

УДК 614.843

ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДО ВИСОТНИХ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ З УМОВНОЮ ВИСОТОЮ ВІД 100 М ДО 150 М

<https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2.30-42>

Балло Я. В.^{1*}, ORCID iD 0000-0002-9044-1293
Голікова С. Ю., ORCID iD 0000-0002-7793-2901
Сізіков О. О., ORCID iD 0000-0002-7861-3144
Жихарев О. П., ORCID iD 0000-0003-4323-1880
Савченко О. В., ORCID iD 0000-0002-4140-3055
Несенюк Л. П., ORCID iD 0000-0002-7796-7952

*E-mail : ballo@undicz.dsns.gov.ua

¹Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 19.08.2021

Пройшла рецензування: 21.10.2021

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

пожежна безпека висотних громадських будівель, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, заходи щодо обмеження поширення пожежі фасадом, умови безпеки для пожежно-рятувальних підрозділів, безпечна евакуація людей

АНОТАЦІЯ

На основі результатів аналітичних досліджень обґрунтовано норми пожежної безпеки до висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м включно під час їх проектування, зокрема щодо планування території та розміщення на ній висотних будівель, а також вимоги до об'ємно-планувальних та конструктивних рішень і матеріалів, інженерних систем, систем протипожежного захисту, забезпечення безпечної евакуації людей. Висвітлено питання про умови безпеки для пожежно-рятувальних підрозділів. Наведено результати наукових розвідок щодо обґрунтування заходів стосовно обмеження поширення пожежі фасадом будівель та відповідні конструктивні норми. Вимоги, які увійшли до проекту національного стандарту України розроблено з урахуванням міжнародного досвіду проектування таких будівель та сучасного рівня науково-технічного розвитку у сфері пожежної безпеки.

Постановка проблеми. У чинних в Україні будівельних нормах [1] не містяться вимоги пожежної безпеки до громадських будівель з умовною висотою від 100 до 150 м, а є посилання на необхідність розроблення відповідного національного стандарту. Встановлення загальнонаціональних вимог пожежної безпеки під час проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м включно (далі висотних громадських будівель) є актуальною задачею, оскільки згідно з даними [2] в Україні станом на 2021 рік за індивідуальними технічними вимогами побудовано близько 100 будівель з умовною висотою вище 100 м. Окремим науковим завданням є проведення аналітичних

досліджень міжнародного досвіду з проектування і сучасних тенденцій науково-технічного розвитку протипожежного захисту таких будівель, що є підґрунтям для створення національного стандарту, який буде доповнювати вимоги [1] та міститиме специфічні вимоги пожежної безпеки під час проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м включно.

Аналіз статистичних даних про пожежі, їх причини та наслідки, що виникли у висотних будівлях упродовж останніх десяти років в Україні та світі [3], надав можливість виявити недоліки у протипожежному захисті висотних будівель та використовувати їх як вихідні дані для

обґрунтування вимог пожежної безпеки до висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м. Окрім цього, проведено аналіз вітчизняних нормативних документів щодо вимог до систем протипожежного захисту (далі – СПЗ) для виявлення особливостей їх застосування під час проєктування таких об'єктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження [4–6] у сфері удосконалення безпеки висотних будівель проводились такими вітчизняними вченими, як В. Куцевич, О. Сізіков, В. Ніжник, Р. Яковчук, В. Максименко, П. Григоровський, О. Башинський, С. Новак, В. Балицький та іншими. Також варті уваги роботи [7–10] таких зарубіжних вчених, як Marija J.R., Fukuda R, Kurino H, S. Davis, W. Dasui, A. Wood, в яких розглядалися питання пожежної безпеки під час проєктування висотних громадських будівель, а їх результати були впроваджені у низці нормативних документів Європи та США. Разом із тим швидкий розвиток нових технологій будівництва та інфраструктури населених пунктів зумовлює необхідність постійного удосконалення вимог протипожежного захисту висотних громадських будівель як в частині їх об'ємно-конструктивних рішень, так і в частині обладнання їх адекватними системами протипожежного захисту.

Мета дослідження полягає у підвищенні рівня пожежної безпеки під час проєктування висотних громадських будівель шляхом обґрунтування унормованих вимог пожежної безпеки та розроблення проєкту відповідного національного стандарту. Для цього необхідно:

- провести аналіз статистичних даних про пожежі у висотних будинках, їх причин та наслідків;

- провести аналіз вітчизняних та закордонних нормативних документів, інформаційних джерел щодо забезпечення протипожежних заходів та вимог пожежної безпеки для висотних громадських будинків з умовною висотою понад 100 м;

- обґрунтувати вимоги пожежної безпеки для висотних громадських будинків з умовною висотою від 100 м до 150 м щодо забезпечення: вогнестійкості несучих конструкцій, обмеження утворення і поширення вогню та диму у будівлі, обмеження поширення вогню на суміжні споруди, евакуації людей, передбачення сучасних систем протипожежного захисту та проведення рятувальних робіт.

Методи дослідження. В роботі було використано методи комплексного аналізу і узагальнення раніше виконаних наукових розвідок щодо обґрунтування вимог пожежної безпеки для висотних громадських будинків. Під час дослідження окремих випадків пожеж використано системно-структурний підхід та методи неповної індукції.

Виклад основного матеріалу. Під час розроблення проєкту національного стандарту, в якому встановлюються вимоги пожежної безпеки до висотних громадських будівель, було визначено таку структуру документа, а саме:

- терміни та визначення понять;
- загальні положення;
- територія та розміщення висотних громадських будівель;
- об'ємно-планувальні рішення;
- конструктивні рішення і матеріали;
- інженерні системи та системи протипожежного захисту;
- забезпечення евакуації людей;
- безпека пожежно-рятувальних підрозділів;
- додатки, які включають окремі тактико-технічні характеристики та проєкції епюр обслуговування фасадів висотних будівель пожежних автодрабин та автопідйомників і приклади конструктивних рішень щодо обмеження пожеж фасадами висотних громадських будівель.

Детально розглянемо кожний із наведених розділів та викладемо обґрунтування щодо нових нормативних вимог, удосконалення існуючих положень та перспективних напрямів подальших наукових досліджень.

За результатом аналізу нормативно-правових актів [1, 11–15] та співпраці з проектними організаціями і експертами в галузі будівництва висотних об'єктів у частині пожежної безпеки встановлено ряд нових термінів та визначень понять. Зокрема, в проєкті стандарту наведено визначення таких термінів: висота нижнього вертикального протипожежного відсіку, протипожежний карниз, висотний громадський комплекс, апартаменти, транспортні тунелі в об'ємі будівлі, шафа безпеки, пожежний пост, шахта комунікаційна, шафа (ніша).

Наприклад, такі звичні для проєктувальників терміни, як «шахта комунікаційна» та «шафа (ніша)», в реальному житті під час їх проєктування викликають неоднозначне тлумачення в частині вимог до огорожувальних протипожежних конструкцій та вогнестійкості проходок через них. У проєкті стандарту встановлено, що шахта комунікаційна – це вбудована в об'ємі будівлі вертикальна канална система, яка перетинає два і більше поверхів, має протипожежні огорожувальні конструкції та заповнення прорізів у протипожежних перешкодах із відповідним класом вогнестійкості, об'єм якої використовують для прокладання інженерних комунікацій та/або улаштування обладнання. Щодо терміна «шафа» або «ніша» встановлено, що ця вбудована в межах об'єму поверху будівлі конструкція призначена для розміщення і забезпечення можливості доступу до інженерних систем та систем протипожежного захисту будівлі. Клас вогнестійкості проходок інженерних комунікацій через огорожувальні конструкції шафи (ніші) з нормованим класом вогнестійкості або через протипожежні перешкоди має бути не меншим, ніж нормований клас вогнестійкості цієї огорожувальної конструкції або протипожежної перешкоди за ознакою EI.

Запроваджені підходи до забезпечення протипожежного захисту висотних громадських будівель унеможливають

розміщення житлових приміщень з постійним проживанням людей у будинках з умовною висотою вище 100 м у зв'язку з високим ризиком виникнення пожежі, ускладненням евакуації людей, а також відсутністю можливості доступу для обслуговування СПЗ всередині житлових приміщень, які належать мешканцям. Окрім того, згідно з дослідженнями [3] до 60% причин виникнення пожеж у житлових приміщеннях є порушення правил експлуатації кухонного обладнання та правил пожежної безпеки у приміщенні кухні. Разом із тим, ураховуючи наявність у складі висотних громадських будівель приміщень готельного типу для тимчасового проживання людей, відповідно до європейських вимог також передбачено можливість розміщення апартаментів. Згідно зі встановленим визначенням «апартаменти» – це приміщення із надання готельних послуг та сервісного обслуговування для тимчасового проживання або розміщення людей, до складу яких не входить приміщення для гарячого приготування їжі, зокрема інтегроване в простір кімнат. Це рішення надає можливість розширити функціональне призначення висотних громадських будівель і водночас зменшити ризики виникнення пожежі та загрози її поширення.

З огляду на об'ємно-планувальні та конструктивні особливості проєктування висотної громадської будівлі, складність інженерних, комунікаційних систем та систем протипожежного захисту у розділі «Загальні положення» стандарту встановлено, що під час застосування вимог інших нормативних документів та нормативних актів, які не визначені у вказаному стандарті, слід дотримуватись норм як для будівель I ступеня вогнестійкості згідно із [17].

Окрім цього, у проєкті стандарту встановлені вимоги щодо визначення умовної висоти висотної громадської будівлі під час влаштування покриття, що експлуатується, а саме: умовна висота висотної громадської будівлі визначається

як різниця позначки рівня чистої підлоги покриття, що експлуатується, і позначки найнижчого рівня проїзду та встановлення пожежних автодрабин (автопідйомників). Тобто, на відміну від вимог [17], обов'язковою умовою стає забезпечення норми щодо можливості проїзду та встановлення протипожежної техніки на позначці найнижчого рівня, що в умовах пагорбної місцевості та вузьких проїздів у старих частинах міста, щільної забудови, котрі притаманні таким великим містам, як Київ, Львів, Харків та іншим, є важливим заходом щодо забезпечення доступу особового складу пожежно-рятувальних підрозділів до фасаду висотної громадської будівлі.

Розділ «Територія та розміщення висотних громадських будівель» також містить низку нововведень, що відрізняються від вимог [1] та враховують конструктивні особливості висотних громадських будівель. Як приклад, з урахуванням вимог зарубіжних нормативних документів відстань від висотної громадської будівлі до пожежного депо має бути не більше 1,5 км дорогами загального користування або тривалість прибуття пожежно-рятувальних підрозділів від пожежного депо до будівлі не повинна перевищувати 5 хв. Водночас пожежне депо має бути оснащене такою протипожежною технікою, яка забезпечує:

- проведення рятувальних робіт на висоті не менше 50 м;
- проведення гасіння пожежі та проведення заходів щодо обмеження її поширення на висоті до 90 м;
- подачу води насосами високого тиску на рівень покрівлі висотної громадської будівлі.

Також під час планування території висотної громадської будівлі або висотного громадського комплексу слід передбачати проїзди для протипожежної техніки згідно з [18] та передбачати під'їзди до: основних евакуаційних виходів із будівлі; входів, які ведуть до пожежних ліфтів; зон встановлення протипожежної техніки, які забезпечують доступ особовому складу

пожежно-рятувальних підрозділів до будь-якого приміщення на висоті не менше 50 м; зон встановлення протипожежної техніки для забору води з пожежних гідрантів, пожежних водойм; місць підключення протипожежної техніки до сухотрубів діаметром 80 мм та до площадки для посадки транспортно-рятувальної кабіни пожежного вертольоту.

Уточнено вимоги щодо освітлення території та архітектурного освітлення висотних громадських будівель, згідно з якими розміщення світильників та влаштування ліній їх живлення не повинно перешкоджати доступу особового складу пожежно-рятувальних підрозділів до фасаду будівлі. Крім цього, параметри зовнішніх освітлювальних установок мають забезпечувати освітлення площадки на покрівлі висотної громадської будівлі для посадки транспортно-рятувальної кабіни пожежного вертольоту не менше ніж 10 люксів.

Одним із основних розділів, відповідно до якого впроваджуються новітні підходи та набутий досвід під час проектування висотних громадських будівель, є розділ «Об'ємно-планувальні рішення». Варто зауважити, що висотні громадські будівлі щодо висоти повинні поділятися на вертикальні протипожежні відсіки, які слід відокремлювати один від одного протипожежним перекриттям з класом вогнестійкості не менше REI 240. Крім того, висота нижнього вертикального протипожежного відсіку та інших вертикальних протипожежних відсіків будівлі не повинна перевищувати 50 м. Ця вимога зумовлена необхідністю забезпечення обмеження щодо поширення пожежі на інші протипожежні відсіки будівлі, а значення межі вогнестійкості в 240 хв сприятиме встановленню належних умов для проведення евакуації та роботи пожежно-рятувальних підрозділів під час її ліквідації. Також у проєкті стандарту визначено вимоги щодо площі протипожежних відсіків залежно від їх функціонального призначення, зокрема для готелів, апартаментів, технічних приміщень

(бойлерні, насосні водопостачання і каналізації; камери вентиляційні та кондиціонування повітря; вузли керування та інші приміщення для встановлення та керування інженерним і технологічним обладнанням будівлі, машинні відділення ліфтів, приміщення для обладнання систем пожежогасіння тощо).

Окремо слід виділити об'ємно-планувальні та конструктивні вимоги до машиномісць для зарядки електромобілів у паркінгах висотних громадських будівель. Відповідно до нових норм такі машиномісця необхідно відокремлювати від місць паркування автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння протипожежними перегородками, які забезпечують перешкоду для запобігання поширенню пожежі та виступають за межі зазначених машиномісць не менше ніж на 0,6 м. Водночас машиномісця слід обладнувати системами пожежної сигналізації, автоматичними системами пінного пожежогасіння та системою димовидалення незалежно від кількості місць для зарядки електромобілів. Відокремлені машиномісця для зарядки електромобілів забороняється обладнувати ролетами, воротами тощо, які обмежують доступ пожежно-рятувальних підрозділів до місця зарядки електромобілів.

Серед ключових вимог, від яких залежить життя та безпека людей під час перебування у висотній громадській будівлі, є забезпечення умов безпечної евакуації в разі пожежі або іншої аварійної ситуації. Під час обґрунтування зазначених вимог розглянуто питання критичних відстаней від дверей приміщень висотної будівлі до протипожежного тамбур-шлюзу незадимлюваної сходової клітки, довжини коридорів, вибору типу незадимлюваної сходової клітки, а також планування місць розміщення пожежобезпечних зон у висотній громадській будівлі для людей, які не мають можливості вчасно евакуюватися з будівлі без допомоги пожежно-рятувальних підрозділів. Під час дослідження зарубіжного досвіду, вимог нормативних документів, а також

практичного досвіду організації та проведення евакуації людей із висотних будівель і споруд висотою більше 100 м виявлено, що для їх евакуації найбільш ефективними є незадимлювані сходові клітки без природного освітлення, з підпором повітря та із входом до сходової клітки на кожному поверсі через протипожежний тамбур-шлюз. Відкриті назовні повітряні зони на балконах, лоджіях, у галереях з природним освітленням через високі вітрові впливи на висоті спричиняють заповнення відкритих переходів димом та продуктами горіння, що не надає можливості їх використовувати для евакуації людей навіть з висоти 100 м. Таким чином, за результатами проведеного аналізу встановлено, що кількість незадимлюваних сходових кліток у висотній громадській будівлі (в межах протипожежного відсіку) слід приймати відповідно до розрахунку часу евакуації за польовим методом моделювання пожежі в будівлі згідно з ДСТУ 8828, але не менше двох типу Н4.

Окрім цього, під час проєктування незадимлюваних сходових кліток типу Н4 слід брати до уваги площу шляхів евакуації в незадимлюваних сходових клітках, що має забезпечувати можливість вміщення усієї розрахункової кількості людей під час евакуації та яка розраховується з огляду на площу $0,3 \text{ м}^2/\text{люд}$. Виходи із незадимлюваних сходових кліток типу Н4 на рівні першого поверху мають вести назовні будівлі через вестибюлі та холи. Ширину площадок незадимлюваних сходових кліток слід передбачати з урахуванням безперешкодного транспортування людини на ношах. Визначені вимоги є адаптацією вимог [19] Великої Британії, які є обов'язковими для багатьох країн Європи.

Також згідно з нормами [19] прийнято, що з огляду на розрахунок необхідного часу евакуації людей із висотної громадської будівлі слід проєктувати місця розміщення пожежобезпечних зон з урахуванням того, що люди, які не мають можливості вчасно евакуюватися з будівлі, досягли

пожежобезпечних зон за необхідний час для подальшого рятуння пожежно-рятувальними підрозділами. Площу пожежобезпечних зон визначають з огляду на кількість людей, які можуть досягти пожежобезпечної зони за найгіршого сценарію пожежі, із розрахунку $0,3 \text{ м}^2/\text{люд}$. У кожній такій зоні має бути не менше одного місця розмірами $0,76 \text{ м} \times 1,22 \text{ м}$ для розміщення людини на інвалідному візку на кожну групу до 200 людей. Зазвичай розміщення пожежобезпечних зон передбачають на висоті 50 метрів і вище.

Що ж до комплектування пожежобезпечних зон допоміжними засобами, проаналізовано та впроваджено вимоги [20], згідно з якими передбачено на висоті 1,3 м ($\pm 0,2 \text{ м}$) встановлення шафи (ніші) безпеки із негорючих матеріалів довільної форми та розмірів, в якій повинні знаходитись такі допоміжні засоби:

- інерційний (механічний) ліхтарик, що використовується в разі відсутності електроживлення, задимлення приміщення або для подачі сигналу про допомогу (1 од. / 10 осіб);
- свисток, що використовується для подачі звукового сигналу про допомогу (1 од. / 20 осіб);
- клейка стрічка (скоч), що використовується для герметизації дверей і вентиляційних отворів у разі проникнення диму у пожежобезпечну зону;
- аптечка першої допомоги (1 од. / 20 осіб);
- копія плану евакуації (1 од. / 20 осіб);
- індивідуальні засоби захисту органів дихання (1 од. / 1 особу).

Визначено, що для обладнання пожежобезпечних зон допускається використовувати протипожежні тамбур-шлюзи пожежних ліфтів або їх облаштовують у спеціально обладнаних приміщеннях всередині будівель чи на їх покрівлі із врахуванням їх виділення протипожежними перекриттями і стінами.

Серед новітніх вимог, які вперше впроваджено у вітчизняних нормах є передбачення можливості розміщення в об'ємі висотної громадської будівлі

вбудованих та прибудованих транспортних тунелів, які є одночасно частиною міської транспортної мережі рейкового транспорту з відповідною інфраструктурою. На рис. 1 наведено приклад розміщення транспортного тунелю в об'ємі висотної будівлі в місті Чунцин, КНР.



Рисунок 1 – Транспортний тунель метро в об'ємі висотної будівлі

Джерело:[2]

Вбудовані та прибудовані транспортні тунелі в об'ємі будівлі слід відокремлювати від висотної, стилобатної або підземної частини будівлі протипожежними стінами та/або протипожежними перекриттями з класом вогнестійкості REI 240 в окремий протипожежний відсік, а евакуаційні виходи із пасажирських станцій, платформ, пунктів посадки для транспортних тунелів необхідно передбачати самостійними від евакуаційних виходів з інших функціональних частин будівлі. Крім цього, визначено, що об'ємно-планувальні рішення внутрішнього об'єму транспортних тунелів повинні забезпечувати ширину проходу між корпусом транспортного засобу та стіною транспортного тунелю не менше ніж 1,2 м для забезпечення умов евакуації, а відстань між корпусом транспортного засобу та стелею транспортного тунелю має визначатися в процесі розроблення проектної документації з урахуванням технічних характеристик транспортного засобу та його габаритів.

Значна увага приділена вимогам до будівельних конструкцій та заходам для запобігання вертикальному поширенню пожежі між поверхами фасадом будівлі.

Зокрема, визначено, що на межі вертикальних протипожежних відсіків на рівні перекриття передбачають протипожежний карниз по периметру будівлі, що виступає за межі фасаду не менше ніж на 1,5 м, які потрібно виконувати з негорючого матеріалу з мінімальним класом вогнестійкості EI 90.

Під час проведення обґрунтування зазначених вимог виявлено закономірність збільшення площі прогріву фасаду для прямих карнизів (необтічної форми). Водночас наявність протипожежного карнизу на фасаді будівлі плоскої форми не запобігає повному поширенню теплового впливу пожежі як у вертикальному, так і

горизонтальному напрямку розподілу температури, але значно зменшує його максимальне значення та збільшує тривалість прогрівання поверхні фасаду.

Висновки щодо математичного моделювання з використанням польових моделей, а також візуалізацію процесу пожежі відображено на рис. 2, де наведено результати обмеження поширення теплового впливу за допомогою прямого протипожежного карнизу по периметру будинку, який виступає за межі фасаду на 1,5 м та обтічного восьмикутного карнизу по периметру будинку, який також виступає за межі фасаду на 1,5 м.

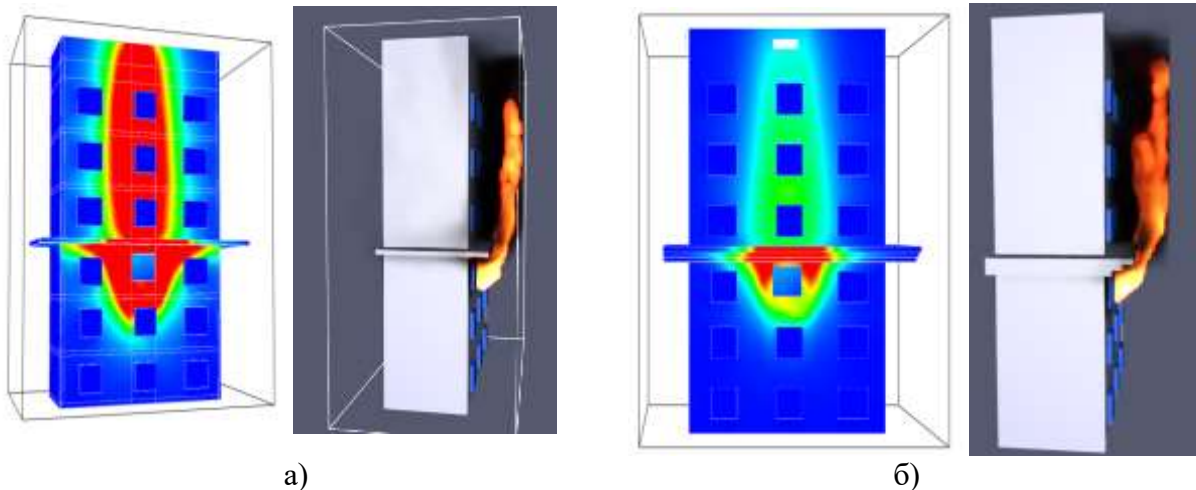


Рисунок 2 – Результати температурних розподілів прогріву фасаду для розрахункових моделей, де
а) прямий протипожежний карниз, який виступає за межі фасаду на 1,5 м;
б) обтічний протипожежний карниз, який виступає за межі фасаду на 1,5 м

Джерело: розроблено авторами

За результатами моделювання встановлено, що наявність протипожежного фасадного карнизу з шириною плоского виступу 0,75 м та 1,5 м є ефективним заходом, що обмежує температурний вплив від пожежі на рівні верхнього поверху, під яким вона виникла, з 870 °C до 450 °C та 270 °C відповідно. Разом із тим плоска форма протипожежного фасадного карнизу може збільшувати площу температурного впливу на конструкцію поверхні фасаду в межах 30–35 % за зазначених умов моделювання та для цих об'ємно-планувальних рішень

фасаду висотного будинку. У разі застосування обтічного карнизу, який виступає за межі фасаду на 0,75 м та 1,5 м, негативного явища щодо збільшення площі прогріву фасаду верхніх поверхів немає.

Дослідження ефективності відведення теплового потоку від фасаду та ефективності протипожежних фасадних карнизів на запобігання поширенню пожежі вертикальними будівельними конструкціями висотних будівель, а також виведення коефіцієнтів ефективності залежно від форми або їх типу може бути предметом подальшого дослідження, які

також передбачають експериментальні натурні випробування.

Окрім наведеного заходу, допускається передбачати зовнішні огорожувальні конструкції з нормованим класом вогнестійкості не менше EI 90 (перегородки, протипожежні вікна тощо), або водяні протипожежні завіси, або ухвалювати інші архітектурні, конструктивні та інженерні рішення, які забезпечують обмеження щодо поширення пожежі між приміщеннями вертикальних протипожежних відсіків фасадом будинку за висотою.

На основі іноземного досвіду в стандарті впроваджено довідковий додаток, в якому наведено приклади альтернативних конструктивних рішень щодо обмеження поширення пожежі фасадом висотних громадських будинків. Ці приклади є адаптацією досліджень Бельгійського інституту досліджень у галузі будівництва (BBRI) [21]. Зокрема, під час обґрунтування конструктивних рішень щодо обмеження поширення пожежі фасадом висотних громадських будинків пропонується враховувати не тільки розмір виступу частин конструкції за межі площини фасаду, а й такі параметри, як ширина карнизу, товщина міжповерхового перекриття, висота нижнього та верхнього захисного борту тощо. Приклад конструкцій, які зменшують площу світлового прорізу у фасаді висотної громадської будівлі, наведено на рис. 3.

У розділі «Інженерні системи та системи протипожежного захисту» впроваджено низку нововведень щодо проєктування інженерних систем та систем протипожежного захисту для висотних громадських будівель. Серед нових вимог слід наголосити на відсутності необхідності зонування внутрішніх водостоків для відведення дощових і талих вод, каналізації та блискавкозахисту для кожного вертикального протипожежного відсіку, що залишається обов'язковим для інженерних систем та систем протипожежного захисту або інших систем, які з ними функціонально пов'язані.

Значну увагу приділено системам внутрішнього та зовнішнього протипожежного водопроводу, вимогам до запасних і регулювальних ємностей та питанням забезпечення підключення пожежних рукавів і подачі води від пересувної протипожежної техніки.

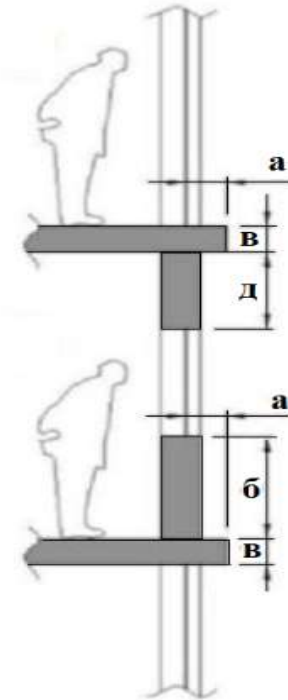


Рисунок 3 – Приклад будівельної конструкції висотної громадської будівлі, яка зменшує площу світлового прорізу у фасаді висотної громадської будівлі для обмеження можливої теплопередачі від пожежі, де

- а – ширина протипожежного карнизу;
- б – висота нижнього захисного борту;
- в – товщина міжповерхового перекриття;
- д – висота верхнього захисного борту.

Джерело: розроблено авторами

У проєкті стандарту передбачено, що розташування і ємність водонапірних, запасних і регулювальних резервуарів слід приймати згідно з вимогами [22]. Водночас загальна кількість резервуарів одного призначення повинна бути не менше двох, а тривалість гасіння пожежі визначається розрахунком, але не менше ніж 240 хв.

Уперше встановлено, що у висотних громадських будівлях у тамбур-шлюзах незадимлюваних сходових кліток Н4 слід передбачати сухотруби діаметром 80 мм зі спареними кранами на кожному поверсі, які

обладнані на рівні 1-го поверху будівлі виведеними назовні патрубками (позначка землі від рівня проїзду в межах 0,5 м – 1,0 м) для підключення та подавання води до місця пожежі за допомогою пожежних автомобілів. Кожна система протипожежного водопроводу повинна мати два виведених назовні пожежних патрубки зі з'єднувальними головками діаметром 80 мм для приєднання пожежних рукавів та подачі води від пересувної протипожежної техніки. Патрубки слід виводити назовні на відстані не більше ніж 30 м від пожежних гідрантів так, щоб була забезпечена можливість під'їзду та підключення протипожежної техніки.

Що ж до забезпечення зовнішнього протипожежного водопроводу, то в стандарті визначено, що кількість пожежних гідрантів для висотного громадського будинку слід приймати не менше трьох. Кількість пожежних гідрантів для двох або більше висотних частин висотного громадського комплексу, які мають спільну стилобатну частину, слід приймати не менше трьох для кожної будівлі висотного громадського комплексу. Водночас витрати води на зовнішнє пожежогасіння кожної з висотних частин комплексу приймають згідно з розрахунком, але не менше 45 л/с та додатково не менше 45 л/с для стилобату (за наявності). Гідранти мають розташовуватись розосереджено по периметру території, а відстань від пожежного гідранта до краю стіни висотної громадської будівлі не повинна бути більше 50 м.

Окремо наголошено на системах автоматичного пожежогасіння, а саме – встановлено, що приміщення вбудованих та вбудовано-прибудованих гаражів у висотних громадських будівлях слід обладнувати спринклерними системами пінного пожежогасіння незалежно від кількості місць, а усі приміщення у висотних громадських будівлях, у тому числі стовбур сміттєпроводу, слід устатковувати системами спринклерного пожежогасіння, окрім санітарно-гігієнічних

приміщень. Системами газового пожежогасіння слід обладнувати приміщення машинних відділень, серверні та обчислювальні центри, електротехнічні приміщення згідно з вимогами [23].

У стандарті наведено удосконалені вимоги для забезпечення діяльності та безпеки пожежно-рятувальних підрозділів щодо можливості виконання рятувальних робіт, ефективного пожежогасіння всередині та ззовні висотної громадської будівлі. З урахуванням габаритів пожежно-рятувальної техніки для висотних робіт збільшено ширину та радіуси її повороту як по прибудинковій території висотної громадської будівлі, так і для під'їзних шляхів від доріг загального призначення. Зазначається що виїзди для протипожежної техніки на покрівлю стилобату (в разі наявності) слід розташовувати розосереджено із розрахунку один виїзд на 180 м довжини периметру стилобату, але не менше двох виїздів на стилобат.

Для висотних громадських будівель передбачається розроблення плану проведення рятувальних робіт із нанесеними на ньому місцями встановлення протипожежної техніки для забезпечення доступу особового складу пожежно-рятувальних підрозділів з автодрабин та автопідйомників до кожного приміщення, що має прорізи в зовнішніх стінах, нижнього вертикального протипожежного відсіку висотної будівлі, до сухотрубів діаметром 80 мм систем протипожежного водопроводу для підключення насосів високого тиску пожежних автомобілів.

Обов'язковою частиною проєктної документації стане план-розрахунок щодо проведення рятувальних робіт пожежно-рятувальними підрозділами, який має містити такі заходи:

- можливість заїзду (під'їзду) протипожежної техніки з доріг загального користування до внутрішнього двору (території) висотної громадської будівлі (за наявності внутрішнього двору або території), включаючи проїзди через арки;

- можливість під'їзду до кожної сторони висотної будівлі, що має прорізи в зовнішніх стінах, які забезпечують доступ до приміщень будівлі;
- визначення місць встановлення протипожежної техніки із врахуванням ширини виносних опор та навантаження від них;
- визначення зони обслуговування фасаду висотної будівлі одним встановленим пожежним автопідйомником або автодрабиною для кожного визначеного місця;
- визначення проєкції епюр зони обслуговування пожежних автодрабин або автопідйомників на кожен сторону висотної громадської будівлі, які мають прорізи в зовнішніх стінах, що забезпечують доступ до приміщень будівлі, приклад яких наведено на рис. 4.

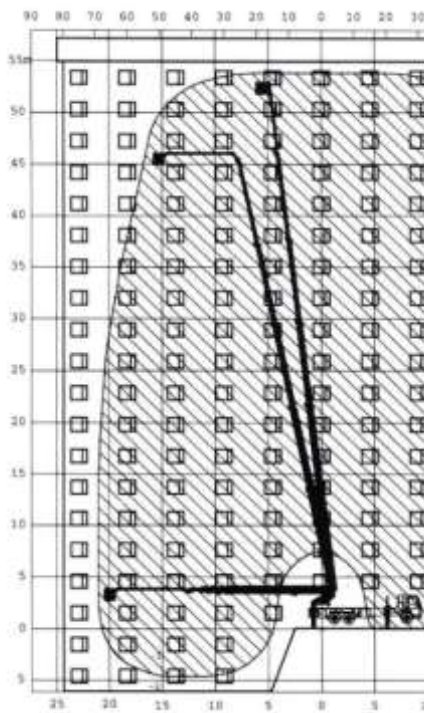


Рисунок 4 – Приклад проєкції епюр зони обслуговування пожежних автодрабин або автопідйомників на фасад висотної громадської будівлі

Джерело: розроблено авторами

Крім того, у проєкті стандарту наведено приклади окремих тактико-технічних характеристик пожежних автодрабин та автопідйомників, а також епюр зон

обслуговування фасадів висотних громадських будівель пожежно-рятувальною технікою.

Разом із тим залишаються питання, які потребують подальших досліджень та вивчення, в тому числі: із проведення натурних вогневих випробувань. Зокрема, це стосується пожежної безпеки фасадних систем, в тому числі вентиляційних та скляних; можливості вбудови в несучу огорожувальну конструкцію висотної будівлі пристроїв, призначених для використання поясного карабіна з метою страхування пожежника під час проведення пожежно-рятувальних робіт та саморятування. Нормативно не врегульовано питання організації рятування людей за допомогою транспортно-рятувальної кабіни пожежного вертольота, що є надзвичайно важливим під час організації процесу рятування людей з таких висотних будівель у великих містах.

Висновки та напрями подальших досліджень. За результатами проведених досліджень та аналізу зарубіжного досвіду щодо проєктування висотних громадських будівель висотою від 100 м до 150 м включно визначено нові вимоги пожежної безпеки до об'ємно-планувальних та конструктивних рішень, а також вимоги стосовно забезпечення евакуації людей та безпеки пожежно-рятувальних підрозділів.

1. Уперше встановлено:

- ряд нових термінів та визначень понять, які надають можливість уникнути неточностей під час улаштування інженерних систем, системи протипожежного захисту, а також ухвалити об'ємно-планувальні рішення під час проєктування висотних громадських будинків;

- вимоги пожежної безпеки щодо проєктування всередині об'єму висотної будівлі транспортних тунелів як частини міської транспортної мережі рейкового транспорту з відповідною інфраструктурою та обладнанням для управління його рухом;

- необхідність монтажу сухотрубів у тамбур-шлюзах незадимлюваних сходових кліток Н4;

- об'ємно-планувальні та конструктивні вимоги до машиномісць для зарядки електромобілів;

- необхідність скасування зонування внутрішніх водостоків для відведення дощових і талих вод, каналізації та блискавкозахисту для кожного вертикального протипожежного відсіку;

- вимогу щодо відстані від висотної громадської будівлі до пожежного депо, яка має бути не більше 1,5 км, або прибуття пожежно-рятувального підрозділу не повинно перевищувати 5 хв;

- що тривалість гасіння пожежі визначається розрахунком, але повинна складати, не менше ніж 240 хв.

2. Конкретизовано вимоги щодо забезпечення функціонування внутрішнього протипожежного водопроводу, автоматичних систем пожежогасіння, елементів водопровідних систем, у тому числі резервуарів із протипожежним запасом води. Визначено оновлені вимоги щодо зовнішнього протипожежного водопроводу, місць влаштування пожежних гідрантів та місць

підключення виведених назовні патрубків сухотрубів до протипожежної техніки.

3. Переглянуто принципи забезпечення евакуації людей з висотної громадської будівлі, забезпечення належної кількості пожежобезпечних зон, визначення їх площі, розміщення та комплектування їх засобами індивідуального захисту.

4. На основі аналізу зарубіжного досвіду обґрунтовано заходи щодо запобігання вертикальному поширенню пожежі між поверхами фасадом будівлі, а також наведено приклади конструктивних елементів протипожежних карнизів на межі вертикальних протипожежних відсіків на рівні міжповерхового перекриття.

5. Унаслідок проведених наукових досліджень визначено перспективні напрями подальших науково-дослідних робіт щодо підвищення рівня пожежної безпеки до висотних громадських будівель.

6. Відповідно до завдання Програми робіт з національної стандартизації на 2021 рік розроблено проєкт національного стандарту України ДСТУ XXXX:202X «Пожежна безпека. Проєктування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 53 с.
2. Skyscraper Diagram: Open Doar. URL : <https://cutt.ly/xYGIRR8> (last accessed : 04.10.2021).
3. Одинець А. В., Балло Я. В., Голікова С. Ю., Несенюк Л. П. Аналіз стану з пожежами у висотних будинках в Україні. *Науковий вісник : Цивільний захист та пожежна безпека*. 2020. № 2(10). С. 91–102.
4. Investigation of design parameters facade fire-fighting eaves for prevent the spread of fires on facade structures of high-rise buildings / Ya Ballo and other. *Fire Safety*. 2020. № 37. P. 16–23.
5. Башинський О., Пелешко М., Мошкола Я. Забезпечення пожежної безпеки торгово-розважальних центрів *Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності*. XIV Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів. Львів : ЛДУБЖД, 2019. С. 44–46.
6. Kutsevych V. Parking places built-into the lower ground floors of public buildings and structures. Architectural-planning and functional-technological requirements. *Українська академія мистецтва. Дослідницькі та науково-методичні праці*. № 39. 2020. С. 5–11.
7. Marija J.R., Milan Carević, Ivana Banjad Pečur. Fire protection of façades. *University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering*. Zagreb, Croatia. 2017. P. 26–35.
8. Fukuda R., Kurino H. Highly Efficient Semi-Active Oil Damper for Structural Control with Energy Recovery System. *16th World Conference on Earthquake* (Santiago, Chile). 2017. Vol. 2. № 3. P. 238–249.
9. Wang Dasui, Jiang Wenwei, Liu Mingguo. Design of Supertall Structures with Connected Towers the Structural Solution to the Development of Sky Cities. *International Journal of High-Rise Buildings, Singapore*. 2019. Vol. 8. № 3. P. 211–221.
10. Antony Wood. Rethinking Evacuation : Rethinking Cities. *CTBUH 9th World Congress Shanghai*, 2012. Issue III. P. 43–49.
11. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. [Чинний від 2019-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 43 с.
12. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 181 с.

13. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 53 с.
14. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015. 127 с.
15. ДСТУ EN 12101-6:2016. Системи протидимного захисту. Ч. 6. Технічні вимоги до систем зі створення різниці тисків, наказ УкрНДНЦ від 30.03.2016 р. № 93 / ТК 25, 2016. 149 с.
16. ДБН В.2.2-20:2008. Будинки і споруди. Готелі. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 37 с.
17. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 35 с.
18. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 224 с.
19. The Building Regulations 2020. Volume 2. Buildings other than dwellinghouses Approved Document B (Fire safety). Ministry of Housing, Communities & Local Government and Department for Levelling Up, Housing and Communities. URL : <https://www.gov.uk/government/publications/fire-safety-approved-document-b> (last accessed : 04.10.2021).
20. NFPA 5000 : Building Construction and Safety Code, 2018 Edition. URL: [https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/detail?code=5000](https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=5000) (last accessed : 04.10.2021).
21. Fire safety of multi-storey building facades / Y. Martin, S. Eeckhout, L. Lassoie, E. Winnepeninckx and B. Deschoolmeester Belgium. 2017. P. 58.
22. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 152 с.
23. ДСТУ EN 15004-10:2018. Стаціонарні системи пожежогасіння. Системи газового пожежогасіння. Ч. 10. Вогнегасна речовина IG-541 (EN 15004-10:2017, IDT; ISO 14520-15:2015, MOD), наказ УкрНДНЦ від 10.12.2018 р. № 473. 2018. 72 с.

REFERENCES

1. DBN V.2.2-41:2019. Vysotni budivli. Osnovni polozhennia. [High-rise buildings. Basic provisions] [Chynnyi vid 2020-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy [Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine], 2019. 53 p. [in Ukrainian].
2. Kyiv Skyscraper Diagram – Open Doar [Electronic resource]: Open Doar: Web-site / Nottingham: <http://skyscraperpage.com/diagrams/?cityID=769> [in English].
3. Odynets A.V., Ballo Ya.V., Golikova S.Iu., Nesenjuk L.P (2020). Analiz stanu z pozhzhamy u vysotnykh budynkakhv Ukraini [Analysis of the state of fires in high-rise buildings in Ukraine] Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhzhna bezpeka [Scientific Bulletin: Civil Protection and Fire Safety] No 2(10) p.p. 91–102. [in Ukrainian].
4. Ya Ballo, R Yakovchuk, V Nizhnyk, O Sizikov, A Kuzyk (2020). Investigation of design parameters facade fire-fighting eaves for prevent the spread of fires on facade structures of high-rise buildings 16–23 Fire Safety, №37 [in English].
5. O. Bashynskyi, M. Peleshko, Ya. Moshkola (2019). Zabezpechennia pozhzhnoi bezpeky torhovo-rozvazhalnykh tsentriv [Ensuring fire safety of shopping and entertainment centers]. XIV Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia molodykh vchenykh, kursantiv ta studentiv «Problemy ta perspektyvy rozvytku sysemy bezpeky zhyttiediialnosti» [International scientific-practical conference of young scientists, cadets and students "Problems and prospects of development of life safety system"] – Lviv: LDUBZhD. S. 44–46 [in Ukrainian].
6. V. Kutsevych (2020). Parking places built-into the lower ground floors of public buildings and structures. Architectural-planning and functional-technological requirements / Ukrainska akademiia mystetstva. Doslidnytski ta naukovy-metodychni pratsi, [Ukrainian Academy of Arts. Research and scientific-methodical works] №39, p.p. 5–11 [in English].
7. Marija J.R., Milan Carević, Ivana Banjad Pečur (2017) Fire protection of façades, University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering Zagreb, Croatia p.p. 26–35 [in Croatian].
8. Fukuda R, Kurino H. (2017). Highly Efficient Semi-Active Oil Damper for Structural Control with Energy Recovery System. 16th World Conference on Earthquake, Santiago, Chile [in English].
9. Wang Dasui, Jiang Wenwei, Liu Mingguo et al. (2018) “Analysis and design of a triple high-rise tower: Nanjing Golden Eagle plaza.” 43rd Conference on Our World in Concrete & Structures, Singapore, pp. 75–86 [in English].
10. Antony Wood (2012). Rethinking Evacuation: Rethinking Cities CTBUH 9th World Congress 2012, Shanghai, pp. 444–449 [in English].
11. DBN V.2.2-9:2018. Hromadski budynky ta sporudy. Osnovni polozhennia (2019). [Public buildings and structures. Substantive provisions] [Chynnyi vid 2019-06-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy [Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine]. 43 p. [in Ukrainian].
12. DBN V.2.2-15:2019. Zhytlovi budynky. Osnovni polozhennia (2019). [Residential buildings. Substantive provisions] [Chynnyi vid 2019-12-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy [Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine]. 181 s. [in Ukrainian].
13. DBN V.2.2-41:2019. Vysotni budivli. Osnovni polozhennia (2019). [High-rise buildings. Basic provisions] [Chynnyi vid 2020-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy [Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine], 53 s. [in Ukrainian].
14. DBN V.2.5-56:2014. Systemy protypozhezhnoho zakhystu (2015). [Fire protection system] [Chynnyi vid 2015-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy [Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine]. 127 s. [in Ukrainian].
15. DSTU EN 12101-6:2016. Systemy protydyimnoho zakhystu (2016). Chastyna 6. Tekhnichni vymohy do system zi stvorennia riznytsi tyskv [Smoke protection systems. Part 6. Technical requirements for pressure difference systems] Nakaz UkrNDNTs vid 30.03.2016 № 93 / ТК 25. 149 s. [in Ukrainian].
16. DBN V.2.2-20:2008. Budynky i sporudy. Hoteli (2019). [Houses and buildings. Hotels] [Chynnyi vid 2019-10-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy [Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine]. 37 p. [in Ukrainian].
17. DBN V.1.1-7:2016. Pozhezhna bezpeka ob'ektiv budivnytstva. Zahalni vymohy (2017). [Fire safety of construction sites. General requirement][Chynnyi vid 2017-06-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy [Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine]. 35 p.

18. DBN B.2.2-12:2019. Planuvannya i zabudova terytorii (2019). [Planning and development of the territory]. Nakaz vid 26.04.2019 № 104 Pro zatverdzhennia DBN B.2.2-12:2019 Planuvannya i zabudova terytorii [Chynnyi vid 2019-10-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy [Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine]. 224 p. [in Ukrainian].
19. The Building Regulations, Volume 2 – Buildings other than dwellinghouses Approved Document B (Fire safety) 2020, 81 p
20. NFPA 5000: Building Construction and Safety Code, 2018 Edition 424 p. [in English].
21. Fire safety of multi-storey building facades / Y. Martin, S. Eeckhout, L. Lassoie, E. Winnepenninckx and B. Deschoolmeester (BBRI) 64 p. [in English].
22. DBN V.2.5-74:2013. Vodopostachannia. Zovnishni merezhi ta sporudy. Osnovni polozhennia proektuvannia (2014). [Water supply. External networks and structures. The main provisions of the design], Nakaz vid 08.04.2013 № 133 [Chynnyi vid 2014-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy [Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine], 2014. 89 p. [in Ukrainian].
23. DSTU EN 15004-10:2018. Statsionarni systemy pozhezhohasinnia. Systemy hazovoho pozhezhohasinnia. Chastyna 10. Vohnehasna rechovyna IG-541 [Stationary fire extinguishing systems. Gas fire extinguishing systems. Part 10. Extinguishing agent] (EN 15004-10:2017, IDT; ISO 14520-15:2015, MOD), Nakaz vid 10.12.2018 № 473, 2018 57 p. [in Ukrainian].

FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR HIGH-RISE PUBLIC BUILDINGS WITH A CONDITIONAL HEIGHT OF 100 M TO 150 M

Ya. Ballo, S. Golikova, O. Sizikov, O. Zhikharev, O. Savchenko, L. Nesenyuk

Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Ukraine

KEYWORDS

fire safety of high-rise public buildings, space planning and design solutions, measures to limit the spread of fire on the façade, safety conditions for fire and emergency units, safe evacuation of people

ANNOTATION

Based on the results of analytical research, fire safety requirements for high-rise public buildings with a conditional height of 100 m to 150 m inclusive during their design, in particular regarding the planning of the territory and placement of high-rise buildings, requirements for spatial planning solutions, design solutions and materials, engineering systems, fire protection systems, ensuring the safe evacuation of people. The paper outlines the provision of safety conditions for fire and rescue squadrons. The results of investigations during the consideration of measures to limit the spread of fire on the facade of buildings and the corresponding constructive requirements are given. Improved requirements for ensuring the functioning of internal fire water supply, automatic fire extinguishing systems, elements of water supply systems, including tanks with fire water supply are substantiated. The updated requirements for the external fire-fighting water supply system, the places of installation of fire hydrants and the places of connection of the outlet pipes of the dry pipes to the fire-fighting equipment are determined. Based on the analysis of foreign experience and own calculations, measures to prevent the vertical spread of fire between floors on the facade of the building are substantiated and examples of structural elements of fire eaves on the border of vertical fire compartments at the level of the floor are given. Research identified promising areas for further research to increase the level of fire safety to high-rise public buildings. The requirements included in the draft national standard of Ukraine were developed taking into account international experience in the design of such buildings and the current level of scientific and technological development in the field of fire safety.