МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проєкт)

магістр
(рівень вищої освіти)

на тему Розробка рекомендацій щодо впровадження сучасних технологій пожежної безпеки висотних будівель

Виконав: студент 2 курсу,групи 8.1923-мопа-дн
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Містобудування та об'ємно-просторова архітектура
(назва освітньої програми)
Рашаді Абденейм
(ініціали та прізвище)

Керівник проф., к.арх, Осиченко Г. О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент доц., к.т.н, Фостащенко О.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код та назва)
Освітня програма Містобудування та об'ємно-просторова архітектура

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«09» 10 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Рашаді Абденейму
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проєкту) Розробка рекомендацій щодо впровадження сучасних технологій пожежної безпеки висотних будівель

керівник роботи проф., к.арх, Осиченко Г. О.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 09 2024 року № 1486-с .

1 Строк подання студентом роботи 01.02.2025

2 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливість розвинення проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об`єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Аналіз законодавчої бази та нормативних документів у галузі протипожежної безпеки. Аналіз розрахунок сил та засобів з гасіння пожежі на 16 поверсі висотного будинку, а аналіз метода гасіння пожежі з використанням сучасної системи гідроабразивного різання «Кобра».

4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація із результатами аналітичних обґрунтувань напряму досліджень, результатами експериментальних досліджень, результати розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних досліджень

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	
1	Осиченко Г. О.		
2	Осиченко Г. О.		
3	Осиченко Г. О.		

6 Дата видачі завдання 01.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
1	Літературний огляд	01.10	
2	Розділ 1	01.11	
3	Розділ 2	15.11	
4	Розділ 3	01.12	
5	Розробка графічної частини	15.12	
6	Оформлення роботи	15.01	
7	Попередній захист	01.02	

Студент _____ Рашаді Абденейм
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) _____ Осиченко Г.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Гребенюк І.В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Рашаді Абденейм. Розробка рекомендацій щодо впровадження сучасних технологій пожежної безпеки висотних будівель.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Г.О. Осиченко. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні ЗНУ, кафедра міського будівництва і архітектури, 2025.

Предметом дослідження є моделювання пожежі та розрахунок сил та засобів на його гасіння, за допомогою сучасного методу «Кобра» у житловому комплексі.

Проведено аналітичний огляд сучасних технологій забезпечення пожежної безпеки у висотних будинках та розробка тактичних дій пожежних рятувальників під час гасіння пожежі у висотному житловому комплексі із застосуванням сучасного методу гідроабразивного різання «Кобра».

Ключові слова: ВИСОТНА БУДІВЛЯ, ПОЖЕЖОГАСІННЯ, СУЧАСНІ МЕТОДИ ГАСІННЯ, ЕВАКУАЦІЯ, СИСТЕМА ПОЖЕЖОТУШІННЯ.

ABSTRACT

Rashadi Abdenaim. Development of Recommendations for the Implementation of Modern Fire Safety Technologies in High-Rise Buildings.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree in the specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor G.O. Osychenka Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny ZNU, Department of Urban Construction and Architecture, 2025.

The subject of the study is fire modeling and calculation of forces and means for extinguishing it using the modern "Cobra" method in a residential complex. An analytical review of modern technologies for ensuring fire safety in high-rise buildings and the development of tactical actions of fire rescuers during fire

extinguishing in a high-rise residential complex using the modern "Cobra" hydroabrasive cutting method were conducted.

Keywords: HIGH-RISE BUILDING, FIRE FIGHTING, MODERN FIRE EXTINGUISHING METHODS, EVACUATION, FIRE EXTINGUISHING SYSTEM.

ВИЗНАЧЕННЯ, ПОЗНАЧЕННЯ, СКОРОЧЕННЯ

У цій роботі застосовані такі терміни з відповідними визначеннями:

- пожежна безпека об'єкта захисту: стан об'єкта захисту, що характеризується можливістю запобігання виникненню та розвитку пожежі, а також впливу на людей та майно небезпечних факторів пожежі.

- висотна будівля: в Україні вважають будівлі висотою понад 73,5 м або більше 25 поверхів. В інших країнах під терміном «висотний будинок» зазвичай розуміють будинок заввишки від 35 до 100 м.

- пожежогасіння: процес впливу сил та засобів, а також використання методів та прийомів для ліквідації пожежі.

- система пожежної сигналізації: сукупність установок пожежної сигналізації, змонтованих на одному об'єкті та контрольованих із загального пожежного посту. –

система водопостачання - комплекс взаємопов'язаних пристроїв та споруд, що забезпечують споживачів водою у необхідній кількості та заданій якості.

- система запобігання пожежі: комплекс організаційних заходів та технічних засобів, що унеможливлюють виникнення пожежі на об'єкті захисту.

- стійкість об'єкта захисту під час пожежі: властивість об'єкта захисту зберігати конструктивну цілісність та (або) функціональне призначення при впливі небезпечних факторів пожежі та вторинних проявів небезпечних факторів пожежі.

- ступінь вогнестійкості: здатність будівлі, а також матеріалів з яких складаються окремі елементи конструкцій, протистояти пожежі, не руйнуючись, не деформуючись, у разі виникнення та розповсюдження.

ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

ВБ – висотні будівлі;

АКП - автомобіль колінчастий підйомник;

AL - автодрабина;

АНР - автомобіль насосно-рукавний;

АПС – автоматична пожежна сигналізація;

АЦ – автоцистерна пожежна;

ПОМП – повітряно-механічна піна;

ГДЗС – газодимозахисна служба;

ПММ - паливно-мастильний матеріал;

БПП – будівля підвищеної поверховості;

КМРП – концентраційні межі поширення полум'я;

ЛЗР - легкозаймиста рідина;

НПБ – норми пожежної безпеки;

НТ – начальник тилу;

НШ – начальник штабу на пожежі;

ВС - вогнегасний засіб (склад);

НФП – небезпечний фактор пожежі;

ПУ - піноутворювач;

ППБ – правила пожежної безпеки;

КГП – керівник гасіння пожежі;

ЗІЗОД – засіб індивідуального захисту органів дихання;

СПГ – служба пожежогасіння;

ЦППЗ – центральний пункт пожежного зв'язку;

НС – надзвичайна ситуація.

ЗМІСТ

	ВСТУП……	10
Розділ 1	СИСТЕМА ЗАХОДІВ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ……	12
1.1	Загальні уявлення про пожежну безпеку ВБ……	12
1.1.1	Літературний огляд проблем пожежної безпеки висотних будівель……	12
1.1.2	Нормативи пожежної безпеки висотних будівель та споруд…….	16
1.1.3	Види та способи протипожежного захисту висотних будівель у світовій практиці…….……..……..…….	18
1.2	Система протипожежного захисту ВБ……..	21
1.3	Конструктивні матеріали висотних будівель……...	23
1.4	Конструктивні системи висотних будівель…….…….….	25
1.5	Заходи щодо обмеження поширення пожежі у висотних будинках…….……..…….	28
1.5.1	Протипожежні перешкоди у висотних будинках.……..……..……..	28
1.5.2	Перешкоди у вигляді водяних завіс..…..…..…..…..…..…..…..…	30
1.5.3	Протипожежні розриви…….……...	31
1.6	Заходи щодо забезпечення своєчасної та безперешкодної евакуації людей при НС у висотних будинках….……..……..	31
1.6.1	Евакуація людей із висотних будівель…….	31
1.6.2	Порятунок людей під час пожежі……..	32
1.6.3	Противодимий захист висотних будівель……	34
1.7	Системи пожежної сигналізації та оповіщення……...	34
Розділ 2	СУЧАСНИЙ ВИСОТНИЙ ЖИТЛОВИЙ КОМПЛЕКС, ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ……..	37
2.1	Адреса розташування об'єкта дослідження, його протипожежні характеристики……	37

2.2 Архітектурно-будівельні рішення щодо забезпечення пожежної безпеки…….. 39
2.3 Противодимий захист під час пожежі у житловому комплексі……. 41
2.4 Пожежногасіння житлового комплексу…… 42
2.5 Розрахунок сил та засобів для ліквідації пожежі у житловому комплексі……. 43
2.5.1 Варіант гасіння пожежі у квартирі на 20м поверсі……. 43
2.5.2 Розрахунок часу евакуації…… 49
Розділ 3 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЖЕЖОГАСІННЯ У ВИСОТНИХ БУДИНКАХ…… 53
3.1 Сучасні технічні розробки, що використовуються для гасіння пожежі у висотних будинках……. 53
3.2 Використання сучасної системи гідроабразивного різання «Кобра» для гасіння пожежі у житловому комплексі……... 58
3.3 Техніка безпеки…….. 63
3.3.1 Виявлення, аналіз шкідливих виробничих факторів та захисні заходи від них…….. 63
3.3.2 Мікроклімат…….. 64
3.3.3 Освітлення…….. 65
3.3.4 Запиленість та загазованість повітря…… 68
3.3.5 Виявлення, аналіз небезпечних виробничих факторів та захисні заходи від них…… 68
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ……... 70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……. 72

ВСТУП

Актуальність дослідження. Архітектурна особливість сучасного великого міста, його масивність, архітектурний вигляд визначаються зведеними у ньому висотними будинками та спорудами.

Висотні будівлі – це не лише ознака технічного прогресу нашого часу та виробництва нових матеріалів та технологій, які в умовах ринкової економіки свідчать про потенціал та розвиток сучасного міста, але це й технологічно складні будівельні конструкції, що належать до об'єктів підвищеного ризику. При цьому важливо відзначити, що ймовірність виникнення у висотних будинках надзвичайних ситуацій, пов'язаних із небезпеками для життя людей та цілісністю самих конструкцій будівель, дуже висока. Надзвичайну небезпеку в них є пожежа. Згідно з ДБН В.2.2-41:2019 «Висотні будівлі. Основні положення» висотними будинками вважаються будинки з висотою понад 26.5 метрів. За даними статистики, на одній пожежі в будівлі висотою понад 25 поверхів гине в 3-4 рази більше людей, ніж у 9-16 поверховому будинку.

Особливий характер пожежної небезпеки у висотних будинках визначається такими показниками:

- масове перебування людей у будинках;
- висота будівлі, що перевищує можливості використання для порятунку людей механічних сходів, які перебувають у гарнізонах пожежної охорони;
- часткове чи повне руйнування будівлі;
- інтенсивність поширення полум'я, диму, токсичних речовин по висоті будівлі;
- відсутність або недостатність засобів порятунку людей при пожежі та ін.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є аналітичний огляд сучасних технологій забезпечення пожежної безпеки у висотних будинках та розробка тактичних дій пожежних рятувальників при гасінні пожежі у

висотному житловому комплексі із застосуванням сучасного методу гідроабразивного різання «Кобра».

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є технології забезпечення пожежної безпеки у висотних будинках.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є моделювання пожежі та розрахунок сил та засобів на його гасіння, за допомогою сучасного методу «Кобра» у житловому комплексі.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених завдань використовувалися узагальнення, аналіз теоретичних та практичних досліджень на тему роботи та комплексні дослідження експлуатаційних властивостей фасадних панелей.

Наукова новизна одержаних результатів. Здійснено аналіз інформації про пожежі у висотних будинках міст світу. Проведено літературний огляд щодо проблеми пожежної безпеки висотних будівель.

Практичне значення одержаних результатів. Вивчено вітчизняні нормативні документи пожежної безпеки висотних будівель та споруд, а також види та способи протипожежного захисту висотних будівель у світовій практиці. Проаналізовано елементи системи протипожежного захисту ВБ.

Особистий вклад дослідника. Постановка мети і завдання дослідження. Збір і аналіз даних для проведення дослідження.

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, основних висновків, списку використаних джерел, містить 79 сторінок, 14 рисунок, 5 таблиць, 69 список використаних джерел.

РОЗДІЛ 1
СИСТЕМА ЗАХОДІВ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

1.1 Загальні уявлення про пожежну безпеку ВБ

1.1.1 Літературний огляд проблем пожежної безпеки висотних будівель

У таблиці 1.1 наведено відомості про пожежі у висотних будинках міст світу.

Таблиця 1.1 – Пожежі у висотних будинках міст світу.

Місце та дата трагедії	Наслідки пожежі
Сан-Паулу (Бразилія), 01.02.1974р.	Пожежа у 25-поверховій будівлі. Число загиблих 227 осіб, постраждало 450 людей.
Лос-Анджелес (США), 05.05.1988 р.	Пожежа у 62-поверховій будівлі банку First Interstate Bank. У вогні, що охопив п'ять поверхів, загинула одна людина, понад 40 людей постраждали.
Нью-Йорк (США), 17.07.1990р.	Пожежа в хмарочосі Empire State Building. Через отруєння димом постраждали 38 людей.
Філадельфія (США), 25.02.1991р.	Пожежа почалася на 22 поверсі та піднялася на вісім поверхів вгору. Під час гасіння пожежі загинуло троє пожежників.
Преторія (ПАР), 15.06.1994р.	Загорівся 27-поверховий будинок у центрі. Вогонь спалахнув на 19 поверсі.
Джакарта (Індонезія), 08.12.1997г.	Пожежа виникла на верхніх поверхах 25-поверхового банку Індонезії. Три верхні поверхи вигоріли повністю. 15 людей загинули.

Продовження таблиці 1.1

Одеса (Україна), 29.08.2015р.	Пожежа виникла на 24 поверсі. За три години з 24-го поверху до низу розповсюдилась на площу 3000 м^2.

Вивченням пожежної безпеки ВБ займалися багато авторів. Так у працях Вамболя щодо забезпечення безпеки людей під час пожежі у висотних будинках проводиться аналіз пожеж у висотних будинках та їх наслідки. Так, наприклад, автор наводить найбільший у 22-поверховому будинку готелю в Сеулі (Південна Корея) 25 грудня 1971 р. розпочався у кафетерії на 2-му поверсі. Вогонь по нейлонових завісах на вікнах поширився на верхні поверхи, сталося обвалення конструкцій сходових кліток та перекриттів.

З 296 чол. Загинуло 164 особи. 58 отримали опіки та отруєння, кількість рятувальників становила 1100 чол. 2005 р. в 32 поверховому хмарочосі (Мадрид, Іспанія) Через відсутність нормального функціонування системи протипожежного захисту пожежа поширилася на всю будівлю.

Масштабна пожежа, що виникла в Одесі 29 серпня 2015 року біля житлового комплексу Gagarin Plaza-1, яка за три години з 24-го поверху до низу розповсюдилась на площу 3000 м^2. Під час її гасіння, яке тривало понад чотири години, троє співробітників пожежно-рятувальних підрозділів отримали травми. Житловий комплекс було здано в експлуатацію у 2014 році.

Причиною швидкого розповсюдження пожежі працівники ДСНС України називають порушення державних архітектурно-будівельних норм, а також відсутність внутрішнього протипожежного водопостачання [9]. На рисунку 1.1 показано наслідки цих пожеж.



а б в

Рисунок 1.1 - Наслідки пожеж

а – Мадрид, Іспанія; б – Одеса (Україна); - Шанхай, Китай.

Вамбіль не тільки проводить аналіз причин пожеж та їх наслідків, а й характеризує особливий характер пожежної небезпеки у висотних будинках, який, на думку автора, визначається такими показниками:

- наявність умов, що сприяють виникненню пожежі;

- можливість масового перебування людей у будівлі;

- висотою будівлі, що перевищує можливість використання для порятунку людей механічних сходів, що є в гарнізонах пожежної охорони;

- можливість часткової або повної руйнації при пожежі окремих елементів будівлі, певної частини будівлі або всієї будівлі;

- інтенсивне поширення у висотній будівлі полум'я, диму, токсичних речовин по приміщенням, коридорам та технічним комунікаціям, а також

через зазори у будівельних конструкціях;

- блокування ліфтів та виходів з ладу управління ліфтами;

- відсутність чи недостатність засобів для порятунку людей усередині будівлі; - відсутність у нормах чітких регламентацій щодо оцінки рівня пожежної небезпеки об'єктів, що розглядаються [3].

По вдосконаленню управлінням гасіння пожеж та порятунку людей у будинках підвищеної поверховості міст В'єтнаму проведено дослідження, автором яких є Чинь Тхе Зунг. Він розробляв методику визначення часу проведення рятувальних робіт у ВБ, а також основи розрахунку потреби ланок ГДЗС для рятувальних робіт під час пожеж у ВБ.

Чинь Тхе Зунг у статті «Пожежний захист висотних будівель» наводять приклади поділу висотних будівель на чотири відсіки: підземний відсік – гараж; надземний відсік – торгова частина; офісна частина (офіси) та житлова частина будівлі. У роботі автори викладають багаторівневу систему захисту протипожежного захисту ВБ. Така система дозволить забезпечити необхідний законом рівень безпеки людей та зберегти матеріальні цінності у разі виникнення пожежі. Важливе значення у своїй роботі автори приділяють поведінці будівельних конструкцій під час пожежі та забезпечення їх вогнестійкості.

Автор статті «Аналіз причин пожежної опасности висотних будинків та будинків підвищеної поверховості міста Львів» Башинський О. І., що пожежна безпека об'єктів багато в чому забезпечується застосуванням установок протипожежного захисту (пожежогасіння та пожежної сигналізації), наявністю первинних засобів пожежогасіння, систем внутрішнього та зовнішнього протипожежного водопостачання, димовидалення та підпору повітря, передбачених вимогами та нормами пожежної безпеки, і навіть організацією контролю над підтримкою в працездатному стані [9].

В. М. Перваков у роботі «Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель» наголошує на тому, що поверховість будівель є одним з основних факторів, що визначають клас функціональної

пожежної небезпеки будівлі, тому що у разі виникнення пожежі в одному з приміщень такої будівлі, забезпечення безпеки людей та майна є складною проблемою. Інакше висловлюючись, поверховість будинків одна із чинників визначальних сукупність заходів системи їх протипожежного захисту [4].

У статті "Проблеми гасіння пожеж у висотних будинках" автори Сенчихін Ю.М., Дендаренко Ю.Ю. стверджують, що Пожежі є особливою небезпекою для висотних будівель та споруд, внаслідок особливостей їх конструктивно-планувальних рішень, призначення, технології зведення та подальшої експлуатації. Ці будівлі є технологічно складними будівельними спорудами та належать до об'єктів підвищеного ризику [5].

1.1.2 Нормативи пожежної безпеки висотних будівель та споруд

В Україні згідно з ДБН В.2.2-41:2019 «Висотні будівлі. Основні положення» висотними будинками вважаються будинки з висотою понад 26.5 метрів. Проте, точного визначення СБ згідно з ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежної захисту. Зі Зміною №1» немає. Ці правила визначають максимальну висоту багатоповерхових будівель 73.5 м-коду. Висота будівлі визначається різницею позначок поверхні проїзду для пожежної техніки і нижньою межею прорізу, що відкривається (парапету покрівлі, що експлуатується) в зовнішній стіні.

Отже, до висотних можна зарахувати будівлі, різниця вищевказаних позначок яких перевищує 73.5 м. Для таких будівель встановлено особливий порядок узгодження проектної документації [1].

У сучасних будівельних нормах забезпечення безпеки людей під час пожежі належить до пріоритетних вимог ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель та споруд. Пожежна безпека. Для забезпечення ефективного протипожежного захисту висотних будівель розроблено та успішно застосовується багаторівневий комплекс заходів СПЗ, заснований на концепції забезпечення безпеки людей. У цей комплекс заходів СПЗ входять

як заходи, обов'язкові будь-яких будівель, яких пред'являються особливі додаткові вимоги, і спеціальні додаткові заходи, є обов'язковими лише висотних зданий.[6].

З метою захисту життя, здоров'я, майна громадян та юридичних осіб, державного та муніципального майна від пожеж, визначає основні положення технічного регулювання в галузі пожежної безпеки та встановлює загальні вимоги пожежної безпеки до об'єктів захисту, у тому числі до будівель, споруд та будівель, промислових об'єктів. Закони про технічні регламенти, що містять вимоги пожежної безпеки до конкретної продукції, не діють у частині, що встановлює нижчі за встановлені ДБН вимоги пожежної безпеки [6,11].

ДБН визначає такі вимоги до автоматичних установок пожежної сигналізації:

- технічні засоби автоматичних установок пожежної сигналізації повинні забезпечувати електричну та інформаційну сумісність один з одним, а також з іншими технічними засобами, що взаємодіють з ними;

- лінії зв'язку між технічними засобами автоматичних установок пожежної сигналізації повинні бути виконані з урахуванням забезпечення їх функціонування під час пожежі протягом часу, необхідного для виявлення пожежі, видачі сигналів про евакуацію, протягом часу, необхідного для евакуації людей, а також часу, необхідного для керування іншими технічними засобами;

- прилади управління пожежним обладнанням автоматичних установок пожежної сигналізації повинні забезпечувати принцип управління відповідно до типу керованого обладнання та вимог конкретного об'єкта;

- технічні засоби автоматичних установок пожежної сигналізації повинні бути забезпечені безперебійним електроживленням на час виконання своїх функцій.

- технічні засоби автоматичних установок пожежної сигналізації повинні бути стійкі до впливу електромагнітних перешкод з гранично допустимими значеннями рівня, характерного для об'єкта, що захищається,

при цьому дані технічні засоби не повинні негативно впливати електромагнітними перешкодами на інші технічні засоби, що застосовуються на об'єкті захисту [11].

ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення» Каже, що пожежна безпека об'єкта має бути забезпечена системами запобігання пожежі та протипожежному захисту, у тому числі організаційно-технічними заходами.

Цей стандарт встановлює загальні вимоги пожежної безпеки до технологічних процесів різного призначення всіх галузей економіки країни та будь-яких форм власності при їх проектуванні, будівництві, реконструкції, введенні, експлуатації та припиненні експлуатації, а також при розробці та зміні норм технологічного проектування та інших нормативних документів, що регламентують заходи щодо забезпечення пожежної безпеки на виробничих об'єктах та при розробці технологічних частин проектів, технологічних регламентів. [12].

ДСТУ N 1363-1:2023 Випробування на вогнестійкість. Частина 1. Загальні вимоги (EN 1363-1:2020, IDT). Регламентує загальні вимоги до методів випробувань будівельних конструкцій та елементів інженерних систем на вогнестійкість за звичайних умов теплового впливу та застосовується для встановлення меж вогнестійкості стосовно ВБ [13].

1.1.3 Види та способи протипожежного захисту висотних будівель у світовій практиці

Перша система протипожежного захисту, яка може бути використана у висотних будівлях, розроблена фахівцями інституту промислової безпеки в Німеччині. Це система "van seven", основний принцип дії якої полягає в утворенні семи великих бульбашок піни з кожної краплі води. Завдяки легкості вогнегасного складу значно збільшується дальність подачі (до 300 м по вертикалі). А ефективність використання спіненої води як вогнегасного

засобу зростає до 80%. Система всього за 62 секунди здатна повністю згасити літак, що лежить в калюжі гасу, що розгорівся, використовуючи при цьому тільки 440 л води і 2,5 л піноутворювача. Тобто у квартирі після гасіння пожежі в такий спосіб залишається лише трохи екологічно чистої піни, порівнянної з піною для гоління, та жодної води. Дана система пожежогасіння дає можливість виробництва та сухої піни для захисту об'єктів, які ще не охоплені полум'ям [8].

Існує всесвітньо відома шведська система "Кобра". Вона незамінна у разі, якщо двері до квартири зачинені, а господарів немає. Тут звичайні засоби пожежогасіння не ефективні. Основна відмінність системи – наявність спеціального пожежного пістолета, здатного подавати воду під великим тиском. Перша партія води поєднується зі спеціальним абразивним порошком і має здатність моментально прорізати отвір у будь-чому - у бетоні, дереві, залозі. Через кілька секунд в отвір, що утворився, піде потужний струмінь тонкорозпиленої води, дуже ефективної вогнегасної речовини.

В ОАЕ кількість висоток та хмарочосів у кілька разів перевищує аналогічні показники в інших країнах Близького Сходу. У зв'язку з цим екстрені служби змушені діяти у вкрай складних умовах, коли навіть незначна аварія водопостачання чи спалах можуть за лічені хвилини призвести до масштабних трагічних наслідків. Боротися з такими погрозами буде новий пожежний безпілотник, розроблений студентами еміратського ВНЗ.

За наявними даними, літальний апарат отримав назву «Безпілотник підтримки Сил цивільної оборони» та був представлений учнями Університету науки та технологій емірату Аджман на півночі ОАЕ. Пристрій має спеціальну систему автопілотування і може обходитися без допомоги людини. Завдяки навігаційному модулю, безпілотник може бути «прив'язаний» до точки або району на карті та здійснювати його патрулювання, передаючи відео картинку високого дозволу на мобільні пристрої екстрених служб, що приймають.

Відомий спосіб гасіння пожеж у висотних будинках із застосуванням

вертольота (патент США №5.135.055, МКІ А 62 С 27/00, опубл. 04.08.1992). Цей спосіб включає в себе заправку вертольота бортовим запасом рідкої вогнегасної речовини одного складу, підліт до висотної будівлі, маневр щодо будівлі на потрібній висоті, руйнування шибок у будівлі і подачу в віконні отвори, що утворилися горизонтально вогнегасної речовини.

До недоліків зазначеного способу можна віднести такі: у відомому способі здійснюється горизонтальна подача рідкої вогнегасної речовини лише одного складу. Подача вогнегасної речовини одного складу здійснюється за допомогою насосної системи гелікоптера, що призводить до втрати потужності гелікоптера. Крім того, у відомому способі подача вогнегасної речовини здійснюється у горизонтальній площині по вікнах будівель, що не може бути використане при гасінні пожеж у покрівельних спорудах будівель. Наявність у відомому способі рідкої вогнегасної речовини одного складу не дозволяє ефективно виконувати гасіння пожежі різної класифікації на одному об'єкті.

Нашими співвітчизниками розроблена унікальна система, принцип дії якої заснований на особливих властивостях води, які вона набуває внаслідок перегрівання. Температурно-активована вода (ТАВ) входить у метастабільний стан, коли в неї значно покращуються вогнегасні властивості без додавання будь-яких додаткових речовин. Це дає можливість не лише швидко гасити пожежі будь-якої складності, а й здійснювати пожежогасіння у замкнутих просторах. Система здатна не тільки швидко згасити пожежу, а й різко зменшити задимлення приміщень. Принцип роботи системи полягає в утворенні хмари максимально малих крапель ТАВ, здатної не тільки швидко впоратися з вогнем, але і зв'язати отруйні речовини, що знаходяться в диму. Отже виключити основний чинник пожежі, від якої гинуть люди. Такий спосіб гасіння не тільки дуже ефективний, а й екологічно безпечний, а також економічний.

1.2 Система протипожежного захисту ВБ

Система протипожежного захисту ВБ представлена рисунку 1.2.

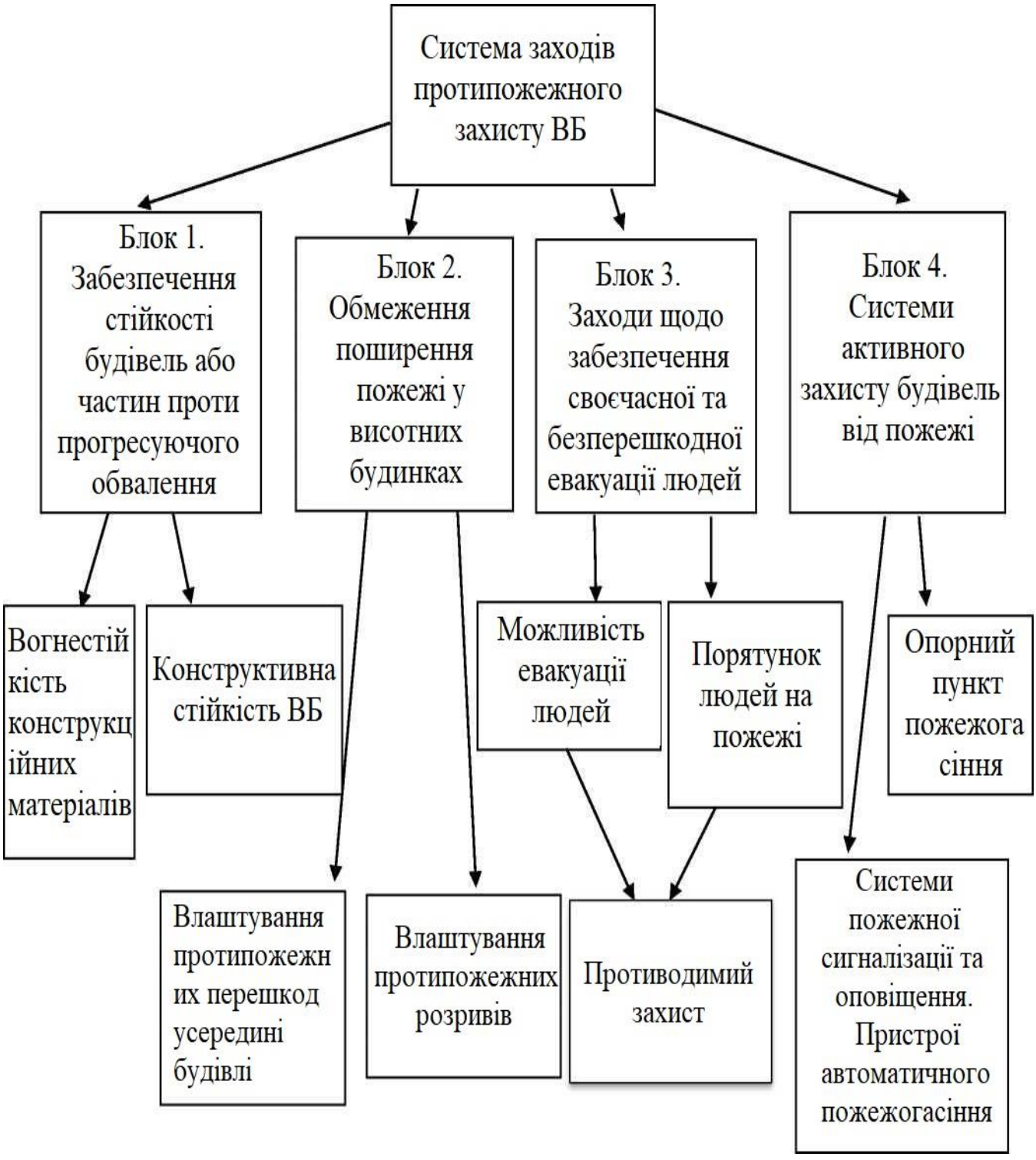


Рисунок 1.2 - Система протипожежного захисту ВБ

На підставі аналізу змісту ДБН В.1.2-7:2021 можна зробити висновок, що пожежний захист у будинках потребує особливої уваги. А система заходів протипожежного захисту має розвиватися за двома основними напрямками: пасивний та активний захист.

Пасивний захист спрямований на зусилля фахівців конструктивно-технологічних рішень, які дозволяють підвищити ступінь вогнестійкості висотних будівель, затримати розвиток пожежі та локалізувати її в межах пожежного відсіку (секції), забезпечити безпеку людей за рахунок їх своєчасної евакуації або укриття у спеціальних приміщеннях безпеки всередині будівлі [14].

Активний захист висотних будівель від пожеж заснований на розвитку засобів і способів боротьби з пожежею - від сталості вдосконалення АПС та АУПТ до пожежної техніки (висотні автодрабини та підйомники спеціалізовані рятувальні вертольоти тощо), а також тактики пожежних підрозділів. пожежної небезпеки висотних будівель за їх функціональному призначенню.

Таблиця 1.2- Класифікація пожежної небезпеки висотних будівель за функціональним призначенням [10]

	Готелі	Багатоквартирні житлові будинки	Виставкові зали	Організація громадського харчування	Офіси	Автостоянки
Категорія пожежної небезпеки	В	В	В	В	В	В
Max Висота (кількість поверхів), м	80	75	50	50	50	3 підземні поверхи
Ступінь вогнестійкості	Не нижче 3	1	1	1	1	1

1.3 Конструктивні матеріали висотних будівель

Важливим моментом при прийнятті конструктивних рішень щодо проектування висотних будівель, на наш погляд, є аналіз фізико-хімічних процесів, що відбуваються під час пожежі в бетоні, та зміна його механічних властивостей.

У початковій стадії пожежі при температурі до 200 °С міцність бетону при стисканні практично не змінюється; відбувається додаткова дегідратація клінкерних мінералів та підвищення міцності наповнювачів, що зміцнює структуру бетону. Якщо вологість бетону вище 3,5 %, то при вогневому впливі та температурі 250 °С можливе тендітне руйнування бетону. З підвищенням температури бетону до 350 °С внаслідок його висихання у ньому спостерігається утворення тріщин від температурної усадки. При температурах понад 350 °С у структурі бетону утворюється мікротріщини в решітці кристалізації цементного каменю. Після нагрівання бетону до температури вище 450 °С в охолодженому стані вільний оксид кальцію (вапно) цементного каменю гаситься вологою повітря; при цьому відбувається значне збільшення обсягу мінералу із порушенням структури бетону.

Температурне усадження цементного каменю при одночасному розширенні заповнювачів порушать зв'язки між ними і розриває цементний камінь на окремій частині. Охолодження бетону водою при пожежогасінні викликає додаткове руйнування структури у зовнішніх шарах бетону. При температурі вище 750 °З цементного каменю видаляється хімічно зв'язана вода, і структура бетону продовжує порушуватися через різниці температурних деформацій в'яжучого і заповнювачів [11].

При температурах нагріву арматури до 350 °С прогин залізобетонного елемента розвивається в основному за рахунок різниці температурного розширення металевої арматури і бетону біля поверхні, що нагрівається. Вищі температури вогневої дії пожежі викликають прогин за рахунок високотемпературної повзучості арматури. Після закінчення пожежі міцнісні

та пружно-пластичні властивості бетону не відновлюються, а в арматурі відбувається часткове відновлення міцності та повне відновлення пружності.

При розвитку пожежі захисний прошарок бетону оберігає арматуру від швидкого нагріву до критичної температури. Таким чином, підвищення межі вогнестійкості залізобетонних конструкцій до нормативних значень конкретної будівлі досягається за рахунок збільшення товщини захисного шару бетону, що призводить до значного обтяження конструкцій. Досягнення необхідних меж вогнестійкості можливе іншим шляхом застосуванням ефективних вогнезахисних покриттів, що спучуються.

У світовій практиці для будівництва висотних будівель застосовують високоміцний бетон і сталь. Причому збірні залізобетонні вироби знаходять обмежене застосування. У Україні для стінових систем використовують високорухливі та литі бетони класу за міцністю на стиск С30/37 і вище. Армування стінових конструкцій виконують арматурою класу А500С. У практиці висотного будівництва в Україні набула широкого поширення арматури класу Ат500С, яку застосовують для робочого армування як у розтягнутій, так і стислій зоні перерізу.

Стійки каркасних систем - колони, пілони та інші аналогічні елементи зводять із застосуванням так званого високоміцного (HSC - High Strength Concrete) та високоякісного бетону (HQC - High Quality Concrete), міцність на стиск якого досягає 100 МПа та більше. Це бетони із заданими властивостями, визначеними з умов технології виконання робіт та забезпечення вимог безпеки, у тому числі у разі пожежі. Наприклад, за допомогою нового бетону було збудовано міст, що з'єднує два береги протоки Акасі, довжина центрального прольоту 1990 м. Новий матеріал дозволив здійснити план будівництва тунелю під Ла-Манш, побудувати хмарочос у Чикаго, з 125 поверхів на висоті 610 м. Такі бетони були створені на початку 90-х років у Японії та інших промислово розвинених країн світу США, Швеції, Німеччини, Франції.

Використання нового високоякісного бетону дозволяє створювати

будівлі та споруди з високою надійністю навіть у складних умовах довкілля та ударних навантажень різних видів, а також значно скоротити загальний час будівництва.

В Україні сьогодні виробляється високоміцний бетон марки М600-М1200 та трохи вище. Матеріал має незначний період твердіння. Висока якість бетону українського виробництва характеризується високими характеристиками морозостійкості та водонепроникності, низьким ступенем водопоглинання, стирання, герметичністю, що дозволяє використовувати його як в індивідуальному будівництві, на капітальний ремонт міських квартир. У сучасних хмарочосах дуже рідко можна зустріти "чисто" сталеві або залізобетонні в традиційному розумінні (зі звичайним відсотком армування) конструкції.

При бетонуванні великих масивів, таких, як фундаменти висотних будівель, що мають об'єми до декількох тисяч кубометрів, вводять в бетони сповільнювачі схоплювання, які перешкоджають розігріву свіжоукладеного бетону за рахунок тепла, що виділяється при гідратації цементного каменю, тобто. застосовують литі бетонні суміші, що самоущільнюються, модифіковані хімічними добавками. Обмеження температури всередині масиву необхідно для виключення утворення температурно-усадкових тріщин, особливо в холодну пору року.

Для підвищення вогнестійкості високоміцного бетону, для якого характерно вибухове тендітне руйнування при високотемпературному нагріванні, до складу бетонної суміші вводять полімерний наповнювач. При нагріванні полімерні волокна плавляться і штучно створюють порізацію цементного каменю, що забезпечує можливість розширення водяної пари без відриву поверхневих ділянок бетону [13].

1.4 Конструктивні системи висотних будівель

Як конструкції ВБ - це система з міцних, жорстких елементів переважно

у вертикальному протязі, в яких перерозподіл сил, а саме фокусування та заземлення горизонтальних сил (міжповерхові та вітрові навантаження) здійснюється певною стійкістю по висоті Несучі системи, є структурами контролю висотних навантажень. типу несучої конструкції висотні споруди поділяються: на растрові висотні споруди, висотні споруди з оболонкою, ствольні висотні споруди, прогонові висотні споруди, їх ще називають мостові висотні споруди (рис. 1.3)

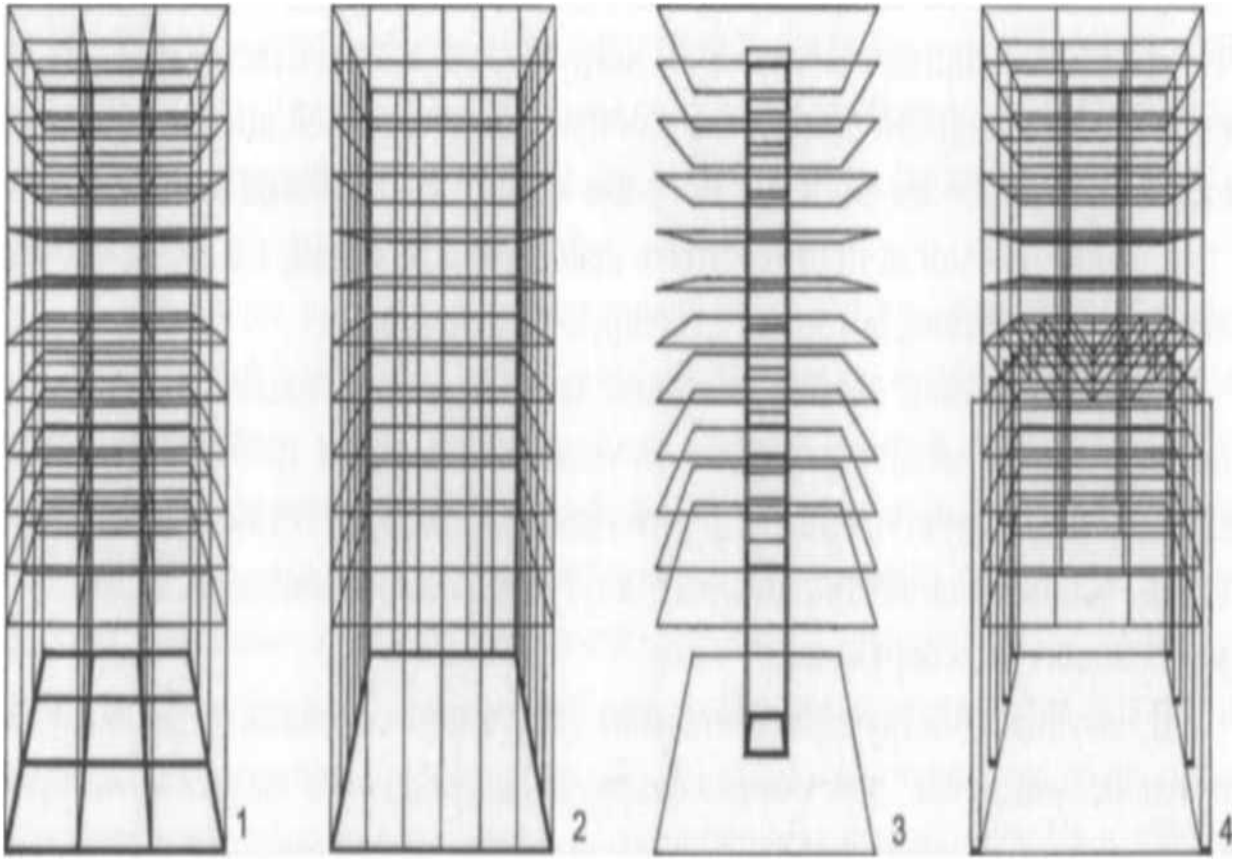


Рисунок 1.3 - Типи несучих конструкцій висотних споруд
1 - Растрові 2 - Оболонкові 3 - Стовбурні 4 - Мостові.

Конструкції несучих систем ВЗ визначаються висотою будівлі, вони також залежать від активності району будівництва, інженерно-геологічних умов, вітрових впливів, архітектурно планувальних вимог [1].

Висотні будівлі можна розділити на діапазони по висоті, кожному з

яких характерні свої конструктивні рішення. При цьому слід зауважити, що межі діапазонів певною мірою умовні через перелічені вище обставини.

Будівлі висотою до 200-250 м зводять з каркасом (рамний каркас, каркас з діафрагмами жорсткості). В основі будівництва житлових будинків та готелів лежить перехресно стінова система, яка забезпечує високу жорсткість будинкам висотою до 150 м.

В основі несучої системи будівель висотою понад 250 м лежать конструктивні системи: “труба у трубі” та “труба у фермі”. Ці системи мають центральний стовбур, що сприймає основну частку всіх навантажень, і розташовані по периметру будівлі несучі елементи у вигляді окремих стійок (колон), ґратчастих систем (ферм, складових стрижнів та ін.).

У зарубіжній практиці використовуються конструктивні системи ВБ у формі кола або фігур, близьких за формою до кола. Наприклад, будівлі Marina City в Чикаго (США), Petronas Towers в КуалаЛумпур (Малайзія), Taipei101 в Тайпей (Тайвань).

У міжнародній практиці конструктивних рішень перевага надається перерізам із щонайменше двома осями симетрії. Такі будівлі менш залежні від зміни напрямку дії горизонтальних навантажень. Для покращення стійкості до вітрових навантажень і зменшення амплітуди та частоти коливань верхніх частин будівлі зазвичай збільшують жорсткість несучої конструкції. Однак, у разі сейсмічних впливів такі споруди виявляються неспроможними ефективно поглинати енергію сейсмічних поштовхів, що призводить до значних переміщень і прискорень. У свою чергу зменшення поперечної жорсткості несучої системи призводить до збільшення гнучкості скелета, погіршенням комфортних умов на верхніх поверхах, що зазнають значних коливань.

У світовій практиці особливо високих будинках (до 300 м і більше) на верхніх поверхах влаштовують пасивні маятникові демпфери. Такий демпфер встановлений у вежі Taipei101. Він має вагу близько 800 т, підвішений за допомогою тросів на 92 поверсі і призначений для гасіння інерційних коливань.

Підвищення згинальної жорсткості несучого кістяка висотних будівель зі стовбуровими конструктивними системами та їх опірності дії динамічних горизонтальних впливів досягають введенням у каркас аутригерних структур. Включення аутригерних структур принципово змінює характер роботи каркаса і дозволяє регулювати його реакцію зовнішні впливу. Аутригери висотних будівель, що в конструктивному відношенні є розкосними або безрозкосними фермами, що розбивають будівлі на окремі функціональні та протипожежні відсіки.

Розрахунковий термін служби висотної будівлі становить не менше 100 років, за цей період кожен об'єкт мінімум один раз може зазнати впливу сейсмічних навантажень досить високої інтенсивності [1].

Оскільки опір висотного будинку сукупності вертикальних і горизонтальних навантажень залежить від форми вертикального перерізу і регулярності структури несучої системи. У цьому відношенні до оптимальних контурів наближаються трапеція з великою нижньою основою і прямокутник. Такі профілі мають достатню поперечну жорсткість.

1.5 Заходи щодо обмеження поширення пожежі у висотних будинках

1.5.1 Протипожежні перешкоди у висотних будинках

Протипожежні перешкоди - це технічні рішення, призначені для запобігання розповсюдженню пожежі та продуктів горіння з приміщення або пожежного відсіку з осередком пожежі до інших приміщень. Основними видами протипожежних перешкод є протипожежні стіни, перегородки, перекриття, клапани, зони і т.д. У поєднанні з іншими елементами системи протипожежного захисту висотних та інших будівель та споруд протипожежні перешкоди є надійним засобом підвищення безпеки людей та зниження матеріальних збитків при пожежах. Протипожежні стіни - вертикальні

перешкоди, що розділяють будівлю по всій висоті на пожежні відсіки, що забезпечують нерозповсюдження пожежі у суміжний пожежний відсік, у тому числі у разі обвалення конструкції будівлі з боку осередку пожежі. Забезпечення функціонального призначення протипожежних стін у разі обвалення конструкції з боку вогнища пожежі вирішується шляхом використання спеціальних способів спирання на протипожежну стіну конструкцій, що примикають.

У протипожежних перешкодах дозволяється облаштовувати отвори, за умови їх спеціального захисту, такого як протипожежні двері, люки, клапани чи вікна. Заповнення цих прорізів у вигляді дверей, люків і клапанів повинно мати пристрої для автоматичного закривання та ущільнення у місцях прилягання. Якщо такі елементи мають використовуватися у відкритому положенні, обов'язковим є обладнання їх системами, що забезпечують автоматичне закриття під час пожежі.

Для будівель висотою понад 16 поверхів встановлюються додаткові вимоги. Наприклад, максимальна площа поверху між протипожежними стінами для таких споруд у разі розташування готельних номерів або квартир не повинна перевищувати 3000 м², а для підземних поверхів – 4000 м². У підземній частині будівлі протипожежні стіни повинні мати межу вогнестійкості не менше REI150.

Протипожежні перекриття влаштовують у висотних будинках через необхідність обмежувати поширення пожежі по вертикалі будівлі. Багатоповерхові будинки слід розділяти протипожежними перекриттями по вертикалі на пожежні відсіки.

Висота такого відсіку не повинна перевищувати 30 поверхів, для житлових будівель – 50 м. Кордон самого нижнього пожежного відсіку висотного будинку визначається з урахуванням можливості доступу пожежних підрозділів з автодрабин і автопідйомників до будь-якої квартири відсіку [16].

Кожен пожежний відсік висотної будівлі відокремлюється від іншого протипожежним перекриттям, що має межу вогнестійкості REI 180. Надійною протипожежною перешкодою, що обмежує поширення пожежі у висотній будівлі по вертикалі, є перекриття технічного поверху. У цьому випадку наявність двох перекриттів технічного поверху є надійною перешкодою поширення пожежі між відсіками. Вогнестійкість таких перекриттів допускається щонайменше REI 90.

На межі вертикального протипожежного відсіку слід передбачати карнизи за контуром будівлі, що виступають за межі фасаду на 0,75 м-коду. Необхідно звернути увагу, що обмеження поширення пожежі по вертикалі пов'язане з наявністю сходових клітин, ліфтових шахт та інших шахт для прокладання різних комунікацій. У цьому випадку необхідно розробляти додаткові технічні рішення, що унеможливлюють поширення пожежі по вертикалі: зміщення осі сходових клітин та ліфтових шахт у різних відсіках, протидимний захист тощо [16].

1.5.2 Перешкоди у вигляді водяних завіс

При вирішенні ряду архітектурно-планувальних завдань під час проектування висотних будівель допускається замість протипожежних стін влаштовувати протипожежні перешкоди у вигляді водяних завіс. З цією метою може бути використана «дренчерна» система пожежогасіння. Це система трубопроводів для подачі вогнегасного складу, з спеціальними насадками - дренчерними зрошувачами. Роль протипожежної перешкоди у разі грають дві лінії розподільних трубопроводів з дренчерними зрошувачами. При виникненні пожежі відбувається включення дренчерної системи автоматично або вручну і, відповідно, закінчення вогнегасного складу двох паралельних площинах. У цьому випадку еквівалентом протипожежної перешкоди є водяні завіси, що утворюються, у двох площинах, розташованих один від одного на відстані 0,5 м і забезпечують інтенсивність зрошення не менше 1 л/с на 1 м

завіси при часі її роботи не менше 1 години [17].

1.5.3 Протипожежні розриви

Протипожежні розриви між будівлями є важливим компонентом системи пожежної безпеки. Їх основна функція – запобігати поширенню вогню з однієї будівлі на іншу, а також сприяти ефективному гасінню пожеж і забезпеченню безпеки людей та збереження майна. Ключовою характеристикою протипожежних розривів є відстань між будівлями, яка вимірюється в метрах.

Згідно з будівельними нормами та правилами, ця відстань визначається як відстань "у світлі" між зовнішніми стінами або іншими конструкціями будівель. Якщо будівлі мають виступаючі елементи завдовжки понад 1 м, виготовлені з горючих матеріалів, за основу береться відстань між цими елементами. Мінімально допустимі розміри протипожежних розривів встановлюються залежно від функціонального призначення, класу пожежної небезпеки та ступеня вогнестійкості об'єктів, що розташовані поруч [18].

1.6 Заходи щодо забезпечення своєчасної та безперешкодної евакуації людей при НС у висотних будинках

1.6.1 Евакуація людей із висотних будівель

Процес руху людей у будівлі можна поділити на два типи: нормальне та вимушене. До характерних особливостей вимушеного руху належить одночасність руху у бік виходів. Щільність людського потоку при цьому може значно перевищувати густину потоку при нормальному русі. У окремих випадках щільність людського потоку може за вимушеному русі досягати граничних значень, у яких можливі важкі каліцтва і навіть смертельний результат. Особливо небезпечним випадком вимушеного руху людей є рух

людей у разі паніки.

Евакуація є процес організованого самостійного руху людей назовні з приміщень, у яких є можливість на них небезпечних чинників пожежі. Відповідно до ДБН В.1.2-7:2021 евакуацією також слід вважати несамостійне переміщення людей, яке здійснюється обслуговуючим персоналом. Безпека евакуації людей із будівель при НС досягається шляхом забезпечення її своєчасності та безперешкодності за допомогою комплексу спеціальних заходів: об'ємно-планувальних, ергономічних, конструктивних, інженерно-технічних та організаційних.

За межами приміщень необхідно передбачити захист шляхів евакуації з умови безпечної евакуації людей з урахуванням функціональної пожежної небезпеки приміщень, що виходять на евакуаційний шлях, класу конструктивної пожежної небезпеки будівлі, чисельності евакуйованих, ступеня вогнестійкості будівлі з урахуванням інших заходів щодо захисту. Евакуаційні шляхи мають забезпечити евакуацію всіх людей, які перебувають у приміщеннях.

Безпека людини в приміщенні або будівлі під час пожежі залежить від часу, необхідного для того, щоб покинути зону дії небезпечних факторів пожежі. Тому тривалість і умови евакуації мають ключове значення та регламентуються спеціально розробленими нормами. Для забезпечення захисту людей на шляхах евакуації використовуються об’ємно-планувальні, конструктивні, інженерно-технічні та організаційні заходи. Серед основних таких заходів – протидимний захист будівель, зниження пожежної небезпеки будівельних матеріалів у приміщеннях і на шляхах евакуації, а також системи оповіщення про пожежу [19].

1.6.2 Порятунок людей під час пожежі

На відміну від евакуації, порятунок людей під час пожежі передбачає вимушене переміщення осіб з будівлі, коли вони вже піддаються впливу

небезпечних факторів пожежі або є безпосередня загроза такого впливу. Порятунок може здійснюватися самостійно, за допомогою пожежних підрозділів або спеціально підготовленого персоналу, з використанням рятувального обладнання через евакуаційні або аварійні виходи.

Аварійні виходи можуть включати:

- вихід на відкритий балкон або лоджію з глухим простінком не менше 1,2 м від торця до віконного отвору (або скляних дверей) чи не менше 1,6 м між скляними отворами, що виходять на балкон (лоджію);
- вихід на відкритий перехід шириною не менше 0,6 м, що сполучає сусідню секцію будівлі або пожежний відсік через пожежну зону;
- вихід на балкон або лоджію, обладнані зовнішніми сходами, які з'єднують балкони або лоджії між поверхами;
- вихід на покрівлю будівлі через вікно, двері чи люк.

Колективні рятувальні пристрої – це засоби, які дозволяють одночасно забезпечити порятунок групи людей під час пожежі. До них належать спеціально обладнані приміщення всередині будівлі, призначені для тимчасового перебування людей у випадках, коли евакуація через наявні евакуаційні шляхи та виходи стає неможливою. Якщо фасади будівель обладнані підйомними пристроями для ремонту та очищення, ці пристрої повинні бути адаптовані для використання пожежними службами, зокрема для порятунку людей.

На етапі проектування висотних будівель необхідно також оцінити можливість застосування гелікоптерів для евакуації.

Індивідуальні рятувальні пристрої забезпечують захист органів дихання від продуктів горіння. У надзвичайних ситуаціях ефективним засобом порятунку можуть бути засоби індивідуального захисту, такі як саморятівники.

1.6.3 Противодимий захист висотних будівель

Противодимий захист висотних будівель влаштовується для забезпечення евакуації людей до пожежобезпечних зон та сприяння успішному гасенню пожежі. Противодимий захист будівель підвищеної поверховості включає:

- систему димовидалення з коридорів та холів;
- будову незадимлюваних сходових клітин;
- систему підпору повітря в шахтах ліфтів.

Систему димовидалення під час пожежі слід передбачати:

- з коридорів чи холів усіх поверхів надземної частини будівель заввишки понад 16 поверхів;
- з приміщень підземних гаражів автостоянок.

Незадимлювані сходові клітини, відповідно до ДБН В.1.2-7:2021, поділяються на три типи: Н1 - влаштування входів на сходову клітину з кожного поверху через відкриту повітряну зону (лоджію, галерею тощо); Н2 - створення при пожежі підпору повітря в сходовій клітці; Н3 - створення при пожежі підпору повітря в тамбур-шлюза перед сходовою клітиною. Протипожежні ліфти – спеціально обладнані ліфти для використання пожежними підрозділами під час пожеж у будинках підвищеної поверховості. Слід передбачати не менше двох протипожежних ліфтів у пожежному відсіку будівель висотою понад 16 поверхів та не менше одного у пожежному відсіку будівель висотою 10-16 поверхів за наявності багатоповерхового підземного простору у два та більше поверхів.

1.7 Системи пожежної сигналізації та оповіщення

Влаштування систем пожежної сигналізації в будівлях регламентується спеціальними нормами. Відповідно до ДБН В.2.5-56:2014, житлові та громадські будинки висотою понад 26,5 м повинні бути обладнані

автоматичними установками пожежної сигналізації (АУПС) та автоматичними установками пожежогасіння (АУП), незалежно від їхньої площі.

Система пожежної сигналізації (УПС) складається з функціонально пов’язаних елементів: пожежних сповіщувачів, ліній зв’язку та станції пожежної сигналізації. Її основне завдання – виявлення пожежі на ранній стадії розвитку. Пожежні сповіщувачі є пристроями, що подають сигнал про виникнення пожежі. Автоматичні сповіщувачі реагують на фізичні параметри, які свідчать про розвиток пожежі, та перетворюють їх у електричні сигнали, які передаються до станції пожежної сигналізації (СПС). Там вони розшифровуються та перетворюються на світлові й звукові сигнали. Залежно від фізичного параметра, на який реагують сповіщувачі, вони поділяються на теплові, димові, світлові та комбіновані.

Засоби пожежогасіння призначені для локалізації вогнища горіння за допомогою вогнегасних речовин або створення умов, за яких горіння припиняється. Одним із найефективніших таких засобів є автоматичні установки пожежогасіння (АУП), які не лише гасять пожежу, а й виконують функцію автоматичної пожежної сигналізації.

Установки пожежогасіння класифікуються:

- на вигляд вогнегасної речовини;
- характеру на вогнище пожежі;
- способу пуску;
- інерційності;
- тривалості подачі засобів гасіння.

Системи водяного пожежогасіння використовуються для захисту різноманітних об'єктів, включаючи висотні житлові та громадські будівлі. Залежно від конструктивного виконання, водяні автоматичні установки пожежогасіння (АУП) поділяються на спринклерні та дренчерні [20].

Спринклерні установки водяного пожежогасіння (СУВП) призначені для використання у приміщеннях із середнім рівнем пожежної небезпеки.

Вони забезпечують локальне гасіння пожежі на певній площі. Дренчерні установки водяного пожежогасіння (ДУВП) використовуються для приміщень із високою пожежною небезпекою, де ефективність гасіння досягається лише за умови одночасного зрошення всієї захищеної площі. Окрім цього, дренчерні системи застосовуються для зрошення вертикальних поверхонь та створення водяних завіс, які можуть замінювати конструктивні протипожежні бар'єри, наприклад, у атріумах або ліхтарях.

У висотних будівлях, що перевищують 16 поверхів, системи внутрішнього протипожежного водопроводу та автоматичного пожежогасіння повинні бути розділеними.

Центральний пульт управління (ЦПУ) систем протипожежного захисту виконує функцію координації роботи всіх систем протипожежного захисту та забезпечує взаємодію служб, відповідальних за безпеку людей і ліквідацію пожежі. Його розташовують поблизу головного входу в будівлю або у приміщеннях першого чи цокольного поверху з безпосереднім виходом назовні [21].

Для проведення аварійно-рятувальних робіт з гасіння пожежі у висотних будинках головним завданням є розробка системи тактичних дій щодо гасіння пожеж та порятунку людей. Для них важливо було не тільки розробити таку систему, а й використовувати сучасні технології для боротьби з вогнем. Як об'єкт розглядається висотний житловий комплекс розташований у м. Одеса, на вул. Аркадійське плато, 5

РОЗДІЛ 2
СУЧАСНИЙ ВИСОТНИЙ ЖИТЛОВИЙ КОМПЛЕКС, ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

2.1 Адреса розташування об'єкта дослідження, його протипожежні характеристики

ЖК Unity Towers (Юніті Тауерс) складається з трьох 25 поверхових веж, які стоять на 2-х поверховому стилобаті. У стилобатній частині передбачено паркінг на 450 м/м. Затишний двір знаходиться під 24-годинною охороною. Перші поверхи цієї новобудови віддано під сучасні офіси та конференц-зали. З 2-го по 7-й поверх знаходиться апарт-готель, а самі житлові приміщення починаються з 8-го поверху. З вікон відкривається дивовижний вид на море. Особливої уваги удостоєні 24-й та 25-й поверх, де розташовані пентхауси з власними терасами та басейнами. У дворі з ландшафтним дизайном передбачені зони активного відпочинку, барбекю, спортивні майданчики та лаунж-зони. При цьому доступ машин у двір заборонено. Знаходиться комплекс за адресою Одеса на вул. Аркадійське плато, 5. План схема розташування об'єкта представлена на рисунку 2.1.

Найближча пожежна частина знаходиться на відстані близько 2,3 км, що забезпечить швидке прибуття пожежних підрозділів та локалізацію пожежі на ранній стадії.

Ступінь вогнестійкості будівлі – I, II.

Клас конструктивної пожежної небезпеки – С0, С1.

Кількість поверхів – 25.

Територія ділянки у межах проектування 3,38 га.

Кількість мешканців 1705 осіб.

Кількість працюючих в офісах 748 осіб.

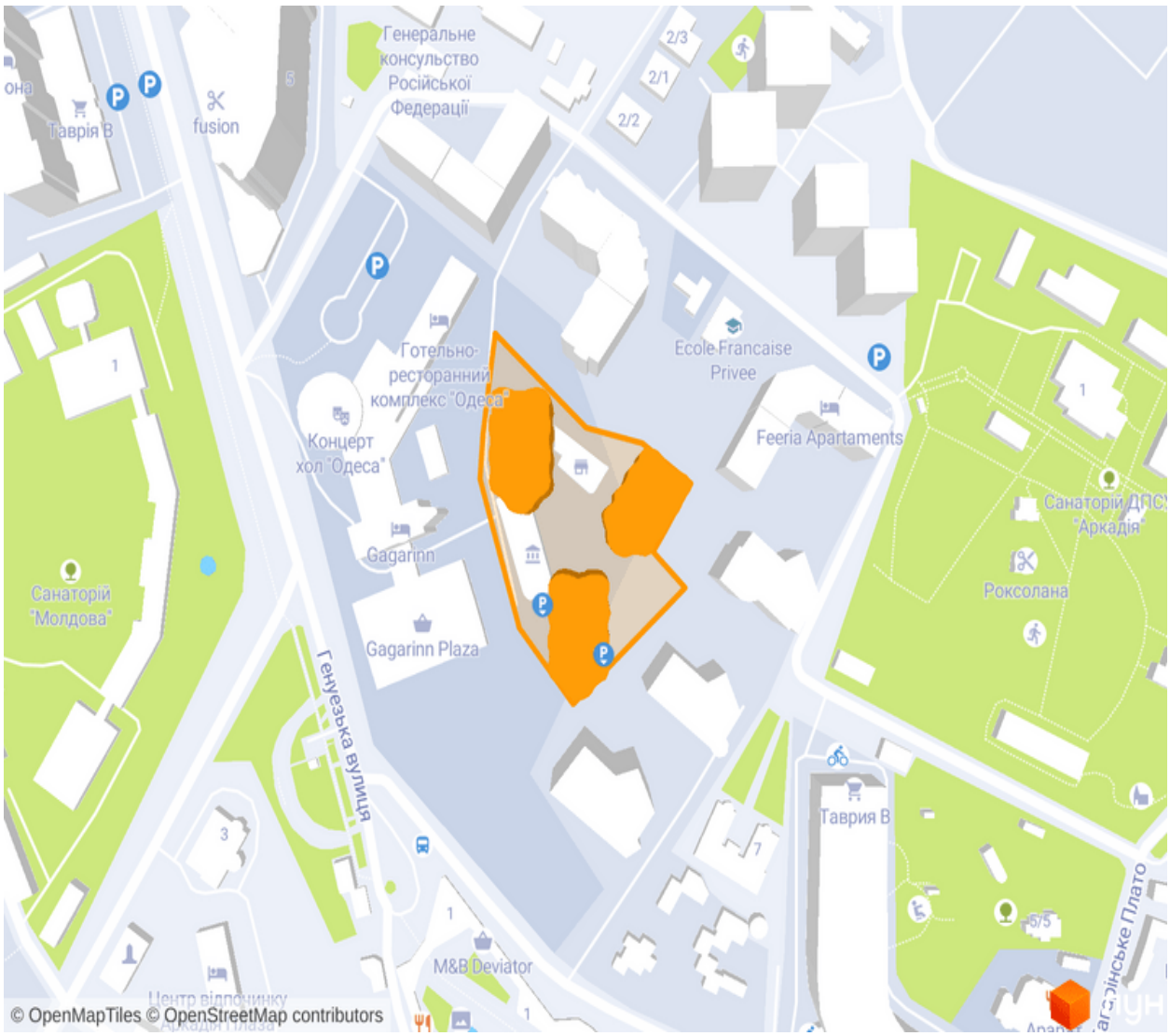


Рисунок 2.1 - План схема розташування об'єкта

Проектом передбачається наступні протипожежні заходи:

- Відстань від краю проїздів до стін будівлі прийнято 8 метрів;

- на майданчику прийнято ширину проїздів та доріг 5,5 метрів;

- навколо комплексу передбачено круговий доступ для пожежних машин;

- між проектованими та існуючими будинками передбачені протипожежні розриви;

- навколо комплексу передбачено кільцевий господарсько-протипожежний водопровід.

2.2 Архітектурно-будівельні рішення щодо забезпечення пожежної безпеки

Архітектурний вигляд висотного комплексу на вул. Аркадійське плато, 5 представлено на рисунку 2.2. Комплекс поділено на протипожежні відсіки, розділені протипожежними перешкодами. Для кожної 25-ти поверхової будівлі один із вантажних ліфтів у разі пожежі може використовуватись для перевезення пожежних підрозділів.



Рисунок 2.2 - ЖК Unity Towers на вул. Аркадійське плато, 5, м.Одеса

Необхідна вогнестійкість будівель та споруд забезпечується призначенням конструктивних елементів відповідного класу конструктивної небезпеки відповідно до даних ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель та споруд. Пожежна безпека». Огороджувальні конструкції стін ліфтів - залізобетон завтовшки 200 мм і мають межу вогнестійкості 2 години.

Для 25-ти поверхових будівель цього комплексу 15-ті поверхи запроектовані технічними з протипожежними залізобетонними козирками, що виступають на 750 мм, що є протипожежними відсіченнями. У будинках запроектовано необхідну кількість евакуаційних та аварійних виходів. Виходи розташовані зосереджено.

Ширина евакуаційних виходів з ліфтів прийнята з урахуванням безперешкодного виносу нош з людиною, що лежать на них. У житловій частині будинків запроектовані евакуаційні незадимлювані сходові клітини типу Н1, що мають вихід безпосередньо назовні, з переходом через повітряну зону з-за квартирних коридорів, які представлені на рисунку 2.3 [22].

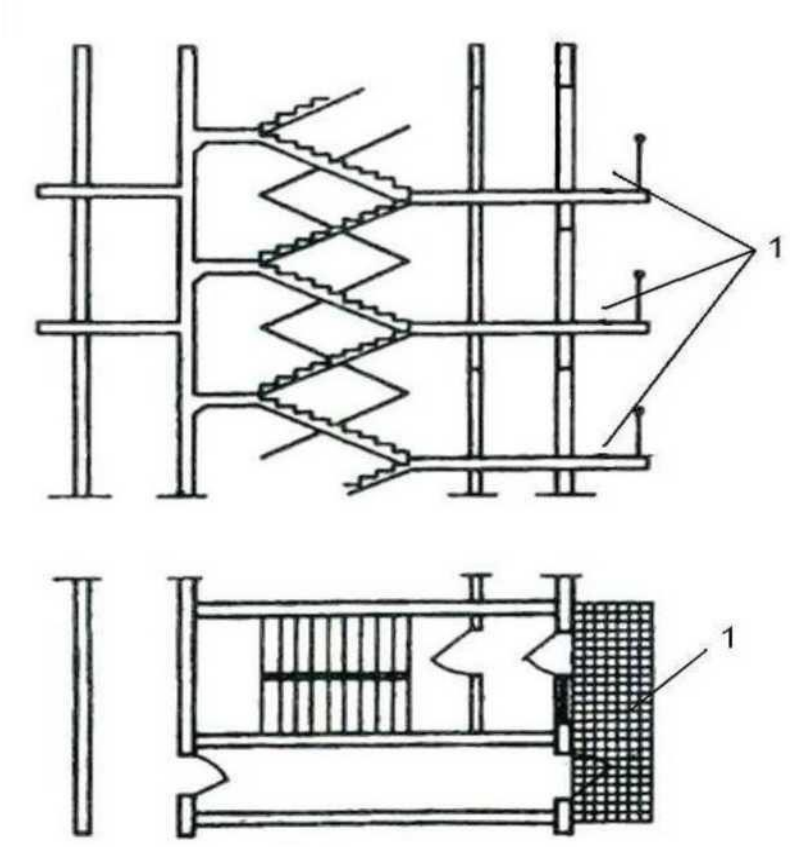


Рисунок 2.3 - Незадимна сходова клітка типу Н1 з повітряною зоною, лоджією.

Ширина переходу через повітряну зону не менше ніж 1,2м з висотою огородження 1,2м. Відстань між дверними отворами сходової клітки та найближчим вікном – не менше 2м. Ширина простінка між дверними отворами у зовнішній повітряній зоні не менше 1,2м. У кожній квартирі житлових будинків запроектовано вихід на балкон чи лоджію.

Цей вихід є аварійним та відповідає вимогам ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель та споруд. Пожежна безпека». У 25 поверхових житлових будинках один з ліфтів вантажопідйомністю 1000 кг забезпечує транспортування пожежних підрозділів відповідно до вимог НПБ 250. У верхню частину шахт ліфтів передбачено подачу зовнішнього повітря. Видалення диму з поверхових коридорів запроектовано через шахту із примусовою витяжкою.

2.3 Противодимий захист під час пожежі у житловому комплексі

Противодимий захист протидіє поширенню продуктів горіння в проходах та створює безпеку евакуації людей при виникненні пожежі.

Система протидимної вентиляції автономна для кожного пожежного відсіку.

Влаштування протидимної вентиляції передбачено:

- для коридорів понад 15 м без природного освітлення;

- з коридорів без природного освітлення житлових будівель, в яких відстань від дверей найбільш віддаленої квартири до виходу в тамбур, що веде в повітряну зону сходової клітки типу Н1, що не задимляється.

Для обмеження розповсюдження продуктів горіння під час пожежі на шляхах евакуації передбачена припливна протидимна вентиляція:

- передбачено підпір у тамбур - шлюзи перед ліфтами у підвальному поверсі;

- передбачено підпір у ліфтові шахти для транспортування пожежних підрозділів;

- передбачено підпір у ліфтові шахти в будинках з незадимлюваними сходовими клітинами типу Н1.

Припливні та витяжні установки розміщені в окремих приміщеннях, вигороджених протипожежними перегородками 1-го типу.

У разі пожежі запроектовано автоматичне відключення систем загальнообмінної вентиляції, включення систем протидимного захисту будівлі, відкриття клапанів димовидалення від сповіщувачів автоматичної системи пожежної сигналізації. Викид диму від вентиляторів димовидалення передбачений через повітропровід на 3 м від поверхні покрівлі.

Прийняте у проекті обладнання димовидалення має сертифікат пожежної безпеки.

2.4 Пожежногасіння житлового комплексу

Зовнішнє пожежогасіння будівель житлового комплексу передбачається з пожежних гідрантів, встановлених на кільцевій мережі, що проектується, водопроводу майданчика діаметром 500 м.

Витрата води на зовнішню пожежогасіння становить 40 л/сек. Для зовнішнього пожежогасіння на мережі передбачено 8 пожежних гідрантів.

Внутрішнє пожежогасіння житлових будівель прийнято роздільною системою протипожежного водопроводу:

- з двома висотними зонами для 25 поверхових житлових будинків;
- з однією зоною для 17 поверхових житлових будинків.

Пожежногасіння кожної зони передбачається власною групою пожежних насосів.

Для забезпечення необхідних при пожежі витрати та напору для 1 зони житлових будинків прийнято насоси марки К80-50-250аП (один робітник, один резервний) з напором 74 м потужністю кожного насоса 15 кВт. Для 2 зони 25-поверхових житлових будинків прийнято насоси марки ЦВК 4/112 (один робочий, один резервний) з напором 92 м, потужністю кожного насоса

22 кВт. Увімкнення насосів ручне, дистанційне (від кнопок у пожежних кранів) та автоматичне (при спрацьовуванні пожежної сигналізації або водосигнального клапана).

Після пожежних насосів встановлюються регулятори, що підтримують тиск після себе для першої зони 71 м, для другої 97 м. Пожежні крани в будівлі розміщені з розрахунку зрошення кожної точки приміщень трьома струменями продуктивністю 2,5 л/с.

Над вхідними дверима квартир 26-поверхових житлових будинків передбачено встановлення спринклерних зрошувачів, підключених до стояків внутрішнього протипожежного водопроводу відповідної зони. При пожежі вода в спринклер надходить із напірного гідробака, об'ємом 750 л, встановленого в проміжному та верхньому технічному поверсі, одночасно подається сигнал від водосигнального клапана для включення пожежних насосів.

Протипожежний водопровід має два виведені назовні пожежні патрубки із сполучною головкою діаметром 80 мм для приєднання рукавів пожежних машин.

У 25-поверхових житлових будинків по балконах при незадимлюваній сходовій клітці передбачені сухотруби з двома пожежними кранами на кожному поверсі, обладнані на рівні 1 поверху патрубками для підключення пожежних автомобілів.

2.5 Розрахунок сил та засобів для ліквідації пожежі у житловому комплексі

2.5.1 Варіант гасіння пожежі у квартирі на 20м поверсі

Внаслідок порушення правил експлуатації електропобутових приладів сталося спалах у квартирі, яка знаходиться на 20-му поверсі багатоповерхового житлового комплексу.

Вихідні дані для житлового будинку I ступеня вогнестійкість:

- лінійна швидкість поширення горіння $V_л$ = 0,8 м / хв;

- шнтенсивність подачі вогнегасної речовини $I_{тр}$ = 0,03 л/с * м^2.

Визначаємо час вільного розвитку пожежі на момент прибуття протипожежних підрозділів [23]:

$$Т_{віл} = Т_{пп} + Т_{зб} + Т_{пр} + Т_{б.р.} \quad (2.1)$$

де Тпп- час до повідомлення про пожежу (за відсутності АПС на об'єкті = 10 хв)

$Т_{зб}$ - час збору особового складу тривоги = 1 хв

$Т_{пр}$ - час прямування, хв

$$Т_{пр} = L*60/45 = 3 \text{ хв}; \quad (2.2)$$

$Т_{б.р.}$ - час бойового розгортання (за нормативами ПСП 3 хв-для літнього періоду, 6-8 хв-для зимового періоду)

$Т_{св} = 10 + 1 + 3 + 3 = 17$ хвилин

Визначаємо шлях, пройдений вогнем на 17-й хвилині:

$$L_п = 5 * V_л + (Т_{св} - 10) * V_л \quad (2.3)$$

$$L_п = 5 * 0,8 + 7 * 0,8 = 9,6 \text{ м}$$

Визначаємо площу пожежі на 17-й хвилині:

На 17-й хвилині пожежа набуває прямокутної форми, вся площа квартири охоплена вогнем, що виходить у дверний отвір.

$$S_п = na * 0,5V_л Т_{св} \quad (2.4)$$

де а – ширина квартири;

n – кількість напрямків поширення пожежі.

$$S_п = 2 * 9 * 0,5 * 0,8 * 17 = 115,6 \text{ м}^2;$$

Для гасіння пожежі будемо застосовувати стовбури РСК-70 (глибина гасіння 5 метрів) [23]:

$$S_T = nah; \quad (2.5)$$

$$S_T = 2 * 9 * 5 = 90 \text{ м}^2$$

Визначаємо необхідну кількість стволів РСК-70 гасіння пожежі:

$$N_{СТВ} = \frac{S_T}{S_{СТ}}; \quad (2.6)$$

де $S_{СТ}$-площа гасіння одним стволом.

$N_{СТВ}$ = 115.6/70 = 2 ствол РСК — 70.

З тактичних міркувань приймаємо на захист 11 стволів «РСК-50»:

- 1 ствол «РСК-50» 1 ланка ГДЗС – на захист суміжних приміщень 20-го поверху;

- 10 стволів «РСК-50» 10 ланок ГДЗС - на захист поверхів, що лежать вище;

Виходячи з можливостей першого підрозділу, що прибув, до 17-ої хвилини на гасіння подається 2 стволи РСК-70 по фронту пожежі [23].

Визначаємо фактичну витрату води на гасіння пожежі, л/с:

$$Q_ф = Q_{тств} * N_{СТВ} + Q_{зств} * N_{СТВ}$$

$$Q_ф = 3,5 * 2 + 10,5 * 3 = 35 \text{ л/с}$$

Визначаємо потрібну кількість пожежних машин з урахуванням використання насосів на повну потужність.

$$N_м = \frac{Q_ф}{Q_н} \quad (2.8)$$

$$N_м = 122,6 / 16,3 = 8 \text{ машин}$$

Визначаємо необхідну чисельність особового складу

$$N_{л/с} = N_{тств} * 3 + N_{зств} * 3 + N_{пб} + N_{роз} \quad (2.9)$$

$$N_{л/с} = 3 * 3 + 4 * 3 + 9 + 6 = 34 \text{ люд.}$$

(3 ланоки ГДЗС для гасіння пожежі та захисту приміщень, та 11 ланок ГДЗС для перевірки приміщень).

Визначаємо кількість рукавів у магістральній лінії від ПГ-1 до будівлі:

$$n = 1{,}2 * \frac{L}{20}; \quad (2.10)$$

де L – відстань від ПГ до будівлі, м.

$$n = 1{,}2 * \frac{60}{20} = 3 \text{ шт}$$

Визначаємо втрату натиску в магістральній лінії:

$$H_1 = n_1 * S_1 * Q_1; \quad (2.11)$$

де S_1 – опір рукава діаметром 77 мм.

Q_1-витрата води, л/с.

$H_1 = 1$ х 0,015 х 142 = 2,13 м вод. сТ.

Визначаємо необхідну кількість рукавів для магістральної лінії, що проходить від основи до 16 поверху:

$$N = n_{пов} * \frac{h_{пов}}{16}; \quad (2.12)$$

де $n_{пов}$ - поверх, який подається розгалуження;

$h_{пов}$ – висота поверху, м.

$$N = 16 * \frac{3}{16} = 3 \text{ шт}$$

Визначаємо втрати напору у вертикальній магістральній лінії:

$$H_2 = n_2 * S_2 * Q_2; \quad (2.13)$$

$$H_2 = 2 * 0{,}015 * 142 = 4{,}26 \text{ м. вод. ст}$$

Визначаємо висоту підйому стовбурів:

$$Z_{СТВ} = N_{ПОВ} * H_{ПОВ}; \quad (2.14)$$

$$Z_{СТВ} = 16 * 3 = 48 \text{ м}$$

Визначаємо втрати натиску в робочих лініях:

$$H_3 = n_3 \text{ X } S_3 \text{ X } Q_2; \quad (2.15)$$

де S_3 – опір одного рукава діаметром 51 мм ;

n_3 - кількість рукавів у робочій лінії, шт.

Q - витрата води, що йде по одній робочій лінії, л/с

$H_3 = 2 * 0{,}15 * 3{,}5 = 1{,}05$ м. вод. ст

Визначаємо необхідний напір на насосі пожежного автомобіля:

$$H_{нас} = H_1 + H_2 + H_з + Z_{СТВ} + H_{СТВ} \quad (16)$$

$H_{нас} = 2{,}13 + 4{,}26 + 1{,}05 + 60 + 10{,}2 = 77{,}64$ м. вод. ст.

Отже, для забезпечення потрібного натиску при подачі води на 16 поверх, необхідно подавати воду в перекачування від автомобіля, встановленого на вододжерело до іншого розміщеного поблизу будинку, але не далі ніж 20 м. Схема подачі вогнегасного засобу представлена рисунку 2.4.

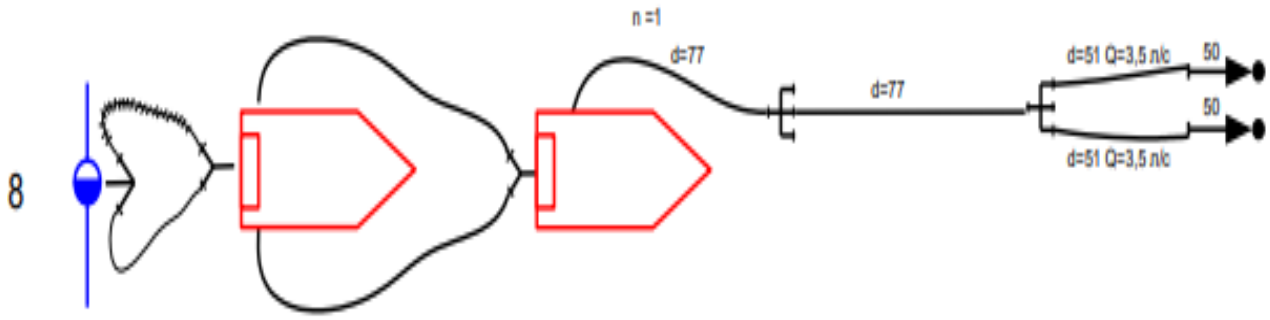


Рисунок 2.4 – Схема подачі вогнегасного засобу

Результати розрахунку подані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Результати розрахунку гасіння пожежі в житловому комплексі

Параметр	Значення
Час вільного розвитку пожежі, хв.	17
Шлях, пройдений вогнем до 17-ї хвилини, м.	9,6
Площа пожежі, м^2	115,2
Витрата води на гасіння одного ствола, л/с.	5,7
Кількість стволів РСК 70 на захист, шт.	11
Кількість стволів РСК 70 на гасіння, шт.	3
Фактичний витрата води, л/с.	35
Втрата напору, м.вод.ст.	2,13
Напір на насосі пожежного автомобіля, м.вод.ст.	77,64
Висота підйому стволів,м.	48

З результатів розрахунку та тактичних міркувань було складено план схема гасіння пожежі, яка представлена на рисунку 2.5.

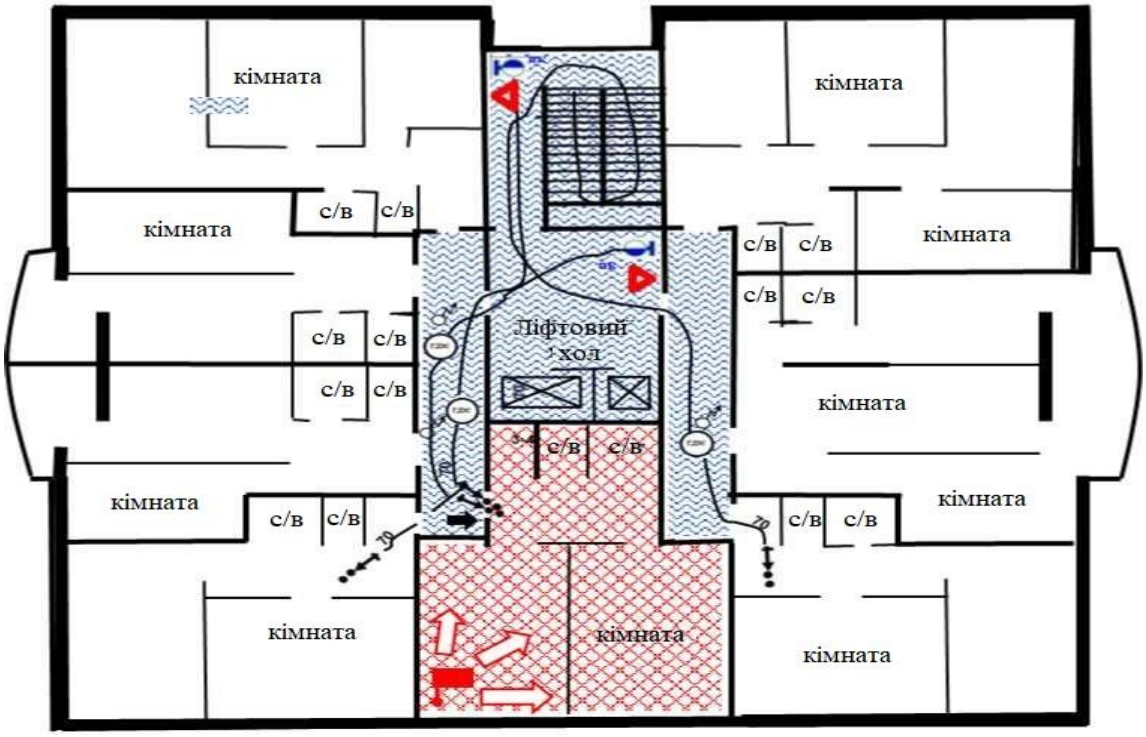


Рисунок 2.5 - План-схема гасіння пожежі

2.5.2 Розрахунок часу евакуації

У висотному житловому комплексі розташованому у місті Одеса перебуватиме та обслуговуватиметься близько 2500 осіб, з них близько 120 осіб – працівники.

Евакуаційними виходами з комплексу є основні та запасні виходи, які розташовані на першому поверсі. (6 шт.)

Нагромадження людей можливе на всіх поверхах будівлі, що не дозволяє людям негайно залишити будинок самостійно у разі виникнення пожежі.

При виконанні евакуаційних та рятувальних робіт співробітниками пожежної охорони необхідно буде встановити зв'язок з адміністрацією установи та визначити можливість використання внутрішніх засобів зв'язку для керівництва евакуацією та запобігання паніці. Залучити обслуговуючий персонал до евакуації людей згідно з планом евакуації. Додатково залучити спеціальну техніку, що знаходиться на озброєнні в гарнізоні, для евакуації та порятунку людей, які знаходяться у верхніх поверхах будівлі.

При проведенні рятувальних робіт за допомогою спеціальної техніки її може бути недостатньо. Тому пожежним підрозділам необхідно використовувати рятувальні засоби, що є на озброєнні, а саме: рятувальні мотузки, канатно-спускові пристрої, натяжні рятувальні полотна, пневматичні стрибкові рятувальні пристрої. Для того, щоб при використанні цих засобів порятунку забезпечити всі правила їх експлуатації та техніку безпеки, необхідна значна кількість особового складу. Для цього рекомендується оголосити збирання спеціалізованої групи, або, за особливої необхідності, збирання всього особового складу.

Керівник гасіння пожежі зобов'язаний у найкоротший термін організувати та провести евакуацію людей з будівлі, а також вжити заходів щодо запобігання паніці. Якщо після прибуття на пожежу евакуація людей проходить спокійно, то РТП вживає заходів для повного їх видалення з будівлі,

залучаючи для цього обслуговуючий персонал. Основні сили та засоби підрозділів у цих випадках використовують для рятування людей із задимлених приміщень та гасіння пожежі.

Якщо на пожежі немає небезпеки людям і до моменту прибуття пожежних підрозділів евакуація їх не почалася, то основні сили та засоби направляють для швидкої ліквідації пожежі та вживають запобіжних заходів, щоб не допустити виникнення паніки.

Якщо для людей, що знаходяться в будівлі, створилася реальна загроза від вогню і диму, і шляхи евакуації відрізані, то РТП вводить всі сили та засоби для захисту шляхів евакуації та проведення рятувальних робіт. Насамперед евакуюють людей із тих місць, де можливе швидке поширення продуктів згоряння та різке підвищення температури.

Якщо серед людей з'явилися ознаки паніки, то РТП усі зусилля підрозділів спрямовує в організацію чіткої їх евакуації. При цьому особовий склад підрозділів розосереджують шляхом евакуації для організації спокійного виходу людей. Найбільш досвідчених працівників пожежної охорони направляють для припинення паніки. Для цього застосовують гучний зв'язок, а також подають стволи на гасіння видимих для людей осередків горіння. Водночас РТП разом із групами пожежників оглядає задимлені приміщення та інші місця, де можуть перебувати люди, які знепритомніли.

Порятунок людей на пожежах із будівель різних за своїми конструктивними особливостями будівлі є головним завданням підрозділів пожежної охорони. Найчастіше рятувальні роботи доводиться проводити з використанням автодрабин, колінчастих витягів, ручних пожежних сходів та рятувальних мотузок, передбачивши виведення та винесення людей по сходових клітках.

Визначаємо час руху пожежних сходовими клітинами будівлі:

$$T_{дв} = 18,2 * N_{пов} - 7,9 \quad (2.17)$$

де $N_{пов}$ - поверх, на який здійснюється підйом;

$T_{дв} = 18,2 * 26 - 7,9 = 465,3 = 7,7$ хв. без (ЗІЗОД)

де $N_{пов}$ – поверх, на який здійснюється

$T_{дв} = 23 * 26\text{-}6 = 9,8$ хв. в (ЗІЗОД);

Визначаємо час підйому на поверхи будівлі ланки ГДЗС без включення до ЗІЗОДу:

$$T_{під} = 50 + 18*N_{пов}; \quad (2.18)$$

$$T_{під} = 50 + 18 * 26 = 518 = 8,6 \text{ хв.}$$

Визначаємо час підйому на поверхи будівлі ланки ГДЗЗ із включенням до ЗІЗОДу:

$$T_{під} = 35,4 * 26 + 88; \quad (2.19)$$

$$T_{під} = 35,4*26 + 88= 1008,4 = 16,8 \text{ хв.}$$

Визначаємо час спуску одного будинку, що рятується зі сходової клітки, ланкою ГДЗС без включення до ЗІЗОДу:

$$T_{спк} = 58 * N_{пов} + 45;(\quad 2.20)$$

$$T_{спк} = 58 * 26 + 45 = 1553 = 25,8 \text{ хв.}$$

Визначаємо час спуску групи людей у протигазах ланкою ГДЗС:

$$T_{спк} = 20 * N_{пов} + 27; \quad (2.21)$$

$$T_{спк} = 20 * 26 + 27 = 547 = 9,1 \text{ хв.}$$

При пожежах у висотних будинках велику загрозу та утруднення робіт рятувальників становить велика кількість диму, визначити поширення якого практично неможливо. У разі пожежі на 16 поверсі задимленими можуть бути поверхи до перших. При цих розрахунках приймаємо, що рятувати людей доведеться і з нижніх поверхів.

Визначаємо тривалість рятування людей за допомогою АД-30:

$$T_{сп} = 247 + 21 * N_{пов} * N_{сп}; \quad (2.22)$$

де $N_{пов} = 10$; $N_{сп} = 5$

$T_{сп} = 247 + 21 * 21 * 5 = 1297 = 21{,}1$ хв.

Визначаємо загальну тривалість рятування людей за допомогою АКП-45:

$$T_{сп} = 203 + 64{,}2 * N_{пов} * N_{сп} \quad (2.23)$$

де $N_{пов} = 15$; $N_{сп} = 5$

$T_{сп} = 203 + 64{,}2 * 15 * 5 = 5018 = 83{,}3$ хв;

Визначаємо загальну тривалість рятування однієї людини за допомогою рятувального рукава:

$$T_{сп} = 30 + 0{,}8 * N_{пов} = 42 = 0{,}7 \text{ хв}; \quad (2.24)$$

де $N_{пов} = 15$

$T_{сп} = 30 + 0{,}8 * 15 = 42 = 0{,}7$ хв

Таким чином, за допомогою даних розрахунків можна визначити час, який потрібно на порятунок різними способами певної кількості людей. Керуючись даними розрахунками, можливо визначити приблизний час, витрачений на рятувальні роботи та кількість сил та засобів, необхідних для проведення робіт.

У цьому розрахунку ми визначили приблизний час порятунку людей у різний спосіб, таким чином, ми можемо порівняти, який спосіб може бути найбільш ефективним для застосування, не забуваючи про раціональність застосування способів, які використовуються співробітниками пожежної охорони при порятунку людей. При застосуванні того чи іншого способу необхідно виходити з ситуації, що склалася на пожежі, конструктивних особливостях будівлі і безумовно від кількості сил і засобів, якими мають пожежні підрозділи.

РОЗДІЛ 3
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЖЕЖОГАСІННЯ У ВИСОТНИХ БУДИНКАХ

3.1 Сучасні технічні розробки, що використовуються для гасіння пожежі у висотних будинках

Виробництво висотних автодрабин (з висотою підйому стріли 42 і 55 м) з використанням компонентів, розроблених у Німеччині фірмою Magirus). Ці автодрабини встановлені на шасі Volvo. Використання висотно-рятувальних автомобілів характеризується не тільки збільшенням висоти підйому стріл, яка досягла 60 м на автодрабинах і 112 м на телескопічних підйомниках, а й додатковими функціями. Наприклад, підвищенням вантажопідйомності їх рятувальних колисок (450 кг на АД та 630 кг на АПК) А також намітилася тенденція збільшення бойового розрахунку на АЛ до 6 осіб.



Рисунок 3.1 – Автодрабина на шасі Volvo

Новинкою є мультифункціональні ПА (пожежні автомобілі), які не тільки виконують функцію гасіння, а й аварійно-аварійно-рятувальні роботи, а також рятування з висоти, причому деякі ПА оснащені медичним модулем для надання першої допомоги, що постраждав на пожежі.



Рисунок 3.2 - Автомобіль пожежний першої допомоги АПД-0,5-1,6 (60С15D)-512І

Автомобіль пожежний першої допомоги АПД-0,5-1,6 (60С15D)-512І призначений для гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та слугує для доставки до місця пожежі бойового розрахунку, пожежно-технічного обладнання, засобів пожежегасіння, аварійно-рятувального обладнання; подачі на місце пожежі води і повітряно-механічної піни, проведення аварійно-рятувальних робіт.[27]

Створено автомобіль, що поєднує функції насосної станції та рукавного пожежного автомобіля. Він призначений для використання під час гасіння великих пожеж, а також при ситуаціях природного та техногенного характеру.

Не менш досконалим є технічне рішення подачі вогнегасного засобу і його розподіл у приміщеннях, що захищаються, висотного будинку здійснюють з розташованої на даху або на вищележачому щодо захищених приміщень поверсі ємності При цьому використовується гідростатичний напір стовпа вогнегасного складу. вертикального магістрального трубопроводу та розташованих переважно горизонтально трубопроводів, що йдуть в приміщення, що захищаються. Ємність для зберігання вогнегасного засобу і трубопровід для його подачі в приміщення, що захищаються виконують сполученими з системами господарсько-побутового водопостачання та каналізації висотної будівлі. додаткового тиску вогнегасного складу у трубопроводі, наприклад у вигляді приєднаних до ємності для води та трубопроводу подачі вогнегасного засобу пожежних насосів.

Сучасним технічним рішенням для гасіння пожежі у висотній будівлі є також подача води через так звані "сухотруби". Тобто, по всій будівлі прокладають систему порожніх труб. Якщо починається пожежа, цими трубами за допомогою гідрантів пожежники подають воду до місця займання.

Використання води при гасінні пожеж має один суттєвий недолік, який останніми роками все частіше викликає претензії до пожежників – великі протоки води. Важливо відзначити, що більшість сучасних технічних засобів пожежної охорони дозволяють використовувати безпосередньо на гасіння вогнища пожежі лише 5-10% води. Фактично 90-95% води при цьому можна вважати зайво пролитою, шкода від якої набагато більша, ніж від пожежі. В даний час зарубіжними та вітчизняними розробниками створені установки, що дозволяють на пожежних автомобілях використовувати насоси високого тиску, що дозволяють отримувати струмені дрібного розпилу, які називають струменями тонкорозпорошеної води (ТРВ).

Дедалі більше пожежних автоцистерн вітчизняного виробництва

оснащуються насосами високого тиску моделей НЦПВ-4/400, НЦПВ-20/200 чи НЦПК-40/100-4/400. Розроблено та виробляються пожежні автомобілі першої допомоги, успіх використання яких повністю залежить від застосування при гасінні пожежі ТРВ, оскільки ці автомобілі вивозять лише 500-800 л води. При встановленні насосів високого тиску струменя ТРВ отримують при використанні спеціальних стволів СРВД-2/300, що поставляються в комплекті з котушками рукавних моделей СРВДК-2/400-60 і СРВДК-2/400-90.

Застосування ТРВ дозволило скоротити витрати води на гасіння пожежі, зменшити кількість зайво пролитої води. Однак при використанні ТРВ є такі недоліки:

- можливість засмічення проточних частин стволів для подачі ТРВ;

- швидке промерзання технічних засобів для подачі ТРВ при негативних температурах, особливо при короткочасному перекритті стволів;

- необхідність розташування позицій ствольників поблизу місця горіння через обмежену дальність струменя води. Рукавні лінії для подачі ТРВ мають обмежену довжину 60-90 м. Це пов'язано з великими опорами гідравлічними рукавів, що мають діаметр до 25 мм;

- Забезпечення великої швидкості струменя для подачі ТРВ (від 100 до 200 м/с) через малий розмір крапель призводить до інтенсивної подачі в осередок пожежі повітря, що інжектується струменем. Внаслідок цього при недостатній інтенсивності або подачі вогнегасної речовини повз осередок пожежі може статися не гасіння пожежі, а збільшення інтенсивності горіння [28].

При гасінні ТРВ не утворюється стійкого, всепроникаючого, що забезпечує об'ємне пожежогасіння «водяного туману» (використовується також термін об'ємно-локальне пожежогасіння). Краплі струменя ТРВ, отримані за рахунок механічного дроблення води, швидко зливаються, утворюючи більші краплі, або осідають; при попаданні на стіни або інші перешкоди стікають по них, при цьому не утворюється водяний туман з

необхідною для припинення горіння концентрацією. За даними експериментів, навіть при розмірі крапель ТРВ, отриманих за рахунок механічного дроблення води, менше 30 мкм (краплі води з такими діаметрами витають у повітрі) не вдається забезпечити стійкий водяний туман.

Необхідно відзначити, що для отримання «водяного туману» у зарубіжних та вітчизняних установках використовуються або великий тиск (наприклад, у пожежному автомобілі «Гюрза» та установці «Кобра» використовується тиск 300-400 атм), або газодинамічний спосіб дроблення крапель та хімічно підготовлена вода , очищена від механічних домішок та розчинних у воді солей або спеціально сконструйовані розпилювачі.

Але навіть при використанні спеціально підготовленої води (фактично дистильованої) розпилювачі установок високого тиску мають дуже малі площі перерізів проточних каналів і тому схильні до засмічення або замерзання взимку

Новий термін ТАВ пропонується використовувати для води, отриманої в установці, де вода набуває унікальних властивостей, аналогічних тим, які в природі вода набуває в порових породах при високих температурах і тисках Сутність розробленого способу отримання унікальних властивостей ТАВ полягає в тому, що прісна вода внаслідок її нагрівання у спеціальному теплообміннику при певному поєднанні температури (понад 165 °С) та тиску (понад 1,6 МПа) змінює свої властивості. Після повернення до звичайних атмосферних умов така вода знаходиться деякий час в особливому, так званому метастабільному стані, що проявляється в підвищеній розчиняючій здатності карбонатів, сульфатів, силікатів та інших сполук, у здатності тривало утримувати у своєму складі аномальну кількість розчиненого. речовини (більше в 300-500 разів) та значно підвищувати кислотність[29].

У розробленій пожежній техніці отримання ТАВ зводиться до подачі води під великим тиском (від 1,6 до 10,0 МПа) прямоточний водотрубний теплообмінник. У теплообміннику вода спочатку нагрівається до температури 160-280 °С (таку воду прийнято називати недогрітою, оскільки температура

рідини менша за температуру насичення при заданому тиску), потім недогріта вода по рукавних лініях або металевих трубопроводах подається до стволів-розпилювачів, де вона за лічені частки секунди перетворюється на метастабільний стан. В результаті подальшого вибухового закипання утворюються струмені ТАВ з розміром крапель від 0,1 до 10 мкм, які за своїми властивостями близькі до теплих туманів та хмар. Таким чином, ТАВ - паропельна суміш, отримана в результаті миттєвого переходу недогрітої води в область метастабільного стану та подальшого вибухового закипання [30].

3.2 Використання сучасної системи гідроабразивного різання «Кобра» для гасіння пожежі у житловому комплексі

Всесвітньо відома шведська система "Кобра" використовується більш ніж у 30 країнах світу. Технічна характеристика цієї системи представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика системи «Кобра»

Параметр	Значення
Робочий тиск, атм	280-300
Витрата води, л/хв	56-60
Витрата абразиву прирізці, кг/хв	4,2
Об'єм ємності абразиву, л	10 (20)
Довжина рукава котушки, м	80
Стовбур-різак діаметр, мм Габарити, мм	2,3 1320х100х4
Швидкість різання	таль 2мм - 34 см/хв Сталь 12 мм-5см/хв
Час проникнення, з	Бетон 200 мм - 100с

Продовження таблиці 3.1

Швидкість подачі води на виході зі ствола, м/с	200
Ефективна дальність струменя, м	7
Максимальна дальність струменя, м	15

Ефективність її використання обумовлена реалізацією оптимальних технічних рішень, основою яких є наявність спеціального пожежного пістолета. Цей пістолет здатний подавати воду під величезним тиском. При цьому перша партія води поєднується зі спеціальним абразивним порошком і має здатність моментально прорізати отвір у будь-якому матеріалі - в бетоні, дереві, залозі. Через кілька секунд в отвір, що утворився, йде потужний струмінь тонкорозпиленої води, яка є ефективною вогнегасною речовиною [31]. На рисунку 3.3 представлена схема дії системи «Кобра».



Рисунок 3.3 – Схема дії системи «Кобра»

Перевагами системи пожежогасіння «Кобра» є:

- зниження впливу небезпечних факторів на учасників гасіння пожеж, оскільки гасіння ведеться із безпечної позиції;

- економія часу, що досягається за рахунок швидкого розгортання системи пожежогасіння «Кобра» (1-2 хвилини) та її дії на ранній стадії поширення вогню – охолодження та зниження активності горючих газів;

- система пожежогасіння «Кобра» забезпечує швидкість подачі води 60 літрів за хвилину під високим тиском (300 атм), і при цьому більша частина використаної води випаровується при контакті з горючими газами або гарячими поверхнями;

- сприяє покращенню доступу до пожежі в закритих приміщеннях з обмеженим доступом, таких як подвійні підлоги, стіни та покрівельні конструкції, горища, вентиляційні канали та ін.;

- із системою може працювати одна людина, але зазвичай розрахунок повинен складатися з двох осіб: оператора, що працює з списом, та помічника, який стежить за гарячим приміщенням та ситуацією за допомогою тепловізора;

- система проста у використанні та має невелику вагу. Може бути встановлена на невелику машину. Тонка рукавна лінія може досягати до 300 метрів завдовжки [31].

На рисунку 3.4 представлена план схема розстановки сил та засобів гасіння пожежі за допомогою системи «Кобра».

Гасіння пожежі за такого методу ведеться з безпечної позиції, із зовнішнього боку квартири. Маленькі краплі води подаються на великій дистанції і при контакті з гарячими пожежними газами перетворюються на пару. Це дозволяє знизити температуру всередині закритого приміщення за мінімальних витрат води, а значить знизити ризик пошкодження майна від пролитої води при гасінні пожежі. Високий охолоджувальний ефект досягається за рахунок перемішування пари та горючих газів від початку застосування методу «Кобра», що веде до зниження ризиків виникнення

викидів горючих газів і спалахів і дає керівнику гасіння пожежі більше часу для планування рятувальної операції.

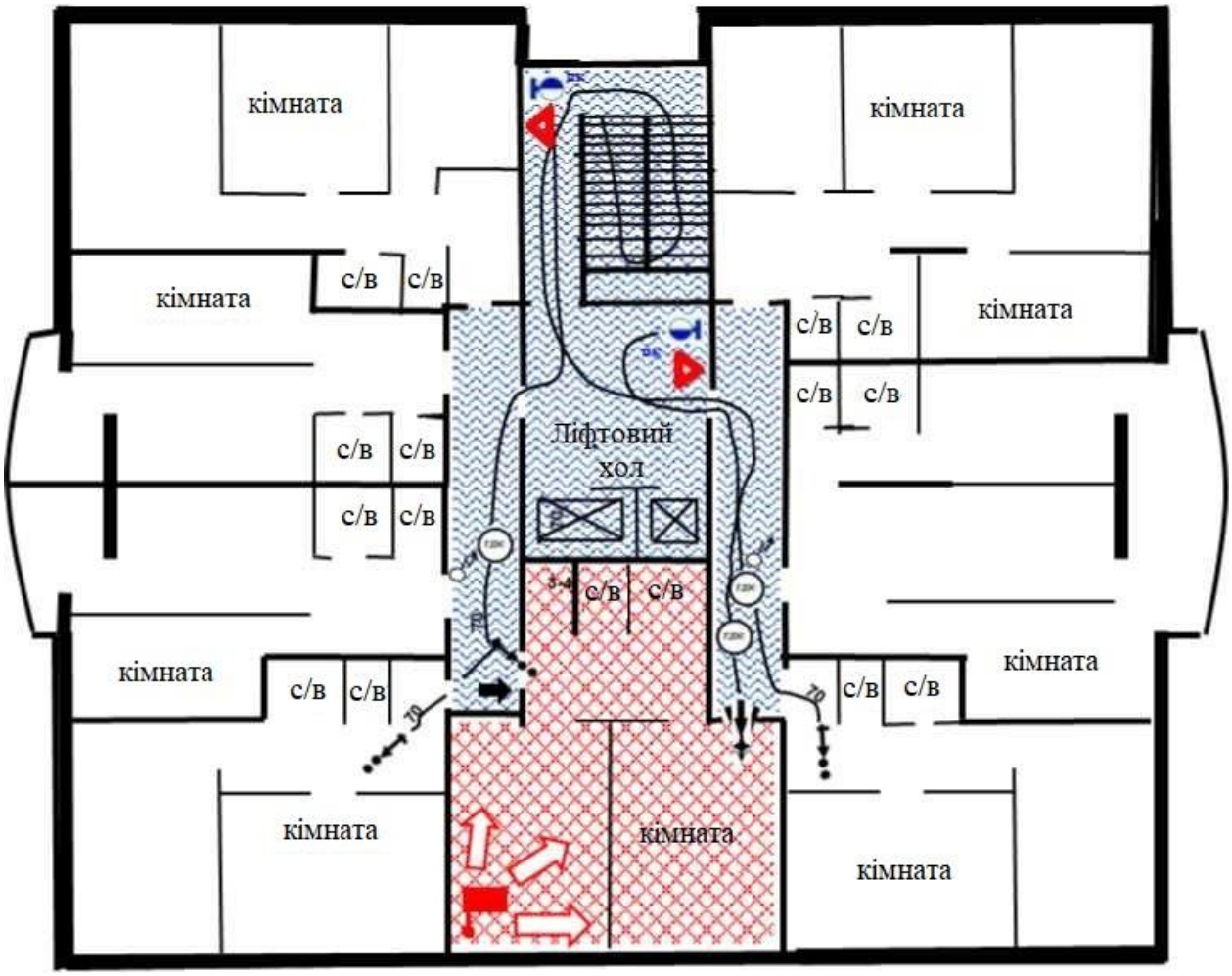


Рисунок 3.4 – Дії методу пожежогасіння з використанням системи «Кобра»

Важливо відзначити, що вплив високих температур на пожежних рятувальників є небезпечним фактором. Навіть найсучасніший бойовий одяг не дозволяє їм близько підійти до вогнища пожежі. "Кобра" дозволяє здійснювати гасіння з безпечної позиції із зовнішнього боку будівлі (квартири). будівлі. Швидко пробити практично всі види та типи будівельних матеріалів, ефективно охолодити горючі гази та придушити спалахи [31].

Можливість створення безпечних умов для роботи пожежників та рятувальників має мати першорядне значення для керівника гасіння пожежі.

Тому використання установки «Кобра» сприяє підвищенню безпеки пожежних, уникаючи ризику отримання травм внаслідок впливу полум'я, горючих газів, токсичних та канцерогенних речовин, що впливають на шкіру та легені. В даний час установка пожежогасіння з гідроабразивною різкою «Кобра» є найбезпечнішим методом пожежогасіння.

В даний час у багатьох країнах світу тенденція гасіння пожеж - це введення невеликих, маневрених та швидких пожежно-рятувальних автомобілів, які здатні за короткий час дістатися місця виникнення надзвичайної ситуації і негайно приступити до гасіння та локалізації загоряння, заощаджуючи час на розгортанні пожежно-технічного озброєння. Установка «Кобра», встановлена на ці автомобілі якнайкраще відповідає цій тенденції представлена на рисунку 3.4.



Рисунок 3.5 - Пожежний автомобіль із системою пожежогасіння «Кобра»

Пожежно-рятувальні служби багатьох країн, які застосовують установку пожежогасіння з гідроабразивною різкою «Кобра» спільно з тепловізорами та PPV-вентиляторами, застосовуючи цей комбінований метод гасіння пожежі, демонструють високі показники в економії часу та ефективності пожежогасіння [31].

Завдяки установці «Кобра» спалах може бути локалізовано за мінімальних витрат води, що важливо для ресурсозбереження. А також за таких умов знижується ризик пошкодження матеріального майна та інших об'єктів, що наноситься водою.

3.3 Техніка безпеки

Як об'єкт дослідження виступає бокс для технічного обслуговування (ТО) та ремонту пожежних автомобілів.

У цьому розділі випускної кваліфікаційної роботи буде розглянуто шкідливі та небезпечні виробничі фактори на робочому місці пожежного або групу пожежників. А також екологічна безпека та правові питання забезпечення безпеки.

До шкідливих факторів, що негативно впливають на робітника в боксі ТО можуть відноситься:

- Мікроклімат;
- Висвітлення;
- Запиленість та загазованість повітря.

3.3.1 Виявлення, аналіз шкідливих виробничих факторів та захисні заходи від них

В Україні «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори» поділяються за своєю дією на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

3.3.2 Мікроклімат

Опалення будівлі центральне водяне, виконане згідно з вимогами. Теплоносій у теплових мережах – вода з параметрами 90-70 °С. Теплоносій для опалення – вода з параметрами 95-70 °С.

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря мінус 20 °С.

Тривалість опалювального періоду становить 130 діб на рік.

Теплове навантаження будівлі складає 97 340 ккал/год на опалення. Монтаж системи опалення та гідравлічні випробування тиском виконані згідно з вимогами [41, 42].

У теплий період року оптимальна температура в будівлі та приміщеннях плюс 22-25 °С, а допустима на 5 °С вище за середню температуру, але не вище 28 °С відповідно до вимог.

Относительная влажность при этом до 55 % (требуемая 40-60 %).

Швидкість руху повітря 0,2-0,5 м/с (оптимальна швидкість 0,2 м/с). У холодний період року оптимальна температура у будівлі та приміщеннях ПЧ становить плюс 20-23°С, допустима плюс 19-25°С.

Оптимальні та допустимі параметри повітря робочої зони у приміщеннях визначаються за санітарно-гігієнічними вимогами до мікроклімату виробничих приміщень.

Нормовані величини мікроклімату наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Оптимальні величини показників мікроклімату на робочих місцях виробничих приміщень

Період року	Рівень енерговитрат, Вт.	Температура повітря, °С	Температура поверхні, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	I а	22-24	21-25		0,1
	I б	21-23	20-24		0,1
	I I а	19-21	18-22	60-40	0,2
	I I б	17-19	16-20		0,2
	I I I	16-18	15-19		0,3

Продовження таблиці 3.2

Теплий	I а	23-25	22-26		0,1
	I б	22-24	21-25		0,1
	I I а	20-22	19-23	60-40	0,2
	I I б	19-21	18-22		0,2
	I I I	18-20	17-21		0,3

3.3.3 Освітлення

Освітлення, яке забезпечує комфортні зорові умови, є ключовим елементом організації технічного обслуговування та діагностики пожежних автомобілів.

Робочі зони мають бути освітлені таким чином, щоб працівник міг чітко бачити хід роботи без надмірного напруження зору чи необхідності нахилятися до інструменту. Освітлення повинно бути рівномірним, без різких тіней чи відблисків, які можуть засліплювати.

Для ефективної організації освітлення необхідно не лише забезпечити достатній рівень освітленості робочих поверхонь, але й досягти відповідних якісних характеристик освітлення.[43].

У боксі ТО встановлено штучне висвітлення. На якість освітлення впливає світловий потік лампи, і навіть тип і світло світильника, колір забарвлення приміщення та устаткування, їх стан [43]. Джерелом світла в боксі є світильники марки СЗ-4 ртутні, оснащені лампами типу ДРЛ.

Розрахуємо допустимі значення освітлення у боксі ТО. Для рівномірного освітлення світильники розташовані центром прямокутника, точніше по осях симетрії. Величину світлового потоку лампи Ф (лк) визначаємо за такою формулою:

$$\Phi = \frac{\mathrm{E}*k*S*Z}{n*\eta} \qquad (3.1)$$

де Ф – величина світлового потоку;

E – мінімальна освітленість, E = 400 лк;

k – коефіцієнт запасу, k = 1,3;

S - площа приміщення, S = 120 м2;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, Z = 1;

n – число ламп у приміщенні, n = 6 штук;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Відстань між світильниками визначаємо за такою формулою:

$$L = 3 * \lambda \quad (3.2)$$

де L – відстань між світильниками;

λ – коефіцієнт, λ = 1;

L = 3 * 1 = 3 метри.

Відстань між світильниками визначаємо так, що число світильників у ряду має бути три, а рядів два, тобто всього світильників шість штук. Для визначення даного коефіцієнта необхідно знати індекс приміщення – і, який розраховуємо за формулою:

$$I = \frac{S}{h*(A+B)} \quad (3.3)$$

де I – індекс приміщення;

h – висота підвісу світильників над робочою поверхнею, h = 4 м.

A, B – сторони приміщення.

$$I = \frac{120}{4 * (12 + 10)}$$

Приймемо значення коефіцієнтів відбиття стін та стелі

ρс = 0,5; ρп = 0,5; η = 49 % = 0,49;

Величину світлового потоку лампи Ф (лк) визначаємо за формулою (3.1) :

$$Ф = \frac{400 * 1.3 * 120 * 1}{6 * 0.49} = 21224 \text{ лк}$$

Отже, це мають бути ртутні лампи ДРЛ, у яких основні характеристики такі:

- номінальна потужність 500 Вт; (Необхідна 400 Вт);
- напруга на лампі 140 В (необхідна 100 В);
- світловий потік 600 лм (необхідно 400лм);
- розміри лампи 145 мм х 360 мм (діаметр х довжина).

Таким чином, система освітлення боксу ТО складається із шести світильників типу СЗ-4-ДРЛ, побудованих у два ряди по три світильники, що задовольняє вимогам нормативних документів.

Схема розміщення світильників вказана на рисунку 3.5.

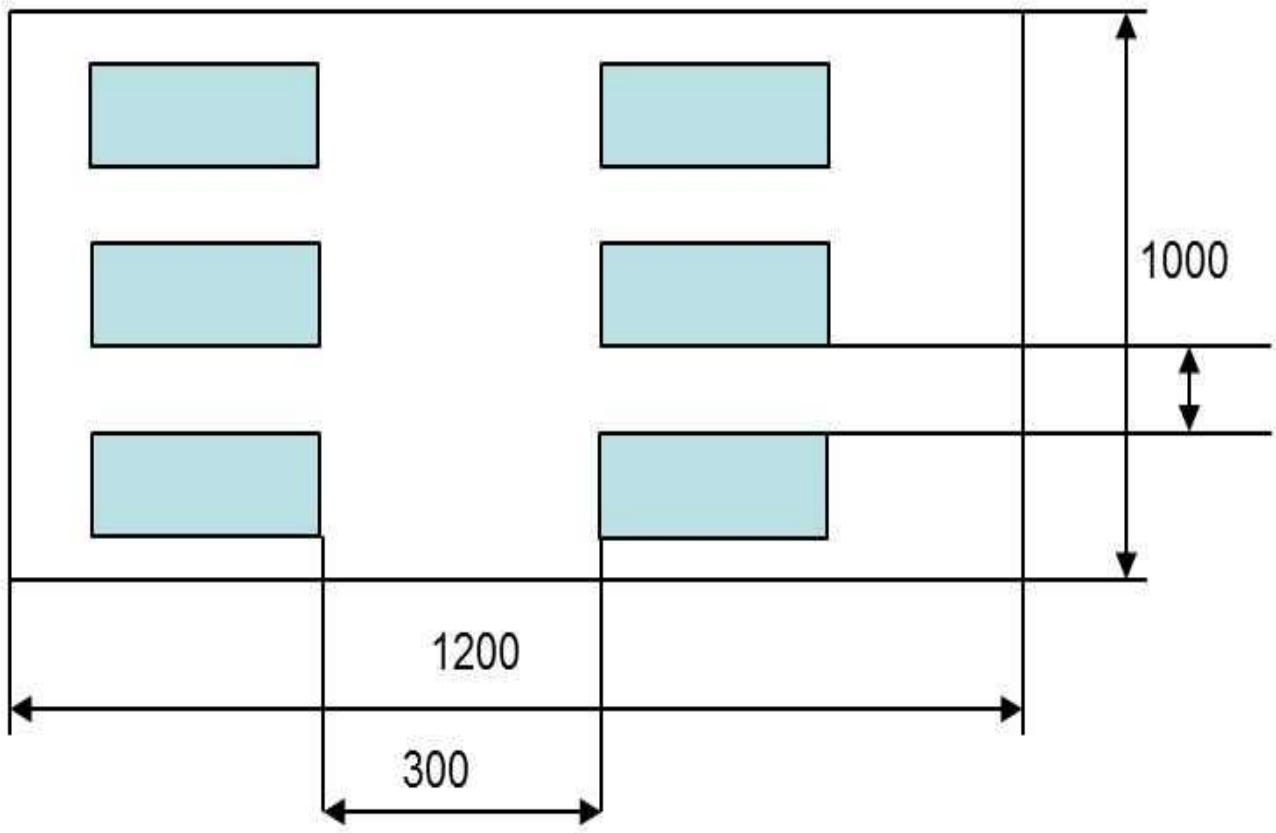


Рисунок 3.6 - Схема розміщення світильників

3.3.4 Запиленість та загазованість повітря

У боксі ТО застосовують місцеву вентиляцію як місцевих відсмоктувачів. Швидкість відсмоктування повітря становить 0,5-0,7 м/с. Місцевий відсмоктування являє собою витяжну парасольку з гнучким відводом повітря. Перед викидом повітря в атмосферу застосовують очищення від пилу, для чого використовують масляні фільтри, з ефективністю очищення 95-98 %.

При використанні даної вентиляції в боксі ТО ГДК аерозолів та пилу відповідає нормам.

3.3.5 Виявлення, аналіз небезпечних виробничих факторів та захисні заходи від них

До небезпечних факторів - які можуть впливати на робітника в боксі ТО можуть належати:

- електробезпека;
- пожежна вибухобезпека.

Електробезпека.

У боксі ТО електроживлення здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 Ст. Електродвигуни в цеху заземлені, всі кабелі, електропроводка надійно ізольовані, не мають скручування, оголених частин. Електробезпека відповідає системі стандартів. Вплив небезпечних факторів на людину в боксі не виявлено.

Індивідуальні засоби захисту.

Спецодяг робітника повинен оберігати тіло працюючого від несприятливого впливу метеорологічних умов, променистої енергії, а також забезпечувати свободу рухів, нормальну термоізоляцію організму.

Спеціальне взуття має бути стійким до матеріалів робочого середовища, а підошва забезпечуватиме стійкість. Для захисту очей робітника від пилу та

можливих пошкоджень застосовують захисні окуляри.

Для захисту рук застосовують брезентові рукавиці зі спеціальним протипожежним просоченням.

Пожежвибухобезпека.

Споруда боксу ТО виконано з важкогорючих і негорючих матеріалів і має другий ступінь вогнестійкості будівлі. [2].

Будівля має бути обладнана засобами сигналізації, а також засобами гасіння пожеж. Для забезпечення швидкого розгортання тактичних дій щодо гасіння пожежі передбачені під'їзди до будівлі з джерелом водопостачання [41, 42].

Бокс ТО обладнаний первинними засобами пожежогасіння відповідно до норм. Пожежна сигналізація у боксі ТО відсутня [2, 40, 41].

Номенклатура, кількість та місця розміщення первинних засобів пожежогасіння у будівлі визначено залежно від виду пального матеріалу, об'ємно-планувальних рішень будівлі, параметрів навколишнього середовища.

Зміст первинних засобів пожежогасіння відповідає вимогам, вогнегасники промарковані, на них заведені паспорти, заведено журнал обліку наявності, перевірки та стану первинних засобів пожежогасіння. Наказом по установі призначено відповідальних за ремонт, збереження та готовність до дії первинних засобів пожежогасіння. Місця розміщення первинних засобів пожежогасіння позначені знаками пожежної безпеки.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. На одній пожежі у будівлі висотою понад 25 поверхів гине у 3-4 рази більше людей, ніж у 9-16 поверховому будинку. Особливий характер пожежної небезпеки у ВБ визначається: масовим перебуванням людей, частковим або повним руйнуванням будівлі, інтенсивністю поширення полум'я, диму, токсичних речовин по висоті будівлі, відсутність або недостатність засобів порятунку людей при пожежі.

2. Види та способи протипожежного захисту висотних будівель у світовій практиці:

- у Німеччині – система «van seven», основний принцип дії якої полягає в утворенні семи великих бульбашок піни з кожної краплі води, ефективність використання в ній спіненої води як вогнегасного засобу зростає до 80%.

- шведська система «Кобра відрізняється наявністю спеціального пожежного пістолета, здатного подавати воду під великим тиском, потужний струмінь тонкорозпорошеної води, дуже ефективної вогнегасної речовини.

- в ОАЕ розроблено новітній пожежний безпілотник, завдяки його навігаційному модулю він патрулює і передає відео картинку на мобільні пристрої екстрених служб, що приймають.

- у США відомий спосіб гасіння пожеж у висотних будинках із застосуванням вертольота.

3. Система заходів протипожежного захисту ВБ, що складається з двох напрямків:

- пасивна спрямована на конструктивно-технологічні рішення, що сприяють підвищенню ступеня вогнестійкості висотних будівель, розвитку пожежі та локалізації її в межах пожежного відсіку (секції), своєчасній евакуації чи укриттю людей у спеціальних безпечних приміщеннях усередині будівлі.

- активний захист - це розвиток та вдосконалення вдосконалення АПС та АУПТ, а також пожежної техніки. (висотні автодрабини та підйомники

спеціалізовані рятувальні вертольоти тощо) а також тактики пожежних підрозділів.

4. Для забезпечення потрібного напору при подачі води на 16 поверх, при пожежі висотного житлового комплексу необхідно подавати воду в перекачування від автомобіля, встановленого на вододжерело, до іншого, розміщеного поблизу будинку, але не далі ніж 20 м. Розраховано час порятунку людей, однак необхідно виходити з ситуації, що склалася на пожежі, конструктивних особливостях будівлі і безумовно від кількості сил і засобів, які мають пожежні підрозділи.

5. При використанні системи «Кобра», час гасіння пожежі зменшується вдвічі, що дозволяє зберегти життя та здоров'я людей, які перебувають під загрозою небезпечних факторів пожежі, так само дозволяє підвищити безпеку самих пожежних рятувальників уникаючи ризику впливу полум'я, горючих газів, токсичних речовин на шкіру та легені. В даний час метод «Кобра» вважається одним із найбезпечніших методів гасіння пожежі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.2-41:2019 Висотні будівлі. Основні положення.

2. Безпека в надзвичайних ситуаціях : навч. посібник для студентів ЗВО України: у 2 ч. Ч. 2: Захист населення і територій / М. Л. Лисиченко, В. В. Вамболь, С. О. Вамболь, М. М. Кірієнко, І. А. Черепньов, В. В. Бредихін; за ред. М. Л. Лисиченка ; ХНТУСГ. Харків : ТОВ "ПромАрт", 2021. 200 с.

3. А чи готові ми долати пожежі у висотних будівлях? Надзвичайна ситуація плюс:URL: https://ns-plus.com.ua/2017/09/12/a-chy-gotovi-my-dolaty-pozhezhi-u-vysotnyh-budivlyah/ (дата звернення 01.08.2024).

4. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. монографія, частина 2, причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню / В. М. Першаков, А. О. Бєлятинський, Є. А. Бакулін, Г. І. Болотов, І. О. Попович. Під заг. ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова. Київ : НАУ, 2017. 272 с.

5. Сенчихін Ю.М., Дендаренко Ю.Ю. "Проблеми гасіння пожеж у висотних будинках", збірник матеріалів науково-практичної конференції "Проблеми пожежної безпеки", Харків 2022. с. 225

6. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022.17 с.

7. Постанова Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 р. № 368 «Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями». Верховна Рада України: вебпортал. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF#Text (дата звернення 05.12 2024).

8. Балло Я.В. Особливості проектування зонованих систем внутрішнього протипожежного водопроводу у будівлях з умовною висотою вище 26,5 м / Я.В. Балло, О.О. Сізіков, Р.В. Уханський, В.П. Балло // Науковий вісник УкрНДІПБ . Київ, 2014.- Вип. 29. С. 30-36.

9. Башинський О. І., Пелешко М. З., Судніцин Ю. Т. Аналіз причин

пожежної небезпеки висотних будинків та будинків підвищеної поверховості міста Львів. Пожежна безпека: Львів: ЛДУ БЖД, 2019. - №34. С.10-15

10. Дерев'янко О.А., Антошкін О.А., Бондаренко С.М., Христич В.В. Системи пожежної та охоронної сигналізації: Текст лекцій. Харків: УЦЗУ, 2008. 144 с.

11. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту. Зі Зміною № 1.

12. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення

13. ДСТУ EN 1363-1:2023 Випробування на вогнестійкість. Частина 1. Загальні вимоги (EN 1363-1:2020, IDT)

14. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.

15. Петухова О.А. Визначення необхідної кількості води для успішного гасіння пожежі в житлових будівлях підвищеної поверховості / О.А.Петухова, Т.Ю. Бутенко, С.А. Горносталь // Проблеми пожежної безпеки. Харків: УГЗУ, 2008. Вип.22. С. 143 – 148.

16. Остапов К.М. Дистанційне подавання вогнегасних речовин з гелеутворюючими складовими: автореф. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: спец.21.06.02 «Пожежна безпека» / К.М. Остапов. Харків, 2018. 24 с.

17. Комяк В.М. Математична модель моделювання розміщення пожежних гідрантів в районах міст / В.М. Комяк, Р.В. Романов // Проблеми пожежної безпеки. Збірник наукових праць. Випуск 27, 2010. С. 97-103.

18. Будівельні норми та відстані між ділянками, будинками і спорудами URL: https://www.n360.com.ua/2023/06/13/dbm-vidstani/ (дата звернення 15.12 2024).

19. ДСТУ CEN/TR 12101-5:2016 Системи протидимного захисту. Частина 5. Настанови на базі функціональних рекомендацій та методи розрахування систем димо-та тепловидалення (CEN/TR 12101-5:2005, IDT)

20. Стаціонарні системи пожежогасіння. Кран-комплекти пожежні.

Частина 1. Кран-комплекти з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги.ДСТУ EN 671-1:2017. – [Чинний від 01–10–17]. Київ:ДП «УкрНДНЦ». 2017. 41 с. (Державний Стандарт України).

21. Диспетчеризація та автоматизація систем протипожежного захисту згідно ДБН В.2.5-56:2014 : URL : https://antifire.ua/zakon-1-11 (дата звернення 11.01 2025).

22. Петухова О.А. Обґрунтування вибору характеристик складових пожежного кран-комплекту / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, С.М. Щербак // Проблеми пожежної безпеки. Харків: НУЦЗУ, 2017. Вип. 42. С. 95–100.

23. Ствол пожежний РСК-70 URL :https://pojsnab.com.ua/ukr/protipozhezhna-armatura/stvolyi-pozharnyie-ruchnyie/stvol-rsk-70.html (дата звернення 15.01 2025).

24. Системи автоматичного пожежогасіння. URL : https://www.varta-bezpeka.com.ua/systemy-avtomatychnogo-pozhezhogasinnya/ (дата звернення 11.01 2025).

25. Щербак С. Визначення мінімально припустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту / С. Щербак, О. Петухова, О. Тарасенко //Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences,VI(24), Issue: 200, 2019. С. 65–67 (Index Copernicus).

26. Петухова О.А. Визначення факторів, що впливають на опір рукавів пожежних кран-комплектів. / О.А. Петухова, С.А. Горносталь,С.М. Щербак. // Проблеми пожежної безпеки. Вип. 36. 2014. Харьків. С. 180 – 183.

27. "ПК "ПОЖМАШИНА" URL : https://pkpm.com.ua/uk/production/apd_512i/ (дата звернення 11.11.2024).

28. Гапонова Л. В. Проектування висотних будівель: конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Л. В. Гапонова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 84 с.

29. Основи тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировий, Ю.М.

Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г Дерев`янко. Харків: НУЦЗУ, 2015. 216 с.

30. Протипожежний захист будівель підвищеної поверховості URL :https://es-101.com/ua/pozharnaya-bezopasnost-vysotnykh-zdaniy/?srsltid=AfmBOopauzvQJj1Ps8ICsrzuFrf0WGCqvDebqUXQkVHJH8M-4dYwd9Kg (дата звернення 11.11.2024).

31. Здатна подавати вогнегасну речовину навіть через товстий шар бетону — миколаївські рятувальники про систему пожежогасіння JFE 300 SISTEM типу КОБРА URL : https://mk.dsns.gov.ua/news/ostanni-novini/zdatna-podavati-vognegasnu-recovinu-navit-cerez-tovstii-sar-betonu-mikolayivski-riatuvalniki-pro-sistemu-pozezogasinnia-jfe-300-sistem-tipu-kobra-video (дата звернення 23.10.2024).

32. Особливості пожежної небезпеки висотних будівель // II Міжнародний науково-практичний конгрес / Міське середовище – XXI ст ./ Архітектура. Будівництво. Дизайн ./ Попович І. О., Першаков В. М. Київ: ЦП «Компринт», 2016. С. 27-28.

33. Тенденції розвитку світового висотного будівництва // Міжнародна науково-практична конференція «Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції» / Першаков В.М., Бєлятинський А.О., Бакулін Є.А., Бакуліна В.М., Болотов Г.І., Попови І.О. Наук.-техн. збірник. Київ: КНУБА, 2016. Вип. 61 (спеціальний). С. 62-72.

34. Першаков В. М. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Монографія, Частина 1. Досвід проектування, будівництва та експлуатації / В. М. Першаков, А. О. Бєлятинський, Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Г. І. Болотов, І. О. Попович. Під заг. ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова. Київ : НАУ, 2016. 104 с.

35. Найвищі хмарочоси світу // Будівництво України. / Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. О. Київ: Будівництво України №1, 2016. С. 7-8.

36. Бамбура А. М. Особливості розрахунку висотного житлового будинку / А. М. Бамбура, І. Р. Сазанова // удівництво, матеріалознавство,

машинобудування. Дніпро: ПГАСА, 2006. № 37. С. 21–29.

37. Барабаш М. С. Аналіз надійності висотної будівлі з урахуванням ризику прогресуючого обвалення / Барабаш М. С., Мисливець К. М. // Науково–виробничий журнал: Будівництво України. 2010, №5. С. 37–41.

38. ДБН В.1.2-11:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження таенергоефективність. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 21 с.

39. ДБН В.1.2-9:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 17 с.

40. ДБН В.1.2-8:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров’я та захист довкілля. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 15 с.

41. ДБН В.1.2-4:2006 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони).Київ: Мінбуд України, 2006. 36 с.

42. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 20 с.

43. ДБН В 2.5-28: 2018 «Природне та штучне освітлення».

44. Демчина Б. Г. Вогнестійкість одно- і багатошарових просторових конструкцій житлових та громадських будівель: дис. доктора техн. наук: 05.23.01 / Демчина Богдан Григорович Київ, 2002. 367 с.

45. Климась Р., Матвійчук Д. Стан із пожежами та наслідками від них в Україні за 2010 рік // Пожежна безпека, №2, 2011.С. 26–27.

46. Кривцов Ю. В., Пронін Д. Г. / Вогонь на висоті. // Висотні будівлі, №1, 2009. С.106-111.

47. Ларбі Е. М. Вогнестійксть монолітних залізобетонних конструкцій будівель: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / Ель Мутассім Ларбі – Харків, 2001. 209 с.

48. Ковалишин В. В. Експериментальні визначення межі вогне-

стійкості збірних залізобетонних східчастих складок / Ковалишин . В., Юзьків Т. Б., Гуцуляк Ю. И., Артеменко В. В. // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2013. Вип. 2(28). С.82-88.

49. Догадайло В.А., Дюльгеров В.И. Жизнь московских высоток. Программа «Новое кольцо Москвы» //Уникальные и специальные технологии в строительстве. - 2004. - № 6. - С. 40 - 41.

50. Пожежна безпека висотних будівель//Будівельний журнал №1, 2008. С. 17.

51. Першаков В. М. Протипожежний захист висотних будівель / Першаков В. М., Семироз Н. Г., Лисницька Е. Н. Всеукраїнська наук.-практ. конференція. Іноваційний потенціал світової науки – XXI сторіччя. Т.2. Запоріжжя. 2014. С. 72–74.

52. Полонський В. Ф. / Вогнестійкість сталевої балки настилу/ Полонський В. Г., Фесенко О. А., Байтала Х. З. та інш. //Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М. М. Осєтрін. Київ: КНУБА, 2016. Вип.61 (спеціальний) С. 114-119.

53. Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2000 – 2003 рр. Статистичний збірник. Під заг. ред. П. Ф. Борисова, М. Я. Откідача. Київ: УкрНДІПБ, 2004. 92 с.

54. Фомін С. Л. Вогнестійкість багатоповерхових каркасних будинків. Міжвідомчий науково-технічний збірник праць (будівництво) /Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій Держбуду України (в 2-х томах, том 2). Вип.62. Київ, НДІБК, 2005. С. 310-315.

55. ДСТУ Б В.1.1-4-98. Пожежна безпека. Протипожежні вимоги в галузі проектування та будівництва.// Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Пожінформтехніка, Т.6. Київ: 2000. С. 425-445.

56. ДСТУ-Б В.1.1-13:2007. Захист від пожежі. Балки. Метод випробування на вогнестійкість (EN 1365-31:999, NEQ).

57. Споруди та фрагменти будівель. Метод натурних вогневих

випробовувань. Загальні вимоги.: ДСТУ Б В.1.1-18:2007 [Чинний від 01.04. 2008]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 13 с. (Національний стандарт України).

58. Наказ МНС України №233/225 від 10.12.2004 «Пропозиції щодо протипожежного захисту та забезпечення експлуатації у випадках надзвичайних ситуацій висотних житлових і громадських будинків, торгових та виставкових центрів, на які відсутні норми проектування».

59. J. Beitel. Analysis of needs and existing capabilities for full-scale fire resistance testing / Jesse Beitel, Nestor Iwankiw. Baltimore, USA: Hughes Associates, Inc., 2002. 86 p.

60. Tall buildings and sustainability / Will Pank, Herbert Girardet, Greg Cox // Corporation of London, UK, Febr. 2002, 66p.

61. Federal Building and Fire Safety Investigation of the Word Trade Center Disaster: Final Report of the National Construction Safety Team on the Collapses of the World Trade Center Towers / NIST NCSTAR 1, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 2005.

62. Fire in the United States 1995 – 2004. Fourteenth Edition. FEMA, USA, August 2007, 65p.

63. Security and Safety in Los Angeles High-Rise Buildings After 9/11 /Rae W. Archibald, Jamison Jo Medby, Brian Rosen, Jonathan Schachter // RAND, USA, 2002. 73 p.

64. U.S. Fire Administration. Highrise Fires / Topical fire research series, Volume 2, Issue 18. January 2002.

65. Department of Defense, (DOD), – Design of Buildings to Resist Progressive Collapse,Unified Facilities Criteria (UFC) 4– 023–03, 25 January, 2005.

66. Ellingwood, Bruce. Load and Resistance Factor Criteri a for Progressive Collapse Design, Multihazard Mitigation Council of the Nat. Institute of Building Standards, Washington, DC. 2003, P.1–31.

67. Gales J. Large-scale structural fire testing – how did we get here, where are we, and where are we going? / John Gales, Cristián Maluk, and Luke Bisby //

15th International conference on experimental mechanics: Fire symposium. 2012. 22 p.

68. J. R. Lawson, A History of Fire Testing / J. Randall Lawson. Gaithersburg: U.S. Department of Commerce, 2009. 41 p.

69. K. Fujii, Y. Nakano, Y. Sanada “Simplified nonlinear analysis procedure for single–story asymmetric buildings”// Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol. 4, No. 2, 2004