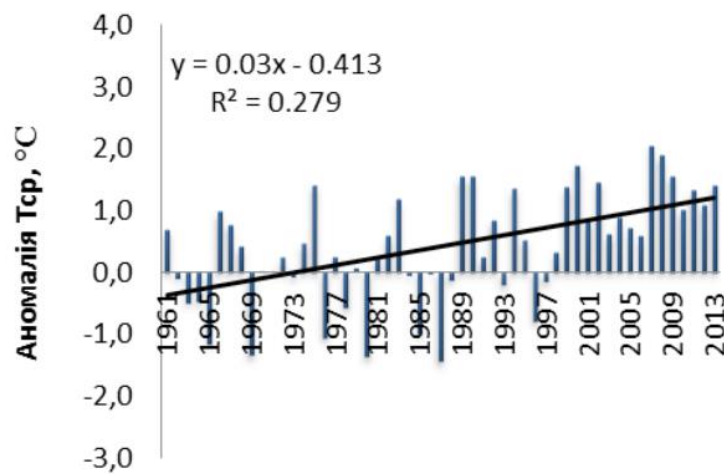


Рисунок 4.2 — Зміна середньої температури повітря у Хмельницькому порівняно з кліматичною нормою [22]

4.2 Генеральний план

Генеральний план був розроблений для всієї території будівництва земельної ділянки. Ділянка загальною площею 2,4 га, виділена під будівництво, розташована в місті Хмельницький, має прямокутну форму. Ділянка, виділена під будівництво - вільна від забудови.

До території об'єкту передбачено під'їзний шлях шириною 8,0 метрів, покриття виконано з асфальтобетону на щебеневій основі.

Передбачений проектом благоустрій та озеленення території знижує загальний загальну запиленість та ліквідує локальні джерела пилу.

Зелені насадження відсутні.

Таблиця 4.1 Техніко-економічні показники загального благоустрою території об'єкту

Назва	Показник
Площа земельної ділянки	2,4
Площа забудови	1939,2 м ²
Коефіцієнт забудови	0,0808
Площа озеленення	8060,8 м ²
Коефіцієнт озеленення	0,043
Площа твердого покриття	14000 м ²
Коефіцієнт використання території	0,7

Будівля, що підлягає реконструкції по периметру має пішохідну доріжку, яка досить широка, щоб надати безпечний проїзд пожежних машин.

Доріжки та майданчики складаються з асфальтового, бетонного та плиткового покриття та бордюрів.

4.3 Загальна характеристика запроектованої будівлі

Висотна 25 поверхова будівля має розміри в осях 39,2 x 18 м, висота загальної будівлі 75,25 м. Цокольний поверх має площу 1019,2 м² та кожен наступний поверх має площу 705,6 м².

Несучі стіни будівлі виконані з керамічної цегли та мають монолітно каркасну структуру, фасад вентильований з поліфасадною плиткою. За ступенем вогнестійкості його можна віднести до II. Термін служби будівлі визначено 50 до 100 років. Протягом цього періоду конструкції зберігають необхідні експлуатаційні якості.

Різні приміщення будівлі згруповані за функціональними ознаками, які

дозволяють організувати чіткі технологічні взаємозв'язки між ними, задовольняючи санітарно-гігієнічним і протипожежним вимогам, сприяють зручності експлуатації будівлі, а також підвищують експлуатації будівлі, а також підвищенню комфорту проживання в ній.

Запроектована висотна будівля забезпечена необхідною для проживання припливно-витяжною вентиляцією. Будівля оснащена сучасним автономним опаленням, холодним водопостачанням, а також каналізацією.

4.4 Об'ємно-планувальні рішення

Висота типового поверху висотної будівлі становить 3,0 м. Це вважається допустимим відповідно існуючим та діючим будівельним нормам.

Будівля має довжину 39,2 м і ширину 18,0 м. Запроектована будівля вважається багатоквартирною висотною будівлею. За нульову відміту приймаємо рівень підлоги першого поверху.

Головні сходи, ліфти шахти інженерного обладнання розташовані в залізобетонному ядрі жорсткості майже посередині з фасадної сторони будівлі. Два ліфти оточені протизсувними стінами, кожен з яких має відповідно 630 кг і 1000 кг. Ліфти обладнані системою захисту від пожежі та працюють в режимі евакуації. В середині будівлі є дві сходові клітки система. Сходові клітки ізолювані та обладнані системами димовидалення.

Таблиця 4.2 Характеристика багатоквартирної висотної будівлі

Характеристика	Театр
Довжина будівлі, м	39,2
Ширина будівлі, м	18,0
Поверховість	25
Висота поверху, м	3,0
Висота підвалу, м	4,0
Висота будівлі, м	75,25

Архітектурно-планувальні рішення були розроблені у відповідності до вимог ДБН В.2.2-41:2019 Висотні будівлі. Основні положення [23] і ДСТУ 9192:2022 Пожежна безпека. Проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м [9].

Таблиця 4.3 Експлікація приміщення 1-го поверху

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
1	Віталбня	17,75
2	Спальня	15,00
3	Кухня	8,46
4	Коридор	5,99
5	Ванна	4,31
6	Кладова	1,16
7	Кімната гостей	20
8	Їдальня	14,9
9	Коридор	6,05
10	Кладова	2,24
11	Коридор	32,1
12	Кухня	11,75
13	Кімната гостей	20,95
14	Коридор	10,67
15	Спальня	16,39
16	Ванна	4,56
17	Спальня	2,05
18	Ліфт	3,42
19	Ліфт	5,7
20	Балкон	5,72

4.5 Конструктивні рішення

Конструктивна схема будівлі являє собою каркас з несучими стінами, при цьому на рівні підвалу несучими є залізобетонні колони та стіни. Просторову незмінність забезпечують зовнішні та залізобетонні колони і балки, а також тверде перекриття з монолітної залізобетонної плити.

Фундаменти - буронабивний фундамент товщиною 900 мм . Під фундаментами виконується армована монолітна подушка і щебенева підготовка товщиною 100 мм. Виконати горизонтальну гідроізоляцію фундаментів з 2-х шарів руберойду на бітумній мастиці. Вертикальну гідроізоляцію фундаментів, що контактують з з ґрунтом слід обмазати гарячим бітумом 2 рази.

Стіни - зовнішні стіни підвалу монолітні залізобетонні стіни товщиною 500 мм, зовнішні стіни з першого по дванадцять п'ятий поверх - це стіни товщиною 380 мм, внутрішні стіни та перегородки між квартирами – цегляні товщиною 250 мм. Міжповерхові протипожежні бар'єри виконані з негорючих матеріалів (бетонні плити або мінеральна вата).

Перекриття - виконуються монолітними, залізобетонними з мінімальною межею вогнестійкості REI120, товщиною 200 мм. Запроектовано міжповерхові протипожежні пояси.

Вікна - для цієї висотної будівлі було обрано металопластикові з потрібною стулкою. Ціє вікна - з двокамерним склопакетом, які є найбільш енергоефективними вікнами та підходять для даного проекту.

Двері - встановлення міжкімнатних дерев'яних композитних дверей як і вікон у відповідності до ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері [24].

Усі типи дверей, що були використані в цій будівлі, є енергоефективними та виготовлено з екологічно чистих матеріалів.

4.6 Підлога

В таблиці 4.4 наведено основні типів підлоги та їх характеристики.

Таблиця 4.4. Експлікація підлоги

Назва приміщення	Дані елементів підлоги	Площа
Підлога першого поверху	1 - шар гідроізоляції 20 мм; 2 - стяжка 20 мм; 3 - поліетиленова плівка 2 мм; 4 - утеплювач 30 мм; 5 – полістеролбетонний 200 мм; 6 - гравієво-піщана суміш 50 мм; 7 – піщана подушка 60 мм;	440,0
Підлога 2-25 поверхів	1 – ламінат 10 мм; 2 - стяжка цементно-піщана армована 15 мм; 3 - поліетиленова плівка 2 мм; 4 - утеплювач 30 мм; 5 – шар гідроізоляції 20 мм; 6 – шумоізоляція 25 мм; 7 – полистеролний 200 мм;	1416,0
Сходова клітка	1 – рельєфна полімерна плитка 6 мм; 2 – цементно-піщаний розчин; 3 - полістеролбетонний 200 мм;	860,5

4.7 Опалення

Сучасна система опалення в 25-поверховому будинку, під'єднаному до існуючої тепломережі, проєктується як централізована двотрубна система. Вона включає подаючий і зворотний трубопроводи, що транспортують теплоносії (воду) від міської тепломережі до кожного поверху та окремих приміщень.

Підключення до тепломережі здійснюється через центральний тепловий пункт (ЦТП), розташований у підвальному або технічному приміщенні будівлі. У ЦТП встановлюються теплообмінники, що забезпечують передачу теплової енергії від міської мережі до внутрішньої системи опалення, а також вузол обліку тепла, запірні арматури та насоси для підтримки необхідного тиску і циркуляції теплоносія.

Основні трубопроводи системи опалення виконуються із сталевих або поліпропіленових труб із фольговою ізоляцією для мінімізації теплових втрат. На етапі вертикальної розводки від ЦТП до поверхів використовуються сталеві труби з полімерним покриттям, стійким до корозії та високих температур.

Ізоляція трубопроводів забезпечується за допомогою мінеральної вати або спеціальних пінополіуретанових оболонок, що знижують тепловтрати і забезпечують тривалий термін експлуатації системи. Розводка на кожному поверсі зазвичай виконується поліпропіленовими або металопластиковими трубами діаметром 16-25 мм, які монтуються приховано — в стінах або під підлогою.

Для регулювання температури в приміщеннях встановлюються радіатори з термостатичними клапанами, що дозволяють мешканцям індивідуально налаштовувати тепловий режим. У якості радіаторів використовуються сучасні біметалеві або сталеві панельні моделі, які характеризуються високою тепловіддачею та естетичним виглядом.

Система оснащується автоматичними повітряними клапанами для видалення повітря із трубопроводів, що забезпечує стабільну циркуляцію теплоносія. Теплові лічильники на кожній квартирі дозволяють враховувати

споживання тепла окремо для кожного власника, що сприяє економії та ефективному використанню енергії.

4.8 Вентиляція

Система вентиляції в 25-поверховому будинку виконується централізованою. Вона включає витяжну та припливну вентиляцію, яка працює за принципом комбінованої механічної і природної циркуляції.

Основним елементом системи є вертикальний вентиляційний канал, який проходить через усі поверхи будівлі і розміщений у шахті з негорючого матеріалу (бетон, цегла). Відпрацьоване повітря з санвузла, кухні та технічного приміщення видаляється через вентиляційні отвори, сполучені з центральним воздуховодом.

Подача свіжого повітря здійснюється через спеціальні припливні вентиляції, встановлені у віконних рамах або фасадах будівель. У сучасних системах використовуються вентилятори з рекуперацією тепла, які використовують розсіяне тепло для нагрівання припливного повітря та зменшення витрат на опалення. Труби і вентиляційні канали виготовлені з оцинкованої сталі або полімерних матеріалів, що забезпечує довговічність і низький рівень шуму. Для тепло- і звукоізоляції використовуються оболонки з мінеральної вати або спеціального пінополімеру.

На даху будівлі встановлено витяжні вентилятори з електродвигунами, які постійно відводять вихлопні гази. У приміщеннях загального користування (коридори, холи ліфтів) встановлюється додаткова система вентиляції з функцією димовидалення, яка включається у разі пожежі.

Система вентиляції працює в автоматизованому режимі та управляється через центральний блок управління, інтегрований у систему управління будівлею. Завдяки цьому забезпечується комфортний мікроклімат у приміщеннях і відповідність санітарно-гігієнічним нормам.

4.9 Каналізація

Каналізація в багатоповерхових будинках централізована з вертикальними стояками, що проходять через усі поверхи і розташовані у водопровідній шахті. Основний стояк виготовляється з поліпропіленової або ПВХ труби, яка є стійкою до хімічних впливів і має звукопоглинальні властивості. Відводи в системі квартирної водопроводу виконуються з труб діаметром 50-110 мм з герметичними з'єднаннями.

4.10 Визначення теплотехнічних показників

Вихідні дані: м. Хмельницький; температурна зона – І.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни становить:

$$R_{q,min} = 4 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}.$$

Записуємо формулу опору теплопередачі для цієї чотиришарової конструкції:

$$R_{\Sigma} = 1/\alpha_v + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_3.$$

Приймаючи $R_{\Sigma,пр} = R_{q,min}$, знаходимо товщину утеплювача за формулою:

$$\delta_3 = (R_{q,min} - 1/\alpha_v - \delta_1/\lambda_1 - \delta_2/\lambda_2 - \delta_4/\lambda_4 - 1/\alpha_3) \cdot \lambda_3,$$

-де $\alpha_v = 7,6 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні.

$$\delta_3 = (4 - 1/7,6 - 0,02/0,93 - 0,38/0,30 - 0,01/0,76) \cdot 0,062 = 0,156 \text{ м} = 155 \text{ мм}$$

Опір теплопередачі, з урахуванням прийнятої товщини утеплювача становить:

$$R_{\Sigma,пр} = 1/7,6 + 0,02/0,93 + 0,38/0,300 + 0,120/0,062 + 0,01/0,76 + 1/23 = 4,2 \text{ [м}^2\cdot\text{К/Вт]}$$

Перевіряємо умову $R_{\Sigma,пр} \geq R_{q,min}$:

$$R_{\Sigma,пр} = 4,2 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт} > R_{q,min} = 4 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

Висновки за розділом 4

1. Генеральний план був розроблений для всієї території будівництва земельної ділянки. Ділянка загальною площею 2,4 га, виділена під будівництво, розташована в місті Хмельницький, має прямокутну форму. Ділянка, виділена під будівництво - вільна від забудови.
2. Проектована висотна 25 поверхова будівля має розміри в осях 39,2 x 18 м, висота загальної будівлі 75,25 м. Цокольний поверх має площу 1019,2 м² та кожен наступний поверх має площу 705,6 м².
3. Будівля має довжину 39,2 м і ширину 18,0 м. Запроектована будівля вважається багатоквартирною висотною будівлею. За нульову відміту приймаємо рівель підлоги першого поверху. Висота типового поверху висотної будівлі становить 3,0 м. Це вважається допустимим відповідно існуючим та діючим будівельним нормам.
4. Архітектурно-планувальні рішення були розроблені у відповідності до вимог ДБН В.2.2-41:2019 Висотні будівлі. Основні положення і ДСТУ 9192:2022 Пожежна безпека. Проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м.
5. Сучасна система опалення в 25-поверховому будинку, під'єднаному до існуючої тепломережі, проектується як централізована двотрубна система. Вона включає подаючий і зворотний трубопроводи, що транспортують теплоносій (воду) від міської тепломережі до кожного поверху та окремих приміщень.
6. Система вентиляції в 25-поверховому будинку виконується централізованою. Вона включає витяжну та припливну

вентиляцію, яка працює за принципом комбінованої механічної і природної циркуляції.

7. Каналізація в багатоповерхових будинках централізована з вертикальними стояками, що проходять через усі поверхи і розташовані у водопровідній шахті.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЯ

5.1 Загальні положення

Технологічна карта розроблена на бетонування та опалубку відповідно до ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 [26], ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій [27].

До складу бетонних робіт та опалубних робіт при зведенні монолітного каркасу входять:

- підготовка основи;
- приготування бетону та транспортування бетону;
- проектування опалубки;
- монтаж опалубки;
- закріплення та заливання бетону;
- зняття опалубки.

Перед початком зведення каркасної конструкції необхідно:

- доставити і розмістити опалубні щити і арматурні стержні на місці зберігання;
- доставити і підготувати до роботи необхідні пристрої, інвентар та інструменти будівельний майданчик;

Панелі опалубки та деталі її кріплення повинні бути розсортовані за марками та типорозмірами. Арматурний прокат доставляється на склади в кількості, що забезпечує роботу арматури протягом зміни. Бетон на будівельний майданчик доставляють автобетонозмішувачами, або автосамоскидами пристосованими для перевезення бетону. У місцях укладання бетону влаштовується інвентарний дерев'яний настил

влаштовується інвентарний дерев'яний настил.Залізобетонні конструкції, що стикаються з ґрунтом, повинні бути покриті гарячим бітумом.Правильність установки і кріплення опалубки повинна бути прийнята за актом.

5.2 Порівняння та вибір технологічних рішень

Вихідні дані:

Кількість поверхів - 26 (включаючи підвал).

Дальність транспортування - 5 км.

Розміри будівлі: $l = 39,2$ м, $b = 18$ м.

Товщина плит перекриття та покриттів: $h = 20$ см.

Насипна щільність важкого бетону: 2500 кг/м^3 .

Висота поверху: типовий - 3 м, цокольний поверх - 4 м.

5.2.1 Вибір виду транспортних засобів

Обираємо оптимальний варіант комплекту машин на підставі саме техніко-економічних обґрунтувань та розробляємо графіки постачання будівельного вантажу.

Таблиця 5.1 Характеристики автобетонозмішувача Howo

Характеристики	Howo
Вантажопідйомність, кг	25000
Маса автомобіля, кг	38000
Потужність, кВт	375
Розміри платформи, мм	10750 x 2496 x 3900
Найбільша швидкість, км/год	90



Рисунок 5.1 — HOWO 8x4 T7N Бетонозмішувач

5.2.2 Вибір крану

Підбираємо баштовий кран - КБ-401П.

Кран КБ-403П призначений саме для механізації усіх будівельно-монтажних робіт в житловому й цивільному будівництві.

Баштовий кран КБ-401П пересувається по рейках з поворотною баштою та гусеничною балкою стріли, здатною здійснювати вертикальне, а також і горизонтальне переміщення, може транспортувати деталі і матеріалів. Виліт стріли - 40 м, максимальний підйом - 74 м, спуск - 5 м, підстава 6 м, шв. руху крана по рейці 18 м/хв. Технічні характеристики крана КБ-401П наведено в таблиці 5.2. Визначаємо довжину підкранових шляхів за формулою:

$$L_{пп} = L_{кр} + H_{кр} + 2L_{г} + 2L_{туп} \quad (5.1)$$

де $L_{кр}$ - відстань між крайніми зупинками крана, м; $H_{кр}$ - база крана, визначається з довідника; $L_{гал}$ - величина гальмівного шляху крана, приймають не менш 1,5 м; $L_{туп}$ - відстань від кінця рейки до тупиків, дорівнює 0,5 м.

$$L_{пп} = 15 + 6 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 = 25 \text{ м}$$

Приймаємо $L_{пп} = 25$, що кратно 6,25 м.

Таблиця 5.2 Технічні дані КБ-40

Максимальний вантажний момент	200 тм
Вантажопідйомність:максимальна	10 т
Виліт:	
максимальний горизонтальної стріли	58,4 м
максимальний похилої стріли	57,8
Висота підйому максимальна	74 м
Глибина опускання максимальна	5 м
Частота обертання	0,72 об./хв
Кількість секцій башні	3-9
База	6 м
Колія	6 м

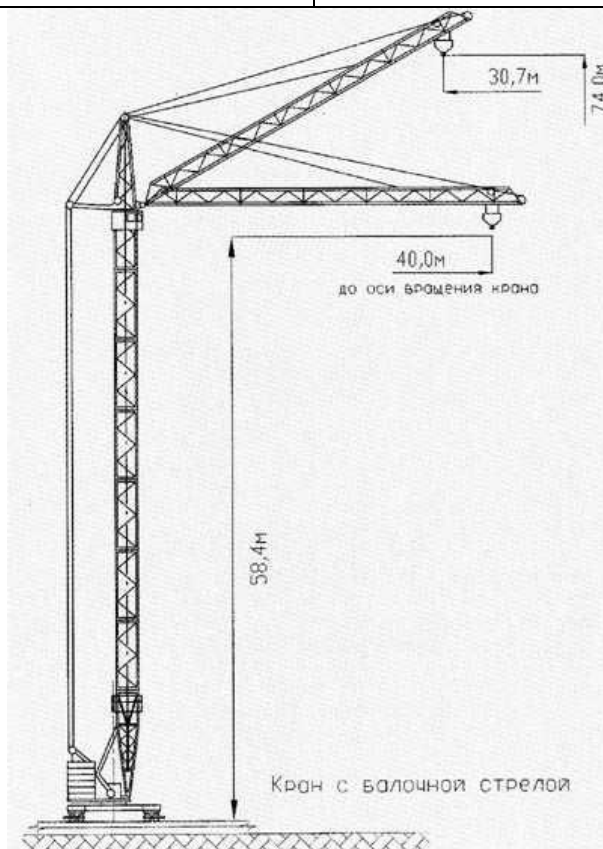


Рисунок 5.2 — Баштовий кран КБ 401 П

5.3 Монтаж опалубки

Монтаж опалубки виконується за допомогою баштового крана КВ-403 з довжиною стріли 23 м, встановленого відповідно до плану будівництва.

Монтаж опалубки слід здійснювати по захватах. Кожен поверх розділений в плані на дві секції.

У опалубці слід бетонувати колони, стіни і перекриття. Опалубка доставляється на будівельний майданчик у спеціальних контейнерах автомобільним транспортом і зберігається під навісом.

Вологість деревини, що використовується для настилу, повинна бути не більше 18%, для опорних елементів - не більше 22%. Елементи опалубки повинні щільно прилягати один до одного під час монтажу. Щілини в стикових з'єднаннях не повинні бути більше 2 мм.

Для антиадгезійного покриття робочої поверхні опалубки використовуються водовідштовхувальні мастила на основі продуктів нафтохімії, які не загусають на морозі: тверді нафтові або петролатумно-гасові.

Розбирання опалубки виконується в наступному порядку:

- Зніміть зовнішні розкоси і розпірки;
- Зніміть притискні хомути, що з'єднують протилежні стінки опалубки;
- Відпустити натяжні гаки, що з'єднують щити зі стяжками, знімають опалубку та окремі щити;
- Щити відривають від бетону за допомогою інструментів для зняття за допомогою ломиків або колінчастими руками.

5.4 Бетонування

Транспортування бетонної суміші повинно здійснюватися спеціалізованим транспортом. Прийнятий спосіб транспортування бетонної суміші повинен виключати потрапляння атмосферних опадів і прямого

впливу сонячних променів сонячних променів, виключити розшарування і порушення однорідності та не допускати втрат розчину або затірки.

Максимальна тривалість транспортування бетонної суміші повинна бути встановлюється будівельною лабораторією з умовою забезпечення збереження необхідної якості суміші в дорозі і на місці її укладання.

Внутрішня поверхня інвентарної опалубки повинна бути очищена і покрита спеціальним мастилом, яке не погіршує зовнішній вигляд і міцність конструкції.

Перерви в бетонуванні, які вимагають влаштування робочих швів, визначаються лабораторією в залежності від виду і характеристик цементу та температури твердіння бетону.

Розподіл бетонної суміші в конструкції, що бетонується, здійснюється горизонтальними шарами однакової товщини, укладеними в одному напрямку. Перекриття попереднього шару виконується внахлест попереднього шару виконується в подальшому до схоплювання цементу, а час перекриття встановлюється лабораторією в залежності від температури зовнішнього повітря, властивостей цементу, що використовується. Орієнтовно цей час становить не більше 2 годин.

Тривалість таких перерв виконується тільки після того, як поверхня робочого шва оброблена цементним розчином товщиною 20-50 мм або шаром пластичної бетонної суміші.

Бетонна суміш ущільнюється глибинним вібратором з гнучким валом. При ущільненні бетонної суміші не допускається опирання вібраторів на арматуру, заставні вироби, елементи кріплення опалубки. Крок переміщення вібратора не повинен перевищувати 1,5 радіуса його дії. Оптимальна тривалість вібрації на одному місці - 20-30 с. Глибина занурення вібратора в бетонну суміш повинна забезпечувати його часткове заглиблення в раніше укладений незатверділий шар бетону.

Ознаками завершення ущільнення бетону під час роботи вібраторів є:

- припинення осідання бетонної суміші;

- покриття крупного заповнювача розчином;
- поява цементного нальоту на поверхні і в місцях контакту з опалубкою;
- припинення виділення бульбашок повітря.

Після укладання верхнього шару бетонної суміші необхідно загладити відкриту поверхню бетону.

При догляді за бетоном необхідно забезпечити сприятливий температурно-вологісний режим для твердіння бетону, захищаючи його від шкідливого впливу вітру, прямих сонячних променів шляхом систематичного поливу вологоємних покриттів (шар піску, тирси тощо) бетонних поверхонь; частота поливання вологоємних покриттів залежить від кліматичних умов і необхідності підтримання бетонної поверхні у вологому стані;

Бетонування конструкцій повинно супроводжуватися відповідними записами в журналі обліку бетонних робіт.

5.5 Організація виробничих ділянок, робочих зон і робочих місць

Виробничі ділянки (майданчики будівельних і промислових підприємств з розташованими на них розташованими на них будівельними об'єктами, виробничими та санітарно-побутовими будівлями і виробничі та санітарно-побутові будівлі і споруди), робочі зони і робочі місця повинні бути підготовлені таким чином, щоб забезпечити безпечне виконання робіт.

Підготовчі заходи повинні бути завершені до початку виконання робіт.

Дотримання вимог охорони праці та безпеки виробничих зон, будівель і споруд, робочих зон і робочих місць новозбудованих або реконструйованих виробничих об'єктів визначається під час прийняття їх в експлуатацію.

Закінчення підготовчих робіт на будівельному майданчику повинно бути прийматися за актом про виконання заходів з охорони праці.

Виробниче обладнання, пристосування та інструменти, що використовуються для організації робочого місця, повинні відповідати

вимогам безпеки праці.

Виробничі приміщення, робочі зони та робочі місця повинні бути забезпечені необхідними засобами колективного або індивідуального захисту працівників, первинними засобами пожежогасіння, а також засобами зв'язку, сигналізації та іншими технічними засобами зв'язку, сигналізації та іншими технічними засобами забезпечення безпечних умов праці відповідно до вимог чинних нормативно-правових актів.

Місця тимчасового або постійного перебування працівників (санітарно-побутові приміщення, місця відпочинку і проходів для людей), при облаштуванні та утриманні виробничих ділянок, робочих місць, повинні розташовуватися за межами небезпечних зон.

Небезпечні зони повинні бути позначені знаками безпеки і написами встановленої форми. Переміщення вантажів над перекриттями, коли у виробничих, житлових або офісних приміщеннях, де можуть перебувати люди, потрапляють у небезпечні зони, не допускається.

Забороняється допуск у виробничу зону сторонніх осіб, а також працівників, які перебувають у нетверезому стані або не залучені до роботи на даній ділянці, забороняється.

Перебуваючи на території будівельного або виробничого майданчика, у виробничих і виробничих і побутових приміщеннях, на робочих ділянках і робочих місцях працівники, а також представники інших організацій, зобов'язані дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку, що стосуються прийняті в цій організації правила внутрішнього трудового розпорядку, пов'язані з охороною праці.

Територіально відокремлені приміщення, ділянки, робочі зони, робочі місця повинні бути забезпечені телефонним або радіозв'язком.

Робітники, керівники, спеціалісти та службовці повинні бути забезпечені спецодягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, санітарно-побутовими приміщеннями.

5.6 Вимоги до якості та приймання робіт

Матеріал досягає структурної міцності через 28 днів, тому якість бетону перевіряють після цього періоду. Існують деякі винятки лише для швидкокомтованих будівель. У них перевірка якості бетону проводиться через 28 днів або на початку експлуатації системи, якщо приймання відбувається до досягнення структурної міцності конструкції. Для монолітних конструкцій якість матеріалу перевіряють при знятті опалубки або при навантаженні конструкції. Також є пройти перевірку на більш ранній термін. Якщо результати показують, що бетон затвердів більше ніж на 90%, оцінку якості не можна проводити одразу через 28 днів або під час введення заводу в експлуатацію.

При пошкодженні несучої конструкції проводиться позаплановий контроль якості. Для цього проводиться аудит незалежною організацією. Існують різні способи вимірювання міцності бетону, включаючи методи відбору проб і методи неруйнівного аналізу. Крім того, існує багато інших неруйнівних методів. Руйнівний контроль вимагає контролю якості шляхом вирізання серцевини з готової конструкції алмазним свердлом.

Щоб виконати аналіз за допомогою методу сколювання ребра, потрібно відколоти невеликі шматочки ребра від бетонної конструкції. При цьому додається певна сила, яка фіксується і орієнтуючись на це значення визначається вже міцність бетону. Цей метод неруйнівного контролю якості бетону не підходить для конструкцій малої товщини та густо армованих.

Метод "вирівнювання анкерів" потребує безпосередньо анкер. Для цього в бетоні потрібно просвердлити отвір і вклеїти його туди за допомогою спеціального клею. Після того як клей повністю полімеризується, вирівнюється анкер і фіксується остаточне прикладене зусилля. Такий неруйнівний контроль визначення міцності бетону дозволяє побачити якість густо армованих конструкцій.

Висновки за розділом 5

1. Технологічна карта розроблена на бетонування та опалубку відповідно до ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1, ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій.
2. Обираємо оптимальний варіант комплекту машин на підставі саме техніко-економічних обґрунтувань та розробляємо графіки постачання будівельного вантажу.
3. Кран КБ-403П призначений саме для механізації усіх будівельно-монтажних робіт в житловому й цивільному будівництві. Баштовий кран КБ-401П пересувається по рейках з поворотною баштою та гусеничною балкою стріли, здатною здійснювати вертикальне, а також і горизонтальне переміщення, може транспортувати деталі і матеріалів. Монтаж опалубки виконується за допомогою баштового крана КВ-403 з довжиною стріли 23 м, встановленого відповідно до плану будівництва.
4. Монтаж опалубки слід здійснювати по захватах. Кожен поверх розділений в плані на дві секції.
5. Транспортування бетонної суміші повинно здійснюватися спеціалізованим транспортом. Прийнятий спосіб транспортування бетонної суміші повинен виключати потрапляння атмосферних опадів і прямого впливу сонячних променів сонячних променів, виключити розшарування і порушення однорідності та не допускати втрат розчину або затірки.
6. При догляді за бетоном необхідно забезпечити сприятливий температурно-вологісний режим для твердіння бетону,

захищаючи його від шкідливого впливу вітру, прямих сонячних променів шляхом систематичного поливу вологоємних покриттів (шар піску, тирси тощо) бетонних поверхонь; частота поливання вологоємних покриттів залежить від кліматичних умов і необхідності підтримання бетонної поверхні у вологому стані;

7. Виробничі ділянки (майданчики будівельних і промислових підприємств з розташованими на них розташованими на них будівельними об'єктами, виробничими та санітарно-побутовими будівлями і виробничі та санітарно-побутові будівлі і споруди), робочі зони і робочі місця повинні бути підготовлені таким чином, щоб забезпечити безпечне виконання робіт.
8. Робітники, керівники, спеціалісти та службовці повинні бути забезпечені спецодягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, санітарно-побутовими приміщеннями..

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІКА

В даному розділі розраховуємо реконструкцію фасадів із застосуванням негорючих матеріалів і новітніх технологій, що покращить їх протипожежні показники. Кошторисний розрахунок виконуємо за допомогою програмного комплексу Будівельні технології (ДОДАТОК Б).

Для розрахунку вартості робіт дотримувалися вимог КНУ «Настанови з визначення вартості будівництва».

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

В локальному кошторисі закладений весь технологічний процес монтування вентиляованого фасаду із використанням негорючих матеріалів.

В зведеному кошторисному розрахунку прораховані усі додаткові витрати для визначення повної вартості реконструкції фасаду. Враховані витрати на тимчасові будівлі, виконання робіт в літній період, витрати на проєкт, на експертизу, прорахований кошторисний прибуток, адміністративні витрати, кошти на покриття ризику усіх учасників будівництва, кошти на

покриття інфляції.

Висновки за розділом 7

1. В даному розділі розроблений локальний кошторис, зведений кошторисний розрахунок за допомогою програмного комплексу Будівельні технології. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат.
2. Кошторисна вартість реконструкції фасаду на весь будинок становить – 33799,223 тис. грн., кошторисна вартість робіт за локальним кошторисом – 22501,71 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 22,96 тис. люд-год., кошторисна заробітна плата – 1853,36 тис. грн.

ВИСНОВКИ

1. Урбанізація як соціально-економічний процес, що проявляється в концентрації населення в сучасних великих містах, сприяє розвитку висотного будівництва. Згідно із статистичними даними, на території України розташовано 5483 висотних будинки і підвищеної поверховості, з яких 5193 – житлові.
2. У будинках і спорудах житлового сектору виникло 12 952 пожежі (2,4 %), що становить - 31,7 % від загальної кількості усіх пожеж. Зокрема, безпосередньо у житлових будинках виникло 7 447 пожеж (9,7 %), що становить 18,2 % від загальної кількості пожеж або 57,5 % від кількості пожеж у будинках та спорудах житлового призначення; внаслідок яких загинуло 592 людини (-14,8 %) та 566 людей (+6,6 %) отримали травми.
3. Через свої особливі характеристики висотні будівлі мають вищу потенційну пожежну небезпеку, ніж будівлі з меншою поверховістю. Особливістю надзвичайних ситуацій у таких приміщеннях є те, що вогонь може швидко поширюватися по всій висоті будівлі, руйнуючи фасадну конструкцію та перекидаючись на сусідні будівлі та споруди.
4. Вентильовані фасади є вершиною технології фасадних систем, поєднуючи в собі функціональність, естетичну привабливість і вогнестійкість. Ці системи складаються із зовнішньої обшивки, повітряної порожнини та внутрішнього шару ізоляції, кожна з яких відіграє певну роль у підвищенні експлуатаційних характеристик будівлі.
5. Пожежна безпека є критично важливим компонентом вентильованих фасадів. Порожнинні бар'єри, встановлені горизонтально і вертикально в повітряному прошарку, запобігають поширенню полум'я і диму. Ці бар'єри, як правило, складаються з

інтумесцентних матеріалів, які розширюються під впливом тепла, щоб закрити порожнину.

6. Інтеграція активних систем протипожежного захисту, таких як спринклери та датчики, у фасадні конструкції підвищує вогнестійкість будівлі, поєднуючи негайне гасіння пожежі зі структурною локалізацією вогню. Активні системи виявляють і гасять пожежі на ранніх стадіях, доповнюючи пасивні заходи протипожежного захисту, такі як вогнестійкі матеріали і розподіл приміщень на відсіки.
7. За результатами систематизації і узагальнення даних можемо зробити висновок, що до найбільш пожежобезпечним типів оздоблення фасадних систем відносять поліфасад. Даний тип фасадної системи має найменші ризики використання саме горючих матеріалів або ж просто неякісних кріпильних елементів, і при цьому такий тип фасаду має змогу додатково встановлювати активні чи пасивні вогнеперешкоджувальні системи по типу водяних завіс чи протипожежних карнизів, відповідно до чинних норм.
8. Протипожежні бар'єри відіграють ключову роль у запобіганні поширенню вогню, забезпеченні безпеки будівель та їхніх мешканців. Вони створюють бар'єри, які перешкоджають поширенню полум'я і диму, надаючи додатковий час для евакуації і роботи рятувальних служб. Ефективність таких бар'єрів залежить від матеріалів, конструкції та правильного монтажу.
9. Генеральний план був розроблений для всієї території будівництва земельної ділянки. Ділянка загальною площею 2,4 га, виділена під будівництво, розташована в місті Хмельницький, має прямокутну форму. Ділянка, виділена під будівництво - вільна від забудови.
10. Архітектурно-планувальні рішення були розроблені у відповідності до вимог ДБН В.2.2-41:2019 Висотні будівлі. Основні

положення і ДСТУ 9192:2022 Пожежна безпека. Проєктування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м.

11. Технологічна карта розроблена на бетонування та опалубку відповідно до ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1, ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій.
12. Обираємо оптимальний варіант комплекту машин на підставі саме техніко-економічних обґрунтувань та розробляємо графіки постачання будівельного вантажу.
13. В розділі економіки розроблений локальний кошторис, зведений кошторисний розрахунок за допомогою програмного комплексу Будівельні технології. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Botir Giyasov, Irina Giyasova The Impact of High-Rise Buildings on the Living Environment, 2018 DOI:10.1051/e3sconf/20183301045
2. Інтернет джерело: <https://ns-plus.com.ua/2017/09/12/a-chy-gotovi-my-dolaty-pozhezhi-u-vysotnyh-budivlyah/>
3. "АНАЛІТИЧНА ДОВІДКА про пожежі та їх наслідки в Україні за 6 місяців 2024" року, ВДСПтаНС ІДУ НД ЦЗ, посилання: <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/2/1/6/3/2/1/3/analitichna-dovidka-pro-pojeji-062024.pdf>
4. Одинець А.В., Балло Я.В., Голікова С.Ю., Несенюк Л.П., АНАЛІЗ СТАНУ З ПОЖЕЖАМИ У ВИСОТНИХ БУДИНКАХ В УКРАЇНІ, Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека No 2(10), 2020.
5. Климась Р.В., Одинець А.А. Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2021 рік: Звіт аналітичних матеріалів. К.: ІДУ НД ЦЗ, 2021. 60 с.
6. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування: ДБН В.2.6-33:2018 [Чинні від 2018-12-01]. К.: Мінрегіон України від 02.08.2018 № 199. 2018. 18 с. (Державні будівельні норми України).
7. Ballo, Y. V., Yakovchuk, R. S., Nizhnyk V. V., & Kahitin, O. I. (2022). АНАЛІЗ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТИПІВ ФАСАДНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ ЯК ПЕРЕДУМОВА УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ ЗАХОДІВ. Пожежна безпека, 40, 5-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20786662.40.2022.01>
8. BOOSTING SUSTAINABLE BUILDINGS THROUGH FIRE SAFETY, FIRE SAFE EUROPE, 28 April 2020, 4 p.
9. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Чинний від 2017-06-01]. Український науково-дослідний інститут цивільного захисту УкрНДЦЗ, 2016.

10. ДСТУ Б EN 13501-2:2023 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 1 [Чинний від 2023-11-01]. Технічний комітет «Пожежна безпека та протипожежна техніка» (ТК 25), 2023.
11. ДСТУ 9192:2022 Пожежна безпека. Проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м [Чинний від 2023-05-01]. Технічний комітет «Пожежна безпека та протипожежна техніка» (ТК 25), 2023.
12. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Загальні положення [Чинний від 2013-07-01]. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2010.
13. Маладика Л.В. Основні вимоги до пожежної безпеки висотних будівель // Проблеми пожежної безпеки 2022 («Fire Safety Issues 2022»): Матеріали міжнародної науково-практичної конференції – Харків: НУЦЗ України, 2022. С.93-96. <http://fsi.nuczu.edu.ua/FSI-2022-collection-2.pdf>
14. Андрющенко Л. А. Інтумесцентні вогнезахисні покриття у сучасному будівництві / Л. А. Андрющенко, В. Г. Борисенко, О. М. Кудін, М. М. Горонескуль // Проблеми надзвичайних ситуацій. 2019. Вип. 29(1). С. 121-138. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pns_2019_29%281%29__12
15. Кузнецова О. О. Аналіз сучасних конструктивно-технологічних рішень систем теплоізоляції зовнішніх стін будинків / О. О. Кузнецова // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. 2013. № 5. С. 63-70. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vknutd_2013_5_13
16. ДСТУ EN 1364-1:2022 Випробування ненесучих будівельних конструкцій на вогнестійкість. Частина 1. Стіни (EN 1364-1:2015, IDT) [Чинний від 2023-06-01]. Технічний комітет «Пожежна безпека та протипожежна техніка» (ТК 25), 2022.
17. Яковчук Р.С., Кагітін О.І., Лоїк В.Б., Синельников О.Д., Галанченко Р.Р., Возняк О.О. (2021). Аналіз чинників, які впливають на поширення вогню конструкцією фасадної теплоізоляції з вентильованим повітряним прошарком. Вісник Львівського державного університету безпеки

життєдіяльності, 24, 57-65.

18. Мала гірнича енциклопедія: у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Д.: Східний видавничий дім, 2013. 644 с.

19. Sharma, A., Zhang, T., Dwivedi, G. (2024). Façade Fires in High-Rise Buildings: Challenges and Artificial Intelligence Solutions. In: Bahrami, A. (eds) Sustainable Structures and Buildings. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46688-5_6

20. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Міненергобуд України, 2010. 58 с.

21. ДЕТАЛЬНИЙ ПЛАН ТЕРИТОРІЇ обмеженої вулицями: вул. Сільськогосподарська, вул. Старокостянтинівське шосе, прс. Миру, товариство з обмеженою відповідальністю «КАЙЛАС-К», 2022. https://www.khm.gov.ua/sites/default/files/%D0%9F%D0%97_%D0%94%D0%9F%D0%A2_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82.pdf

22. Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату: Хмельницький, Київ, 2015 https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ad_Khmelnitskiy_City_A4.pdf

23. ДБН В.2.2-41:2019 Висотні будівлі. Основні положення [Чинний від 2020-01-01]. Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ), 2019.

24. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері [Чинний від 2021-02-01]. Технічний комітет стандартизації «Двері та вікна» (ТК 300), 2020.

25. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 [Чинний від 2020-06-01]. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2019.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення пожежної стійкості

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)Підрозділ: кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)Керівник: Меті І.М., доцент
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності

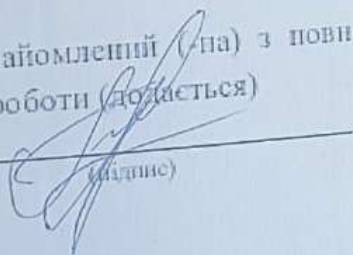
Turnitin	
Оригінальність, %	80
Загальна схожість, %	20

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений (на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор

Гудзь О.С.
(прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення

Робота пройшла перевірку на плагіат, до дозволу дозвілься

Особа, відповідальна за перевірку

Блашук Н.В.
(прізвище, ініціали)

ДОДАТОК Б

до Настанови (пункт 3.11)

Житловий будинок 25-ти поверховий

(найменування об'єкта будівництва)

Таблиця 6.1 - Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-004-001

на термофасад.

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА: креслення(специфікації)№	Кошторисна вартість	22501.715 тис. грн.
	Кошторисна трудомісткість	22.96024 тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	1853.362 тис. грн.
	Середній розряд робіт	4.2 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год не зайнятих обслуговуванням машин	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин		
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ15-79-1	Улаштування систем термофасадів, що вентилуються, з облицюванням фасадною керамічною плиткою з люльок	100 м2 поверхні опорядження	68.225	317072.25	548.67	21632254	1546077	37433	295.3400	20149.57
					22661.44	344.04			23472	5.1395	350.64
	ТСО-4-2	Витрати труда робітників-будівельників розряду 4,2	люд-год	295.34	76.73		1546076.62	1546076.62			
				20149.5715							
	КБМ203-101	Автовантажувачі, вантажопідйомність 5 т	маш.год	0.08	532.74	532.74	2907.69		2907.69		
				5.458		103.48			564.79	1.3900	7.5866
	КБМ233-1400	Верстат каменерізний універсальний	маш.год	4.53	111.71	111.71	34525.01		34525.01		
				309.05925		74.12			22907.47	1.1100	343.0558
	КБМ270-119	Шуруповерти	маш.год	31.25	1.58		3368.61				
				2132.03125							
	КБМ270-123	Люльки двомісні самопідйомні, вантажопідйомність 300/500 кг	маш.год	104.1	4.84		34374.76				
				7102.2225							
	КБМ270-135	Перфоратори електричні	маш.год	12.76	2.08		1810.75				
				870.551							
	П2016-2169	Свердла алмазні, діаметр 10 мм	шт	0.046	345.00		1082.73				
				3.13835							
	П2016-2183	Шайби	шт	316.0	2.00		43118.20				
				21559.1							

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	П2016-3031	Фасадні керамічні плитки розміром 600х100 мм	м2	106.0	980.00		7087213.00				
				7231.85							
	П2016-3032	Термоізоляційні плити скловолокнисті, товщина 100 мм	м2	105.0	980.00		7020352.50				
				7163.625							
	П2016-3033	Кронштейни 100х60 мм	шт	316.0	38.00		819245.80				
				21559.1							
	П2016-3034	Дюбелі фасадні 12х80 мм	шт	316.0	10.00		215591.00				
				21559.1							
	П2016-3035	Несучий сталевий оцинкований профіль 45х45 мм, товщина 0,8-1,0 мм	м	222.0	96.00		1454011.20				
				15145.95							
	П2016-3036	Монтажний сталевий оцинкований профіль, товщина 0,55-0,7 мм, довжина 3 м	м	401.0	102.00		2790538.95				
				27358.225							
	П2016-3037	Гвинти самонарізні 6,3х19 мм	шт	400.0	1.35		36841.50				
				27290.0							
	П2016-3038	Гвинти самонарізні 4,8х13 мм	шт	1500.0	0.69		70612.87				
				102337.5							
	П2016-3039	Жерсть оцинкована лакована біла, товщина 0,5 мм	м2	22.54	306.00		470564.20				
				1537.7915							
Разом прямих витрат по кошторису							21632254	1546077	37433		20149.57
									23472		350.64
Разом прямі витрати							гpn.	21632254			
в тому числі:											

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	20048744				
		вартість ЕММ				грн.	37433				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.		23472			
		заробітна плата робітників				грн.		1546077			
		всього заробітна плата				грн.		1569549			
		Загальновиробничі витрати				грн.	869461				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах				люд-г					2460.03
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		283813			
		Всього по кошторису				грн.	22501715				
		Кошторисна трудомісткість				люд-г					22960.24
		Кошторисна заробітна плата				грн.		1853362			

Керівник
проектної
організації

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Прийняв

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зведений кошторисний розрахунок в сумі

33799.223 тис. грн.

В тому числі зворотних сум

8.168 тис. грн.

" " 20 р.

Таблиця 6. - ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК
ВАРТОСТІ ОБ’ЄКТА БУДІВНИЦТВА №

Реконструкція фасаду житлової будівлі
(найменування об’єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на 2024 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будівель, споруд, лінійних об’єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
		Глава 2. Об’єкти основного призначення				
1	02-001	реконструкція фасаду	22689.582			22689.582
2	02-001-001	загально-будівельні роботи	22689.582			22689.582
		Разом за главою № 2	22689.582			22689.582
		Разом за главами № 1 - 7	22689.582			22689.582
		Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди				
3	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проєктом (робочим проєктом)	45.379			45.379
		Разом за главою № 8	45.379			45.379

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

1	2	3	4	5	6	7
		в т.ч. зворотні суми				6.807
		Разом за главами № 1 - 8	22734.961			22734.961
		в т.ч. зворотні суми				6.807
		Глава 9. Інші роботи та витрати				
4	Розрахунок №4 (Додаток 8, Настанова п.27)	Кошти на виконання будівельних робіт у літній період	61.384			61.384
		Разом за главою № 9	61.384			61.384
		Разом за главами № 1 - 9	22796.345			22796.345
		Глава 10. Утримання служб замовника та інжинірингові послуги				
5	Додаток 8, Настанова п.45	Кошти на утримання служби замовника - 1 %			227.963	227.963
6	Додаток 8, Настанова п.46	Кошти на здійснення технічного нагляду - 1,5 %			341.945	341.945
		Разом за главою № 10			569.908	569.908
		Разом за главами № 1 - 10	22796.345		569.908	23366.253
		Глава 12. Проектні, вишукувальні роботи, експертиза та авторський нагляд				
7	Додаток 8, Настанова п.53	Вартість проектних робіт			1196.352	1196.352
8	Додаток 8, Настанова п.55	Витрати на експертизу проекту будівництва за всіма напрямками (клас наслідків (відповідальності) СС2, середні наслідки)			23.799	23.799
		Разом за главою № 12			1220.151	1220.151
		Разом за главами № 1 - 12	22796.345		1790.059	24586.404
		в т.ч. зворотні суми				6.807
	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова)	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	420.725			420.725
	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова)	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)			117.552	117.552
	Настанова, Дод.28 Табл.2 п.3	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р)	410.334		32.221	442.555
	Розрахунок № П145 (Додаток 8, Настанова)	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)	2598.783			2598.783
		Разом	26226.187		1939.832	28166.019

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

1	2	3	4	5	6	7
		Податок на додану вартість			5633.204	5633.204
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	26226.187		7573.036	33799.223
		Зворотні суми	8.168			8.168

Керівник проектної організації

[підпис (ініціали, прізвище)]

Головний інженер проекту
(Головний архітектор проекту)

[підпис (ініціали, прізвище)]

Керівник

відділу

(найменування)

[підпис (ініціали, прізвище)]

ДОДАТОК В

ВІДОМІСТЬ АРКУШІВ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

Аркуш	Найменування	Примітка
ЛИСТ 1	Об'єкт дослідження, Предмет дослідження, Мета роботи, Новизна отриманих результатів	
ЛИСТ 2	Актуальність питання забезпечення пожежної стійкості фасадів висотних будівель	
ЛИСТ 3	Приклади сильних пожеж в Україні, нормативно-правова база з питань пожежної безпеки висотних будівель	
ЛИСТ 4	Дослідження впливу матеріалів та конструктивних рішень на пожежну стійкість фасадів	
ЛИСТ 5	Способи підвищення пожежної стійкості фасадних систем	
ЛИСТ 6	Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем	
ЛИСТ 7	Моделювання поширення вогню у висотних будівлях	
ЛИСТ 8	План першого поверху, Експлікація приміщень, Розріз 1-1, Вузол А, Вузол Б	
ЛИСТ 9	Фасад А-И, Фасад 1-6	
ЛИСТ 10	Схема бетонування типової підлоги, Схема подачі бетону, Схема організації робочого місця, Схема вібрування, Вказівки щодо бетонування, Графік виконання робіт	
ЛИСТ 11	Будгенплан, Експлікація, Умовні позначення, Роза вітрів, Вказівки до будгенплану	

Об'єкт дослідження - системи протипожежного захисту висотних будівель, включаючи фасадні конструкції, герметики та вогнестійкі покриття.

Предмет дослідження – протипожежні бар'єри, їх конструктивні та матеріальні особливості, які впливають на стійкість висотних будівель до поширення вогню.

Метою роботи є розробка рекомендацій щодо вдосконалення конструктивних та технологічних рішень з реконструкції фасадів.

Щоб досягти мети потрібно вирішити наступні **задачі**:

- виконати аналіз сучасного стану пожежної безпеки висотних будівель, зокрема конструкцій фасадів.
- дослідити ефективність протипожежних бар'єрів, герметиків і вогнестійких покриттів у різних умовах.
- проаналізувати характеристики будівельних матеріалів і їх вплив на вогнестійкість конструкцій.
- розробити рекомендації щодо вдосконалення конструктивних та технологічних рішень для обмеження поширення вогню.
- Запропонувати системний підхід до проектування та монтажу протипожежних бар'єрів у висотних будівлях.

Новизна отриманих результатів полягає у вдосконаленні фасадних систем висотних будівель для підвищення їх пожежної стійкості.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ СТІЙКОСТІ ФАСАДІВ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Щодня в Україні, в середньому, виникало 225 пожеж, унаслідок яких гинуло 4 людини та 4 людини отримували травми; вогнем знищувалось або пошкоджувалось 80 будівель чи споруд і 17 одиниць техніки

№ з/п	Назва показників	2024 рік	2023 рік	Тенденція по країні, +/-, у %	% від загальної кількості
Загальні дані про пожежі					
1	Кількість пожеж (од.)	40861	28969	41,1	–
2	Збитки прями (тис. грн)	14861893	14063430	5,7	–
3	Збитки побічні (тис. грн)	14686462	34944557	-58,0	–
4	Загинуло людей унаслідок пожеж	764	840	-9,0	–
– у т.ч. дітей і підлітків до 18 років					
5	Загинуло людей унаслідок пожеж у містах	413	451	-8,4	54,1
6	Загинуло людей унаслідок пожеж у селах	351	389	-9,8	45,9
7	Травмовано людей на пожежах	879	799	10,0	–
– у т.ч. дітей та підлітків до 18 років					
8	Травмовано людей на пожежах у містах	578	542	6,6	65,8
9	Травмовано людей на пожежах у селах	301	257	17,1	34,2
10	Знищено, пошкоджено будівель і споруд (од.)	14480	14648	-1,1	–
11	Знищено, пошкоджено техніки (од.)	3043	2572	18,3	–
12	Загинуло людей унаслідок пожеж, на 100 тис. населення	1,9	2,0	-5,0	–
13	Кількість пожеж на 10 тис. населення	9,9	7,0	41,4	–
14	Збитки прями на 10 тис. населення (тис. грн)	3610,1	3398,5	6,2	–
15	Кількість пожеж у містах	21402	16200	32,1	52,4
16	Кількість пожеж у селах	19457	12769	52,4	47,6
17	Кількість пожеж на об'єктах, на яких здійснюється державний нагляд (контроль)	1371	1386	-1,1	3,4
– у т.ч. на підприємствах, в організаціях, закладах					
18		1369	1386	-1,2	3,4
Об'єкти пожеж					
1	Будівлі виробничого призначення	403	371	8,6	1,0
2	Будівлі об'єктів торгівлі та харчування	252	328	-23,2	0,6
3	Соціально-культурні, громадські та адміністративні споруди	327	289	13,1	0,8
4	Споруди сільськогосподарського призначення	72	142	-49,3	0,2
5	Будинки та споруди житлового призначення	12952	13273	-2,4	31,7
– у т.ч. житлові будинки					
6	Природні екосистеми	7447	8245	-9,7	18,2
7	Відкриті території	201	171	17,5	0,5
8	Відкриті території	23273	11655	99,7	57,0
9	Транспортні засоби	1855	1548	19,8	4,5
10	Інші об'єкти	1526	1192	28,0	3,7

Причини виникнення пожеж				
1	Підпали	994	807	23,2
2	Несправність виробничого обладнання	48	60	-20,0
3	Порушення правил ПБ при влаштуванні та експлуатації електроустановок	5237	5012	4,5
4	Порушення правил ПБ при влаштуванні та експлуатації печей, ТТ агрегатів та установок	2155	2247	-4,1
5	Необережне поводження з вогнем	24071	14551	65,4
6	Пустощі дітей з вогнем	274	179	53,1
7	Порушення технології виробництва та правил експлуатації транспортних засобів	1328	1149	15,6
8	Вибухи, внаслідок бойових дій	2478	2889	-14,2
9	Невстановлені причини	53	33	60,6
10	Інші причини	4223	2042	у 2,1 раза

У будинках і спорудах житлового сектору виникло 12 952 пожежі (2,4 %), що становить - 31,7 % від загальної кількості усіх пожеж.

Зокрема, безпосередньо у житлових будинках виникло 7 447 пожеж (9,7 %), що становить 18,2 % від загальної кількості пожеж або 57,5 % від кількості пожеж у будинках та спорудах житлового призначення; внаслідок яких загинуло 592 людини (-14,8 %) та 566 людей (+6,6 %) отримали травми.

Регіони України, в яких зареєстровано зростання трьох основних показників стану з пожежами

№	Назва регіону	Кількість пожеж		
		2024	2023	+, у %
1	Вінницька	1615	1259	28,3
2	Донецька	2036	1202	69,4
3	Кіровоградська	1286	896	43,5
4	Харківська	4496	2816	59,7
5	Місто Київ	1851	1633	13,3

Рік	Загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію (млн м²)	Темпи росту житлового будівництва (%)	Основні регіони активності
2015	11,2	+8,1%	Київська, Львівська, Одеська
2017	13,1	+12,3%	Київська, Харківська
2020	9,9	-20% (внаслідок COVID-19)	Київ, Дніпро
2023	11,3	+22,6% (після часткового відновлення)	Тернопільська, Рівненська

Згідно із статистичними даними, на території України розташовано 5483 висотних будівель і підвищеної поверховості, з яких 5193 – житлові

Основні статистичні показники стану з пожежами у висотних будинках за функціональним призначенням за 2010–2019 роки

Назва показника	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Всього у висотних будівлях										
Кількість пожеж, од.	47	43	65	56	66	71	77	83	90	109
Кількість загинлих, людей	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
Кількість травмованих, людей	0	2	5	1	5	6	7	2	8	4
Прямі збитки, тис. грн	139,6	1279,2	202,0	656,0	3104,0	1715,2	683,0	1132,2	3242,1	1285,0
Побічні збитки, тис. грн	1560,7	2130,9	1679,9	2545,1	6284,5	3995,3	2670,1	4784,1	9861,3	9660,0
із них, у житлових будинках										
Кількість пожеж, од.	44	39	62	54	57	67	68	78	80	97
Кількість загинлих, людей	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
Кількість травмованих, людей	0	2	5	1	5	6	7	2	8	4
Прямі збитки, тис. грн	5,0	37,9	202,0	610,0	1542,0	1565,2	152,5	1032,0	2742,1	580,0
Побічні збитки, тис. грн	1347,7	713,8	1613,5	2350,8	3247,2	3568,2	1695,1	4390,2	8061,9	7588,4
із них, у громадських будівлях:										
адміністративних (окремих і вбудованих)										
Кількість пожеж, од.	3	0	1	1	4	3	4	3	7	3
Кількість загинлих, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кількість травмованих, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Прямі збитки, тис. грн	134,6	0,0	0,0	46,0	0,0	150,0	200,0	0,0	0,0	5,0
Побічні збитки, тис. грн	213,1	0,0	16,6	149,5	107,7	355,7	303,0	220,2	730,3	100,4
у будівлях, що будуються										
Кількість пожеж, од.	0	2	1	0	3	1	3	3	3	7
Кількість загинлих, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кількість травмованих, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Прямі збитки, тис. грн	0,0	1241,3	0,0	0,0	2,0	0,0	30,5	100,2	0,0	0,0
Побічні збитки, тис. грн	0,0	1389,3	33,2	0,0	224,6	71,4	127,8	173,6	219,1	638,2
у будівлях торгівлі і харчування (вбудованих)										
Кількість пожеж, од.	0	2	1	1	2	0	2	0	0	2
Кількість загинлих, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кількість травмованих, людей	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Прямі збитки, тис. грн	0,0	0,0	0,0	0,0	900,0	0,0	300,0	0,0	0,0	700,0
Побічні збитки, тис. грн	0,0	27,8	16,6	45	1695,0	0,0	544,3	0,0	0,0	1333,1

ПРИКЛАДИ СИЛЬНИХ ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ

В Україні яскравим прикладом з досить значними наслідками та руйнуваннями є масштабна пожежа у місті Одеса в житловому комплексі Gagarin Plaza-1 всього за 3 години поширилась на площу близько 3000 м² (з 24 поверху).



Аналогічна ситуація сталась за 6 років до цього у місті Київ, де горіла житлова будівля 25-27 поверхового комплексу по вул. Гетьмана.



Яскравим прикладом є пожежа у наслідок ракетної атаки 10 жовтня 2022 року. Одним з об'єктів, що зазнали значної руйнації став бізнес-центр 101 Tower, що розташований в центрі столиці.



Європейська система EN ISO 13501-1	Українська система	Німецька система DIN 4102
A1	I	A1
A2	II	A2
B	III	B1
C	IIIa	B1
D	IIIб	B2
E	IV	B2
F	IVa	B3
	V	

Порівняння євросистеми класів вогнестійкості та української системи класів вогнестійкості

НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА З ПИТАНЬ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Запобігання фасадним пожежам та поширенню пожежі вертикальними будівельними конструкціями є одним із важливих завдань із забезпечення виконання вимог Закону України від 05.11.2009 № 1704-VI «Про будівельні норми»

- ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: визначає вимоги до класів пожежної стійкості будівельних конструкцій та матеріалів [9].
- ДСТУ Б EN 13501-2:2016 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 1. Класифікація за результатами випробувань щодо реакції на вогонь (EN 13501-1:2007+A1:2009, IDT) [10]: міжнародний стандарт, адаптований до України, використовується для оцінки стійкості елементів до впливу високих температур.
- ДСТУ 9192:2022 Пожежна безпека. Проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м [11]: установлює загальні вимоги пожежної безпеки під час проектування висотних громадських будівель з умовною висотою понад 100 м і до 150 м включно.
- ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість» [12]: наведено рекомендації щодо розрахунку вогнестійкості (вогнезахиснених / не вогнезахиснених) сталевих конструкцій, а також і з розрахунку критичних температур.

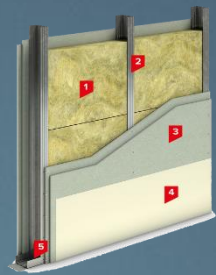
Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				колонни	сходові площад-ки, ко-соури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття міжпо-верхові (у т. ч. горищні та над підвала-ми)	елементи суміще-них покриттів	
	несучі та сходові кліток	само-несучі	зов-нішні ненесу-чі	внут-рішні ненесу-чі (пере-город-ки)				плити, настили, прогони	балки, ферми, арки, рами
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	REI 150 M0	REI 75 M0	E 30 M0	EI 30 M0	R 150 M0	R 60 M0	REI 60 M0	RE 30 M0	R 30 M0
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E15, M0 E30, M1	EI 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	
IIIa	REI 60 M0	REI 30 M0	E15 M1	EI 15 M1	R 15 M0	R 60 M0	REI 15 M0	RE 15 M1	R 15 M0
IIIб	REI 60 M1	REI 30 M1	E15, M0 E30, M1	EI 15 M1	R 60 M1	R 45 M0	REI 45 M1	RE 15, M0 RE 30, M1	R 45 M1
IV	REI 30 M1	REI 15 M1	E15 M1	EI 15 M1	R 30 M1	R 15 M1	REI 15 M1	Не нормуються	
IVa	REI 30 M1	REI 15 M1	E15 M2	EI 15 M1	R 15 M0	R 15 M0	REI 15 M0	RE 15 M2	R 15 M0
V	Не нормуються								

Ступінь вогнестійкості будинку та класи вогнестійкості будівельних конструкцій

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАТЕРІАЛІВ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НА ПОЖЕЖНУ СТІЙКІСТЬ ФАСАДІВ

Матеріал	Характеристики	Переваги
Фіброцементні панелі - негорючі	- Складаються з цементу, целюлозних волокон і наповнювачів. - Стійкі до нагрівання, полум'я та розповсюдження диму.	- Відмінна вогнестійкість. - Мінімальний догляд. - Доступні в різних кольорах і текстурах для універсального застосування в дизайні.
Алюмінієві композитні панелі (АКП)	- Негорюча мінеральна серцевина між шарами алюмінію. - Легкі, але міцні.	- Вогнестійкі АКП (клас вогнестійкості А2) забезпечують як безпеку, так і естетичну привабливість. - Легкий монтаж і тривалий термін служби.
Кам'яний шпон	- Природно негорючий (клас вогнестійкості А1). - Висока термостійкість.	- Чудова довговічність і вогнестійкість. - Забезпечує позачасовий і преміальний зовнішній вигляд.
Скляні фасади (вогнестійкі)	- Багатошарове безпечне скло з вогнетривкими прошарками. - Обмежує теплопередачу та запобігає поширенню полум'я протягом певного часу (30-120 хвилин).	- Забезпечує безпеку людей, зберігаючи при цьому прозорість. - Покращує природне освітлення без шкоди для протипожежних характеристик.
Ізоляція з мінеральної вати	- Негорюча (пожежна класифікація А1). - Використовується як ізоляційний шар в системах вентильованих фасадів.	- Запобігає поширенню вогню в порожнинах стін. - Забезпечує тепло- та звукоізоляцію.
Теракотні панелі	- Негорючий керамічний матеріал. - Висока стійкість до вогню і тепла.	- Забезпечує відмінну пожежну безпеку. - Міцний і стійкий до атмосферних впливів.

Матеріали для підвищення пожежної стійкості



Гіпсокартон, широко відомий як гіпсокартон, є ще одним матеріалом, який широко використовується для забезпечення вогнестійкості.

Інтумесцентні вогнезахисні покриття (ІВП) – має досить низьку теплопровідність, також захищає поверхні від впливу і високих температур (теплового випромінювання), і безпосередньо від самого полум'я.



Вогнестійкі ізоляційні матеріали, такі як мінеральна вата і скловолокно, використовуються для перешкоджання теплопередачі і стримування поширення вогню в порожнинах і між поверхнями.

Фіброцементний сайдинг поєднує цемент з целюлозними волокнами, в результаті чого утворюється негорючий матеріал, який має естетичну привабливість дерев'яного сайдингу, але з підвищеною вогнестійкістю



Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем

Найбільш поширеними системами теплоізоляції є системи фасадної теплоізоляції, опоряджені штукатурками та конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами.

Вентильовані фасади є вершиною технології фасадних систем, поєднуючи в собі функціональність, естетичну привабливість і вогнестійкість. Ці системи складаються із зовнішньої обшивки, повітряної порожнини та внутрішнього шару ізоляції, кожна з яких відіграє певну роль у підвищенні експлуатаційних характеристик будівлі. Технологічний прогрес удосконалив їхній дизайн, вибір матеріалів і методи монтажу, що зробило їх кращим вибором у сучасній архітектурі.



Спринклерні системи, інтегровані в конструкцію фасаду, можуть ефективно контролювати зовнішні пожежі, запобігаючи їх проникненню через огорожувальні конструкції.



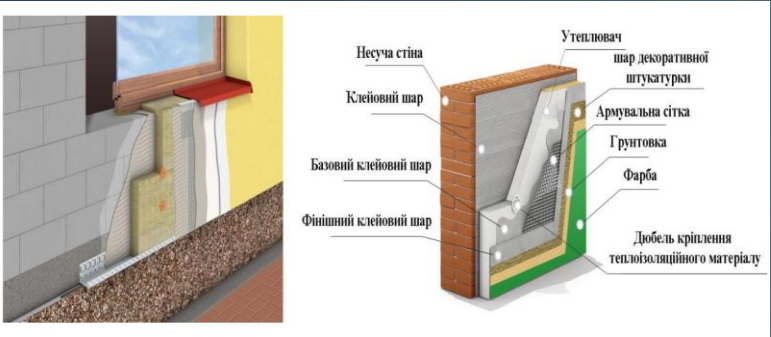
Характеристика	Опис
Матеріал облицювання	Використовуються негорючі матеріали, такі як керамограніт, фіброцементні панелі, алюмінієві композитні панелі з негорючим наповнювачем.
Утеплювач	Переважно застосовується мінеральна вата, яка має високу вогнестійкість та низьку теплопровідність.
Повітряний зазор	Забезпечує вентиляцію та запобігає накопиченню вологи; ширина зазору зазвичай становить 40-60 мм.
Кріпильна система	Використовуються металеві (алюмінієві або сталеві) підконструкції з антикорозійним покриттям, що забезпечують міцність та довговічність системи.
Пожежні бар'єри	Встановлюються горизонтальні та вертикальні протипожежні розсіки з негорючих матеріалів для запобігання поширенню вогню по фасаді.
Висота будівлі	Для будівель висотою понад 26,5 м використовуються матеріали з класом горючості не нижче Г1; для нижчих будівель допускається використання матеріалів з класом горючості Г2.
Державні будівельні норми (ДБН)	Відповідність ДБН В.2.6-33:2018, що регламентує вимоги до конструкцій зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією.
Товщина утеплювача	Залежить від вимог до енергоефективності та звукоізоляції; зазвичай становить 100-150 мм.
Стійкість до атмосферних впливів	Матеріали фасаду повинні бути стійкими до вологи, ультрафіолетового випромінювання та перепадів температур.
Термін експлуатації	Якісні вентильовані фасади мають термін служби понад 50 років за умови правильного монтажу та регулярного обслуговування.

Переваги вентильованого фасаду:

- Терморегуляція: Повітряний прошарок зменшує теплове навантаження, запобігаючи прямій передачі тепла всередину будівлі.
- Контроль вологості: Безперервна вентиляція запобігає утворенню конденсату, зберігаючи як фасад, так і внутрішні конструкції.
- Енергоефективність: Вентильовані фасади покращують теплоізоляційні характеристики, зменшуючи споживання енергії на опалення та охолодження.
- Пожежна безпека: Використання негорючих матеріалів, порожнинних бар'єрів і надійних систем кріплення зводить до мінімуму ризику пожежі.

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ СТІЙКОСТІ ФАСАДНИХ СИСТЕМ

Вогнестійкість сучасних фасадних систем



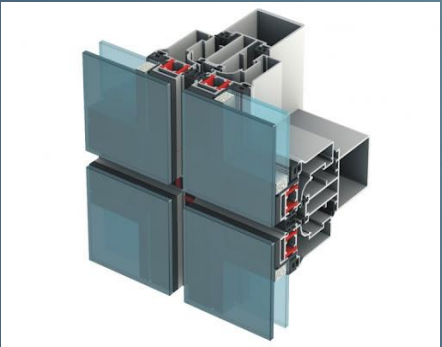
Загальний вигляд та конструктивні елементи фасадної системи - «мокрого типу»



Загальний вигляд «сухого фасаду»



Скляні світлопрозорі фасади



Стійко-ригельна конструкція для кріплення скляних фасадів

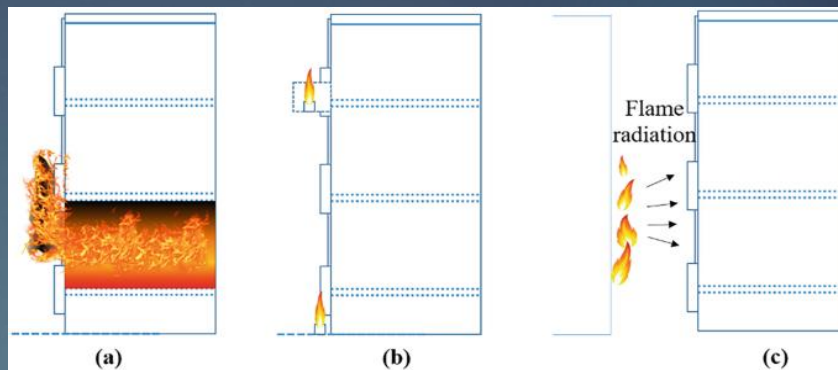
За результатом систематизації та узагальнення отриманих даних можна зробити попередній висновок, що найбільш пожежобезпечним типом оздоблення фасадних систем є поліфасад.

Пожежні характеристики для різних типів конструкцій фасадних систем

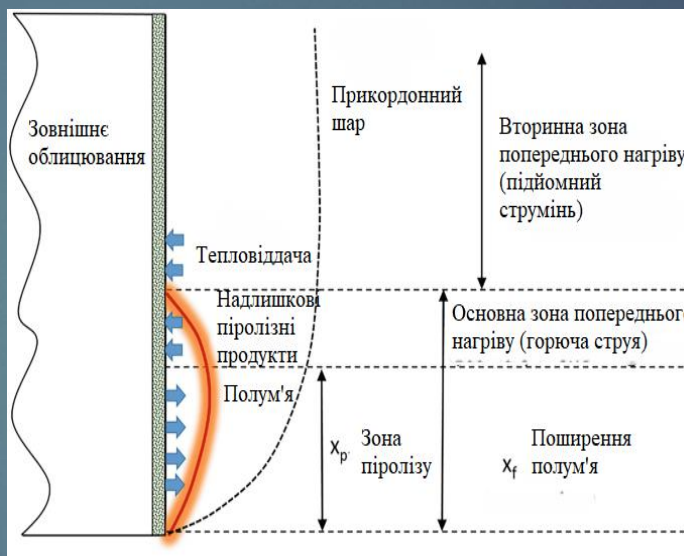
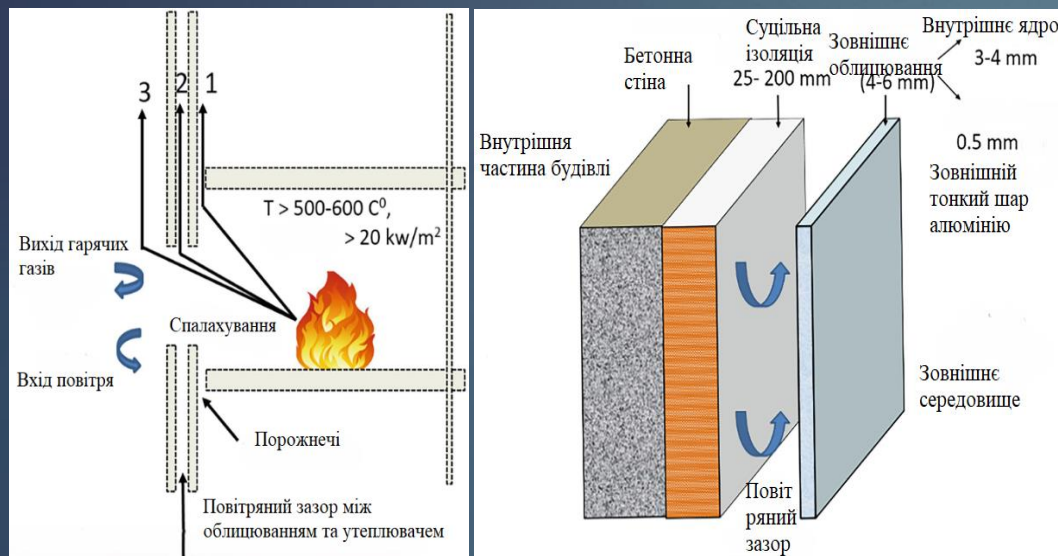
Тип фасадної системи		Конструктивні переваги	Конструктивні недоліки
Мокрий фасад		- можливість влаштувати протипожежні карнизи та пояси; - можливість влаштувати протипожежні розриви;	- можливість використання горючих утеплювачів або інших неякісних матеріалів опорядження
Сухий фасад		- можливість влаштувати водянні протипожежні системи зрошення; - можливість зміни параметрів протипожежних міжповерхових віконних простінків.	- можливість використання горючих облицовальних матеріалів; - утворення повітряного прошарку між несучою конструкцією та фасадним облицованням; - можливість використання в конструкціях фасадних систем матеріалів з низьким термічним опором.
Поліфасад			не виявлено
світлопрозорі скляні фасадні системи	комірчастого типу	- можливість влаштувати протипожежні карнизи та пояси; - можливість влаштувати протипожежні розриви; - можливість влаштувати водянні протипожежні системи зрошення; - можливість зміни параметрів протипожежних міжповерхових віконних простінків.	- можливість використання горючих утеплювачів або інших неякісних матеріалів опорядження
	рядний тип скління		- відсутність можливості встановлення будь яких пасивних чи активних вогнеперешкоджувачів; - можливість прогресивного руйнування зовнішніх огорожувальних конструкцій фасаду в межах поверху.
	суцільне скління		- відсутність можливості встановлення будь яких пасивних чи активних вогнеперешкоджувачів; - загроза прогресивного руйнування зовнішніх огорожувальних конструкцій фасаду
	стійко-ригельне скління	- відсутність можливості використання горючих утеплювачів або інших неякісних матеріалів опорядження; - відсутність повітряного прошарку між несучою конструкцією та фасадним облицованням.	- відсутність можливості встановлення будь яких пасивних чи активних вогнеперешкоджувачів; - можливість використання в конструкціях фасадних систем матеріалів з низьким термічним опором, що може призвести до прогресивного руйнування фасаду
	структурне скління		- відсутність можливості встановлення будь яких пасивних чи активних вогнеперешкоджувачів; - загроза прогресивного руйнування зовнішніх огорожувальних конструкцій фасаду через використання в конструкціях фасадних систем герметиків з низьким термічним опором.

Розподіл пожеж за місцем їх виникнення за період з 2010-2019 роки

Місце виникнення пожежі	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Всього
Сходові клітини, коридори	9	8	6	14	16	10	17	16	23	31	150
Балкон, лоджія	5	4	19	6	8	14	10	21	8	22	117
Житлова кімната	2	1	10	2	8	7	5	10	13	14	72
Сміттєзбірник, сміттєпровід	7	8	8	5	7	6	8	3	6	5	63
Комунікаційні шахти, канали	6	2	5	6	4	10	7	7	4	5	56
Кухня	11	6	3	3	2	3	2	5	8	9	52
Підвал	3	4	5	3	3	3	7	5	6	5	44
Ванна, туалет	1	1	1	1	1	2	2	1	3	4	17
Інші технічні приміщення та приміщення з тимчасовим перебуванням людей	3	9	8	16	17	16	19	15	19	14	136



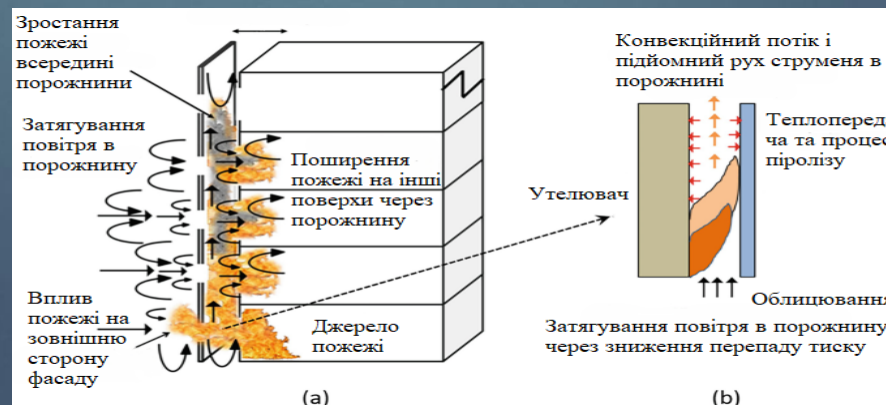
Сценарії пожежі на фасаді при пожежах у висотних будівлях



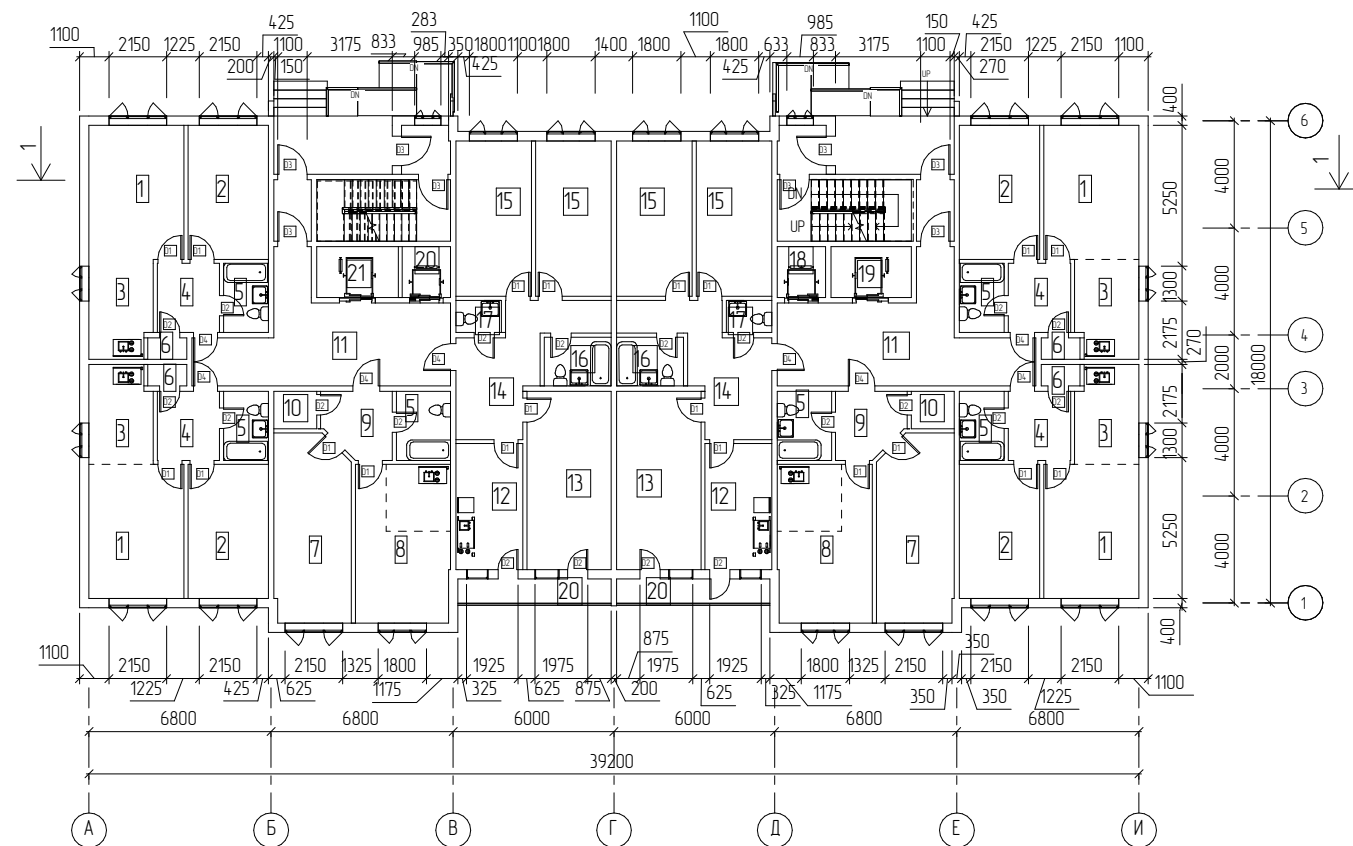
Полум'я, що поширюється по фасадах, спостерігаються три основні області. Перша зона – це зона піролізу, де фактичне горіння матеріалу виробляє горючі леткі речовини, які горять, утворюючи видиме полум'я. Наступна область між x_p (зона піролізу) і x_f (довжина поширення полум'я) відома як шлейф горіння, де незгорілі леткі речовини рухаються вгору завдяки плавучості, горять, а також спричиняють попередній нагрів незгорілого твердого палива над зоною піролізу. Третя, найвища зона над x_f , що складається з гарячих продуктів згоряння, відома як плавучий шлейф, де фізичне полум'я відсутнє. Швидкість поширення полум'я по фасадах в основному залежить від теплового потоку, що падає на незгорілий матеріал у зоні горіння через полум'я із зони піролізу. Для малого та ламінарного полум'я швидкість розповсюдження відповідає $x_p, x_f \propto t^2$, тоді як для турбулентного та великого полум'я швидкість розповсюдження набагато вища та експоненціально зростає з часом.

Способи поширення внутрішніх пожеж

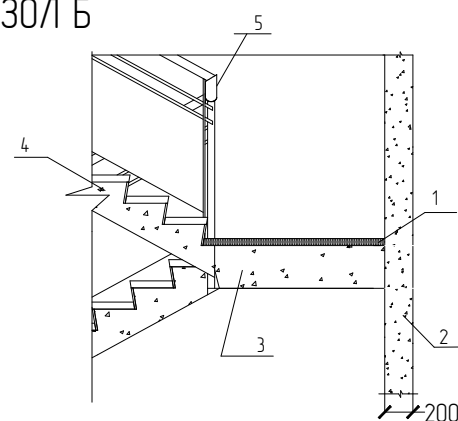
У сучасній інфраструктурі існує ряд факторів, які призводять до частих внутрішніх пожеж, таких як складні конструкції, відкриті простори (з меншою кількістю відсіків), збільшення кількості палива, порожні простори та зміна будівельних матеріалів. Це призвело до скорочення часу спалаху, швидшого розповсюдження вогню, скорочення часу евакуації та збільшення впливу. Внутрішні пожежі поширюються через: (1) порожнечі, (2) повітряні порожнини, (3) прямий вплив на зовнішній фасад



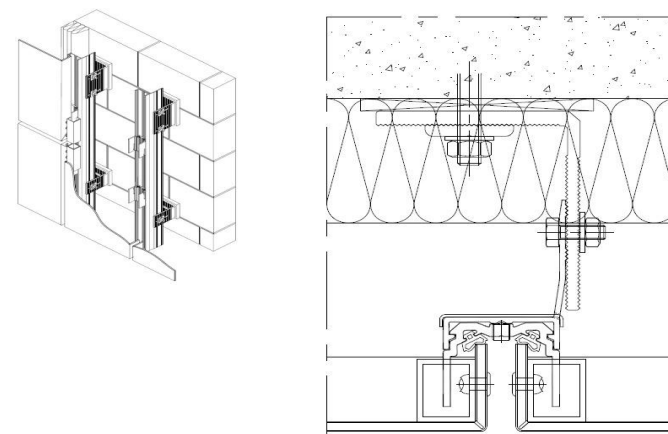
ПЛАН ТИПОВОГО ПОВЕРХУ



ВУЗОЛ Б



ВУЗОЛ А

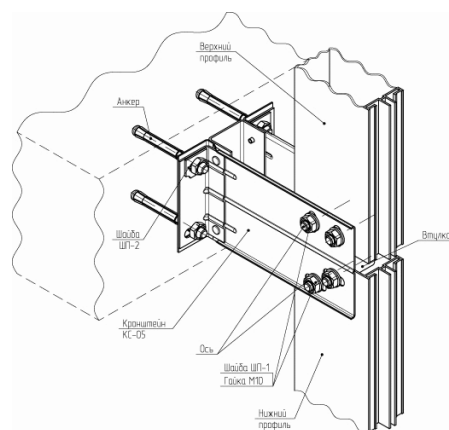


- 1 - Плитка з цементним розчином
2 - Стіна
3 - Плита залізобетонна 150мм
4 - Сходи
5 - Перила

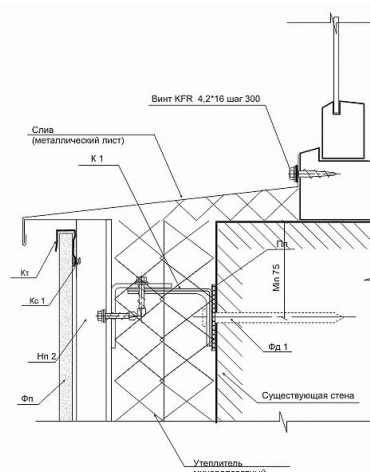
ЕКСПЛІКАЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ

№	Назва	Площа, м²
1	Вітальня	17.75
2	Спальня	15.00
3	Кухня	8.46
4	Коридор	5.99
5	Ванна	4.31
6	Кладов	1.16
7	Кімната гостей	20
8	Ідальня	14.9
9	Коридор	6.05
10	Кладов	2.24
11	Коридор	32.1
12	Кухня	11.75
13	Кімната гостей	20.95
14	Коридор	10.67
15	Спальня	16.39
16	Ванна	4.56
17	Спальня	2.05
18	Ліфт	3.42
19	Ліфт	5.7
20	Балкон	5.72

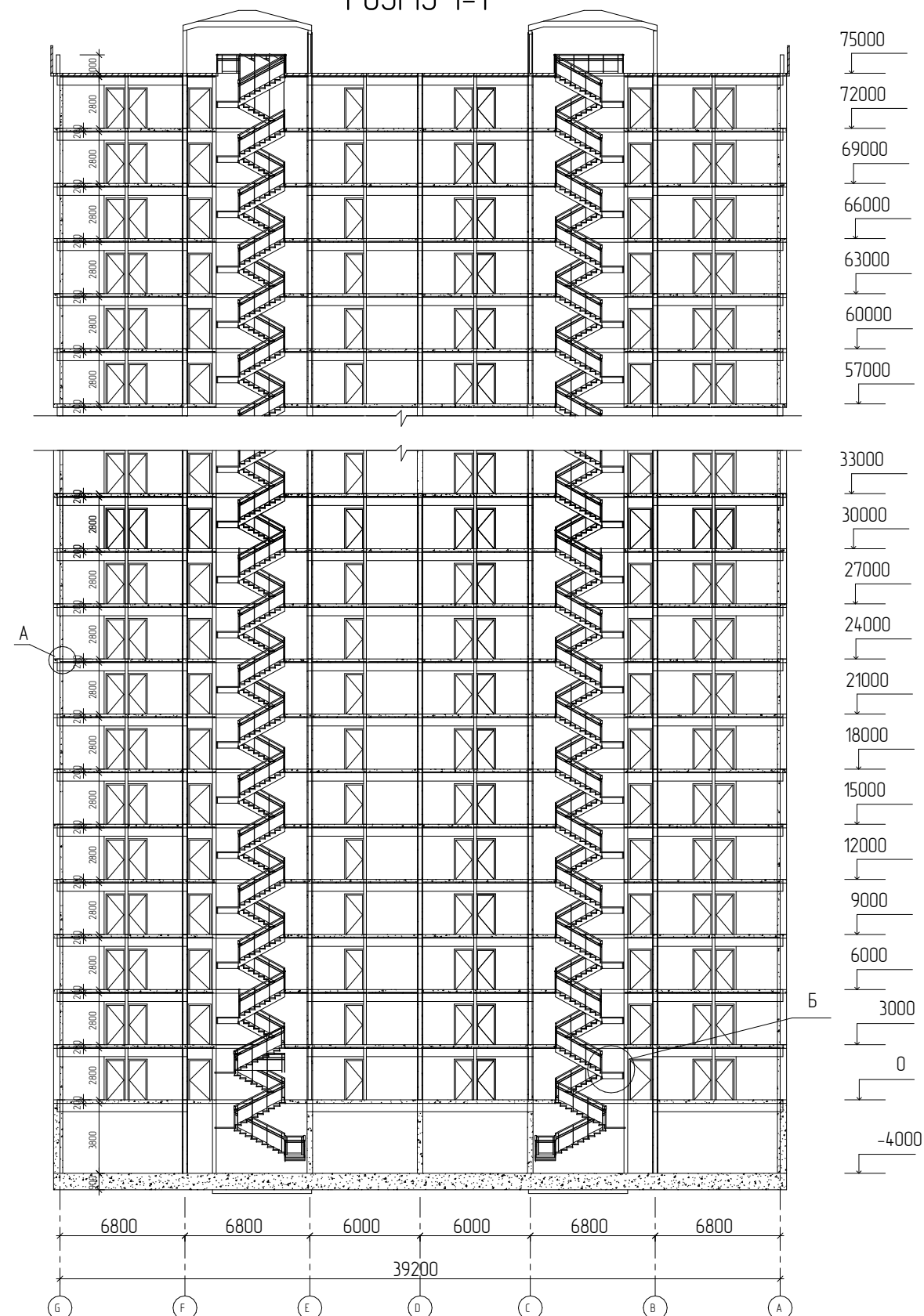
КРІПЛЕННЯ КРОНШТЕЙНА
ДО НЕСУЧОЇ СТІНИ



ВОДОВІДЛИВ



РОЗРІЗ 1-1



08-11. МКР. 006 - АР

м. Хмельницький

Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення пожежної стійкості			
Розробив	Гудзь О.С.					План першого поверху, Експлікація приміщень, Розріз 1-1, Вузол А, Вузол Б	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Меть І.М.						П	8	11
Н.контролю	Маєвська І.В.								
Керівник	Меть І.М.								
Опонент	Степанова Н.Д.					ВНТУ, група 1Б-23м			
Затвердив	Швець В.В.								

ФАСАД И-А

ФАСАД 1-6



						08-11. МКР. 006 - АР			
						м. Хмельницький			
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення пожежної стійкості	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Гудзь О.С.					П	9	11
Перевірів		Меть І.М.							
Н.контролю		Маєвська І.В.							
Керівник		Меть І.М.							
Опонент		Степанова Н.Д.				Фасад А-И, Фасад 1-6	ВНТУ, група 1Б-23м		
Затвердив		Швець В.В.							

ВКАЗІВКИ ДО БУДГЕНПЛАНУ

1. Будгенплан розроблено на період зведення надземної частини будівлі
2. Основним монтажним механізмом на період виконання бетонних робіт прийнято баштовий кран.
3. До початку виконання будівельно-монтажних робіт необхідно виконати такі заходи.

а) виконати влаштування тимчасових автомобільних дорізі майданчиків складування конструкцій і матеріалів із гравійно-піщаної суміші;

б) огородити будівельний майданчик тимчасовим огорожею;

в) будівельний майданчик спланувати з урахуванням відведення з майданчика поверхневих вод.
4. Для освітлення будівельного майданчика передбачити повітряну електролінію та прожектори освітлення на опорах.
5. Для тимчасового водопостачання побутового містечка і будівельного майданчика прокласти тимчасовий водопровідз труб Ø 50 підключивши його до водопровідної міської мережі.
6. Теплопостачання побутового містечка виконати від тимчасової лінії електропостачання.

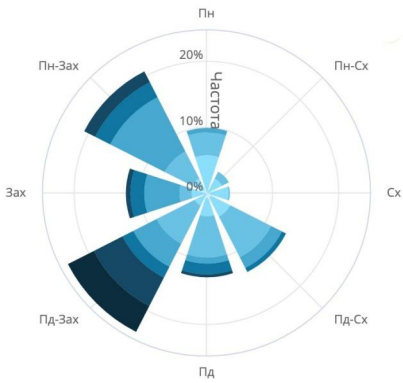
ЕКСПЛІКАЦІЯ

№	Назва	Розмір	К-сть
1	Запроектована будівля	39.2x18	1
2	Закритий склад	8x6	2
3	Відкритий склад	12x6	1
4	Центр продажу	3x4	2
5	Їдальня	8x3	1
6	Кімната виконроба	5x3	1
7	Туалет	3x1	2
8	Сміттєвий контейнер	5x3	1
9	Контрольно-пропускний пункт	3x3	1
10	Парковка	15x6	1
11	Трансформаторна підстанція	4x3	1
12	Приміщення для відпочинку	5x3	1
13	Душова	8x3	1
14	Мийка для авто	2x3	1

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- Зовнішнє освітлення будмайданчика
- Пожежний гідрант
- Ворота
- Червона зона крану
- Напрямок руху
- ПК Постійна каналізація
- W Постійна електромережа
- ПВ Постійний водопровід
- ТК Тимчасова каналізація
- ТW Тимчасова лінія електропередач
- ТВ Тимчасове водопостачання

РОЗА ВІТРІВ



						08-11. МКР. 006 - ПОБ			
						м. Хмельницький			
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення пожежної стійкості	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Гудзь О.С.					П		
Перевірів		Меть І.М.							
Н.контролю		Маєвська І.В.				Будгенплан, Експлікація, Умовні позначення, Роза вітрів, Вказівки до будгенплану	ВНТУ, група 1Б-23м		
Керівник		Меть І.М.							
Опонент									
Затвердив		Швець В.В.							

СХЕМА БЕТОНУВАННЯ ТИПОВОЇ ПІДЛОГИ

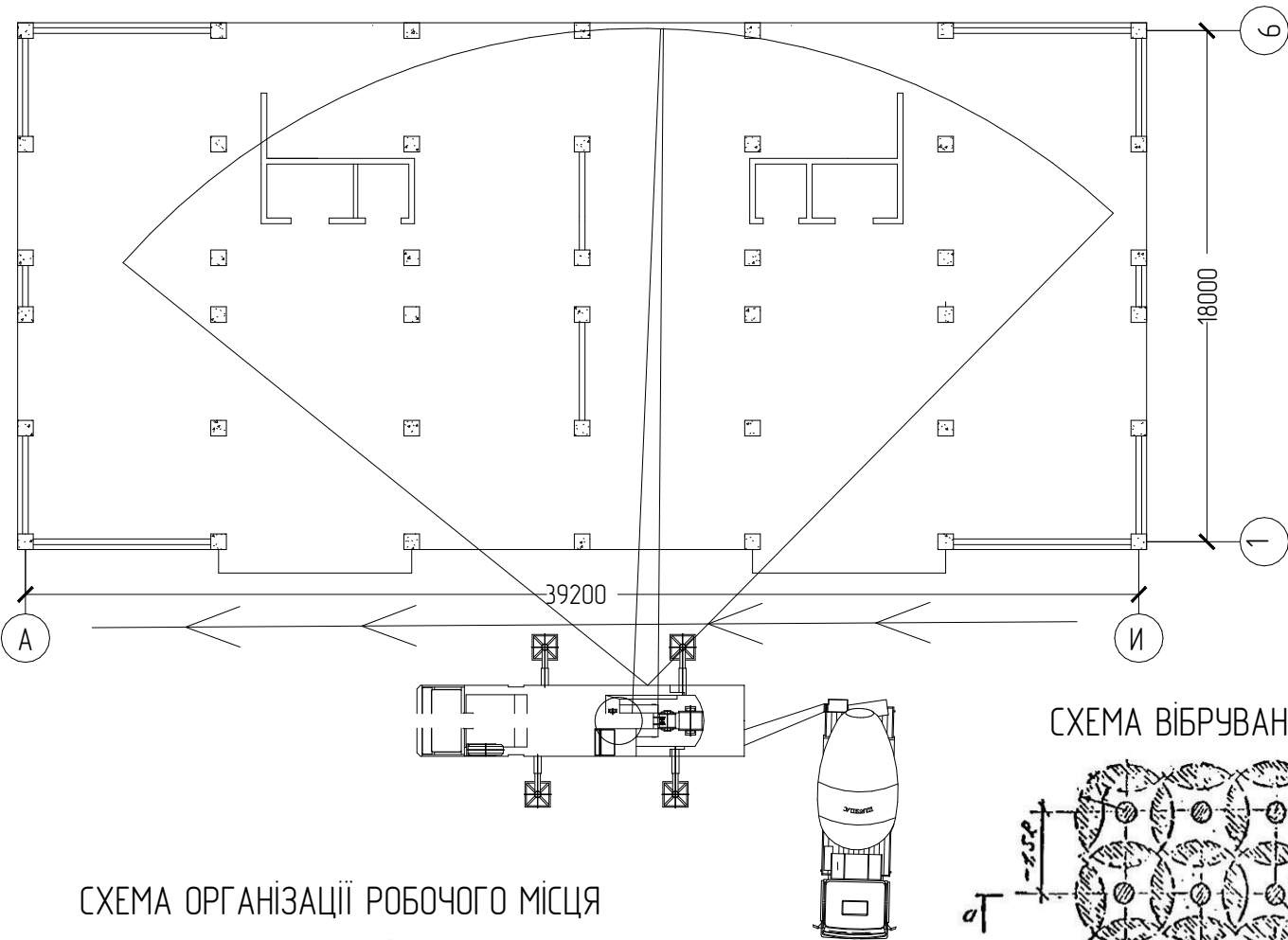


СХЕМА ПОДАЧІ БЕТОНУ

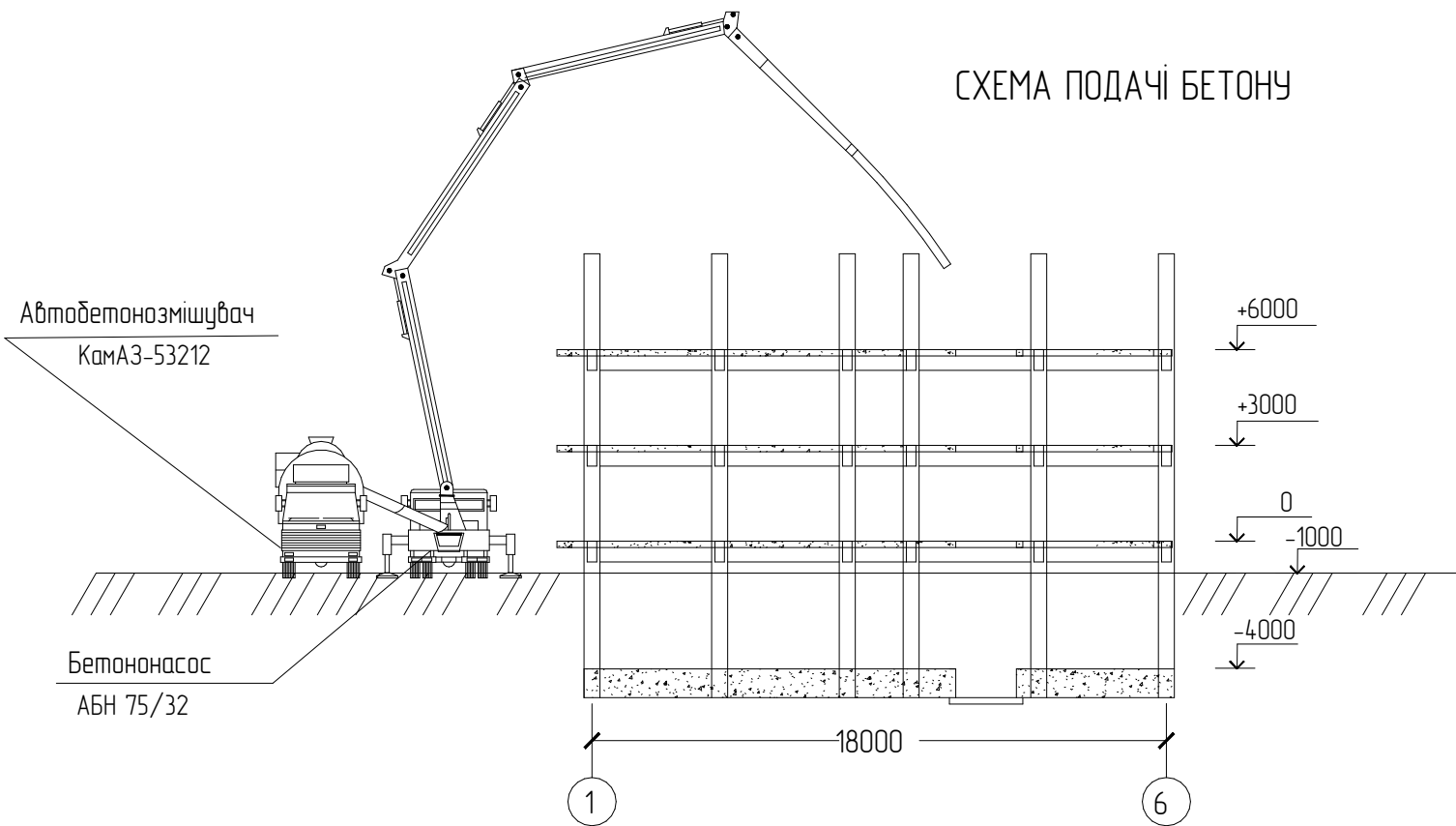
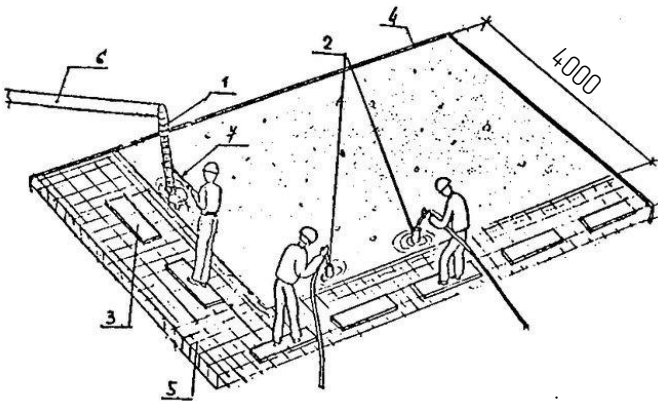
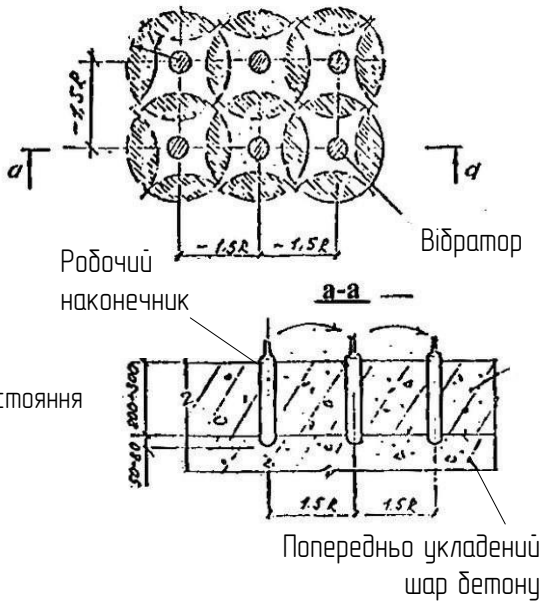


СХЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ



- 1. Бетонасос
- 2. заливка бетону
- 3. Тимчасова дошка для стояння
- 4. Вібратор для бетону
- 5. Опалубка

СХЕМА ВІБРУВАННЯ

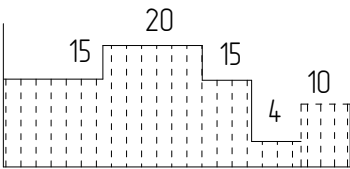


ВКАЗІВКИ ЩОДО БЕТОНУВАННЯ

Бетонна суміш повинна транспортуватися спеціалізованими методами. Обраний метод транспортування має: унеможливлювати потрапляння атмосферних опадів і прямого впливу сонячного світла; запобігати розшаруванню і порушенню однорідності; перешкоджати втраті цементного молока або розчину. Максимальна тривалість транспортування бетонної суміші повинна встановлюватися будівельною лабораторією за умови забезпечення збереження необхідної якості суміші під час транспортування та на місці її укладання. Перед укладанням бетонної суміші необхідно перевірити основу (штучну), правильність монтажу опалубки, арматурних конструкцій і закладних деталей. Внутрішня поверхня інвентарної опалубки повинна бути очищена і покрита спеціальною мастикою, яка не погіршує вигляд і міцність конструкцій. Перерви у бетонуванні, які вимагають улаштування робочих швів, визначаються лабораторією залежно від типу і характеристик цементу та температури твердіння бетону. Розподіл бетонної суміші в конструкції, що бетонують, виконується горизонтальними шарами однакової товщини, укладеними в одному напрямку. Наступне перекриття попереднього шару здійснюється до початку схоплення цементу, а час перекриття встановлюється лабораторією залежно від температури зовнішнього повітря і властивостей цементу, орієнтовно цей час становить не більше 2 годин. Тривалість таких перерв допускається лише після обробки поверхні робочого шва цементним розчином товщиною 20-50 мм або шаром пластичної бетонної суміші. Бетонна суміш ущільнюється за допомогою глибинного вібратора із гнучим валом. Під час ущільнення бетонної суміші не дозволяється спирати вібратори на арматуру, закладні вироби або елементи кріплення опалубки. Крок переміщення вібратора не повинен перевищувати 1,5 радіуса його дії. Оптимальна тривалість вібрації в одній точці становить 20-30 секунд.

ГРАФІК ВИКОНАННЯ РОБІТ

№	Назва	Од. в.	Об'єм роботи	Трудовитрати на один.в.м. люд.-год	К-сть робітників	Тривалість год	зм	Дні						
								1	2	3	4	5	6	7
1	Монтаж опалубки	м²	705.6	517.12	15	14	2	15						
2	Монтаж арматури	т	10	134	12	6	2			20				
3	Бетонування підлоги	м³	105.8	50.57	15	4	1					15		
4	Затвердіння бетону	м³	105.8	42,67	4	21	1						4	
5	Демонтаж	м²	705.6	214.83	10	7	2							10



08-11. МКР. 006 - ПВР

м. Хмельницький

Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення пожежної стійкості			
Розробив	Гудзь О.С.								
Перевірив	Меть І.М.					Схема бетонування типової підлоги, Схема подачі бетону, Схема організації робочого місця, Схема вібрування, Вказівки щодо бетонування, графік виконання робіт			
Н.контролю	Маєвська І.В.								
Керівник	Меть І.М.					ВНТУ, група 1Б-23м			
Опонент	Степанова Н.Д.								
Затвердив	Швець В.В.								

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи
здобувача Гудзя Олександра Сергійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення пожежної стійкості

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджено актуальне питання реконструкції зовнішніх фасадів висотних будівель з метою підвищення їх пожежостійкості. Тема магістерської кваліфікаційної роботи – актуальна та відповідає виданому завданню. Студент Гудзь О. С. самостійно виконував поставлені завдання наукового дослідження, відповідально систематизував інформацію з різних джерел, спеціальної будівельної літератури, знання нормативної бази, стандартів та будівельних норм. У ході роботи магістрант успішно застосовував програмні комплекси для обробки графіко-аналітичного матеріалу. У підготовці роботи проявив старанність та наполегливість.

Результати наукових досліджень та практичні здобутки представлені у магістерській кваліфікаційній роботі пройшли апробування на міжнародній науково-технічній конференції ВНТУ.

Магістерська кваліфікаційна робота виконується на основі завдання на проектування відповідно до діючих норм та стандартів.

Робота може бути реалізована в будівельній практиці.

Магістерська кваліфікаційна робота оформлена якісно.

Магістрант дотримувався графіку виконання роботи.

Усі проектні рішення достатньо обґрунтовані, креслення оформлені згідно норм та стандартів.

Тематика наукових досліджень представлена у магістерській роботі відповідає науковим напрямкам кафедри будівництва, міського господарства та архітектури.

До основних недоліків роботи слід віднести:

- у графічній частині роботи не представлені результати розрахунків технологічної карти.
- окремі висновки по роботі містять узагальнюючий характер;
- не на всі нормативні джерела є посилання по тексту пояснювальної записки.

Висновки: якість підготовки студента Гудзя Олександра Сергійовича відповідає вимогам освітньої програми підготовки «Промислове та цивільне будівництво» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» і магістрант заслуговує присвоєння ступеня магістра та на оцінку добре 75«С».

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи к.т.н., доцент



I. M. Меть

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на магістерську кваліфікаційну роботу

здобувача Гудзя Олександра Сергійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення
пожежної стійкості

Магістерська кваліфікаційна робота здобувача Олександра Гудзя, що представлена на опонування виконана вчасно та в повному обсязі. Тема МКР є актуальною і присвячена питанням реконструкції фасадів будівель з метою підвищення їх пожежної стійкості. Виникнення пожеж у висотних будівлях зумовлені не лише несправністю електромережі, порушенням протипожежних норм, а й використанням горючих матеріалів.

Тема МКР відповідає напрямку наукових досліджень кафедри БМГА. Магістерська кваліфікаційна робота, яку подано на опонування, відповідає затвердженій темі та завданню, виконана вчасно та у повному обсязі. Вступ роботи містить аспекти актуальності, проблеми дослідження, мету і завдання, об'єкт і предмет, наукову новизну та практичну цінність досліджень, що пов'язані з реконструкцією фасадів висотних будівель із застосуванням матеріалів, що характеризуються підвищеною пожежною стійкістю. В цілому робота представлена у п'яти розділах, що повністю розкривають тему наукового дослідження.

Виявлені такі основні недоліки роботи:

- у першому розділі наведено мало посилань на інформаційні та літературні джерела;
- не пророблені графічні матеріали, які стосуються експериментальних досліджень застосування протипожежних бар'єрів;
- варто б було більш детально дослідити запропоновані типи з'єднань елементів каркасу на вогнестійкість.

Проте вказані недоліки не впливають на позитивне враження від роботи.

За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною, теоретичною і практичною цінністю результатів магістерська кваліфікаційна робота здобувача Гудзя Олександра Сергійовича «Реконструкція фасадів висотних будівель з метою підвищення пожежної стійкості» є завершеною науковою роботою, відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт на здобуття наукового ступеня магістра зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою підготовки «Промислове та цивільне будівництво», а її автор заслуговує на оцінку «С» (75) – добре.

Доцент кафедри ТЕ, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Н. Д. Степанова
(ініціали, прізвище)