

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Академія будівництва України
Інженерна Академія України

В. М. Першаков, А. О. Бєлятинський, Є. А. Бакулін,
Г. І. Болотов, І. О. Попович

ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Монографія

Частина 2

ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ВІД ДІЇ ВОГНЮ

Під загальною редакцією
д.т.н., професора В. М. Першакова

Київ 2017

УДК 624.04.69.032.22(02)

ББК Н702.3

Д 70

Автори: В. М. Першаков – д-р техн. наук, проф.;
А. О. Белятинський – д-р техн. наук, проф.;
Є. А. Бакулін – к.т.н., доц.;
Г. І. Болотов – к. арх., доц.;
І. О. Попович – аспірант, асистент, магістр з будівництва.

Рецензенти:

С. І. Білик – д-р техн. наук, проф. (Київський національний університет будівництва і архітектури);

А. І. Білеуш – д-р техн. наук, проф., голов. наук. співроб. (Інститут гідромеханіки НАН України);

О. І. Давиденко – д-р техн. наук, проф. (Національний університет біоресурсів і природокористування).

Рекомендовано до видання науково-технічною радою Національного авіаційного університету (протокол № 9 від 10.12. 2015 р).

Першаков В. М.

П 279 **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. Белятинський, Є. А. Бакулін, Г. І. Болотов, І. О. Попович. Під заг. ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова. – К.: НАУ, 2017. – 272 с.

У монографії розглянуті причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню, а також аналіз гасіння пожеж та порятунок людей з висотних будівель при пожежі. Наведено огляд публікацій і нормативної документації з питань протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель.

Для наукових та інженерно-технічних фахівців, співробітників науково-дослідних, проектних, будівельних організацій, а також аспірантів і студентів будівельних вищих навчальних закладів і факультетів.

ISBN 978-966-2071-37-5

УДК 624.04.69.032.22(02)

ББК Н702.3 Д 70

© Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А.,
Болотов Г. І., Попович І. О., 2017

© НАУ, 2017

З М І С Т

ВСТУП	4
ТЕРМІНИ ТА ПОЗНАЧЕННЯ	11
1. ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ВІД ДІЇ ВОГНЮ	15
1.1. Антологія всесвітніх пожеж	15
1.2. Пожежи - катастрофи всесвітньої історії.....	18
1.3. Статистика всесвітніх пожеж	29
1.4. Стихія Вогню	36
1.5. Пожежа в висотній будівлі "Грозний-Сіті"	39
1.6. Запаморочливі фото з будівництва хмарочосів Нью-Йорка	41
2. АНАЛІЗ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ	47
2.1. Протипожежний захист висотних будівель.....	47
2.2. Основні вимоги до вогнестійкості висотних будівель.....	53
2.3. Аналіз причин та наслідків руйнування висотних будівель внаслідок дії вогню	55
2.4. Специфіка пожежної небезпеки висотних будівель.....	62
2.5. Системи протипожежного захисту висотних будівель.....	64
2.6. Трагедії пожеж висотних будівель світу	66
2.7. Визначення наслідків пожежі та пожежний ризик	67
2.8. Пожежо-і вибухобезпечність	69
2.9. Ступінь вогнестійкості будівель та споруд	85
2.10. Пожежна небезпека, вогнестійкість висотних будівель.....	92
2.11. Пожежна безпека.....	95
2.12. Класифікація пожеж.....	114
2.13. Технічні та організаційні протипожежні заходи	126
2.14. Пожежі багатоповерхових будівель	139
2.15. Американська архітектурна школа	144
2.16. Новітні вогнезахисні будівельні конструкції	147
3. АНАЛІЗ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ПОРЯТУНОК ЛЮДЕЙ З ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ПРИ ПОЖЕЖІ	154
3.1. Гасіння пожеж в будівлях підвищеної поверховості	154
3.2. Порятунок людей з висотних будівель при пожежі	163
3.3. Вогнестійкість багатоповерхових будівель	182
3.4. Причини виникнення і види пожеж	198
3.5. Безпечна висота – будівництво хмарочосів.....	204
3.6. Забезпечення пожежної безпеки висотних будівель	211
3.7. Поверховість і ступінь вогнестійкості	219
3.8. Проблеми евакуації людей з висотних будівель при пожежах	221
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	230
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	253

Того, хто не задумується о далеких трудностях,
непременно поджидають близкие неприятности.
Конфуций

ВСТУП

Забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної політики будь-якої країни щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього природного середовища. Кожна пожежа має негативні наслідки як безпосередньо для людини, що постраждала, так і для суспільства в цілому. Пожежі безпосередньо спричиняють знищення матеріальних цінностей, створюють загрози життю та здоров'ю людей, але головне – наносять значну, а іноді і невилправну шкоду навколишньому природному середовищу.

Наприкінці ХХ століття на землі щорічно реєструвалось близько 7 млн. пожеж, при яких загинуло майже 70 тис. людей. Насправді, пожеж на планеті виникає набагато більше, але багато пожеж (особливо дрібні) з різних причин не реєструються.

Всесвітній центр пожежної статистики, що діє в рамках ООН, щорічно публікує звіти порівняльного аналізу про витрати, пов'язані з ліквідацією наслідків пожеж у різних країнах світу. Дані світової статистики свідчать, про те, що за останні 10 років кількість пожеж зростає майже втричі, кількість знищених вогнем будівель – більш ніж у 8 разів, а динаміка загибелі людей на пожежах має загальну тенденцію до зростання. За даними статистики, тільки протягом однієї доби в Україні в середньому виникає 110-120 пожеж, на яких гинуть 5-7 людей, а 4-6 – отримують травми різного ступеня тяжкості, щотижня пожежі руйнують або пошкоджують 600-700 будівель. Світова статистика свідчить про те, що прямі збитки від пожеж у середньому становлять 0,2-0,3% валового внутрішнього продукту відповідної країни.

Відповідно даних світової статистики на одного загиблого в умовах пожежі припадає 25-30 травмованих, які дістали опіки та травми різного ступеня. Втрати на лікування людей, що зазнали опікових травм на пожежах і потребують тривалого та дорогого

лікування, становлять близько 21% загальних збитків заданих пожежами.

Згідно з прогнозами, зробленими на основі пожежної статистики, у світі протягом року може загинути на пожежах 225 тис. людей, 2 млн. 250 тис. людей - отримати каліцтво, 4,5 млн. - тяжкі опікові травми. Крім того, статистика свідчить, що при зростанні чисельності населення на 1% кількість пожеж збільшується приблизно на 5 %, а збитки від них зростають на 10%.

Сьогодні, коли людство увійшло в третє тисячоліття своєї багатовікової історії, питання пожежної безпеки залишаються актуальними. Кожних п'ять секунд на земній кулі виникає пожежа, а в Україні - кожних 10 хв. Протягом однієї доби в Україні виникає 120-140 пожеж, в яких гинуть 6-7, отримують травми 3-4 людини; вогнем знищується 32-36 будівель, 4-5 одиниць техніки. Щодобові збитки від пожеж становлять близько 500 тис. грн.

Незважаючи на значні досягнення у науково-технічній сфері, людством ще не знайдено абсолютно досконалих засобів щодо забезпечення пожежної безпеки. Проблема пожеж стає глобальною за своїми масштабами, зачіпає не тільки національні, але і міжнародні інтереси. В умовах сучасного техногенного середовища – фінансові, трудові та матеріальні збитки від пожеж стають обтяжливими для економік країн світу.

Для забезпечення ефективного протипожежного захисту щорічно кожна країна виділяє все більше коштів на фундаментальні дослідження, утримання пожежної охорони та профілактику пожеж. Відповідно пожежі та їхні наслідки завдають значної шкоди всій світовій економіці. Таким чином, з точки зору соціальних, економічних і екологічних втрат суспільства від наслідків пожеж, актуалізує проблему забезпечення ефективного протипожежного захисту безпеки людей, матеріальних цінностей та збереження екологічного середовища кожної країни.

Аналіз пожежної небезпеки показує, що в Україні щорічно виникає більш ніж 50 тис. пожеж, у яких гинуть люди, а матеріальний збиток перевищує 20 млн. грн., побічні збитки в 20 разів більші. Значною мірою така тривожна статистика обумовлена зростанням пожежної небезпеки будинків і споруд, які зводяться та експлуатуються за рахунок зміни технології виробництва, підвищення поверховості і щільності забудови,

зміни традиційних і матеріалоемних технологій зведення будинків на нові прогресивні технології з ефективними будівельними матеріалами з дерева, пластмас, полімерів, металу і т.і. Перераховані вище матеріали високо чутливі до впливу високих температур і вогню. Так, дерев'яні і пластмасові будівельні матеріали і конструкції під дією високих температур спроможні горіти, виділяючи значну кількість тепла і токсичних речовин. Металеві конструкції при вогневому впливі швидко прогріваються до критичних температур, що веде до втрати несучої спроможності та руйнування.

Як показує практика, горючість застосовуваних матеріалів і низька межа вогнестійкості будівельних конструкцій є основними причинами значного матеріального збитку і загибелі людей при пожежах. Тому зниження горючості матеріалів і підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій є актуальною науково-технічною проблемою, складовою частиною Державної програми забезпечення пожежної безпеки України.

Зростаюча кількість пожеж і пожежонебезпека будинків і споруд ставить необхідність проведення спеціальних профілактичних заходів. Проте розробка ефективних заходів багато в чому залежить від правильної оцінки пожежної небезпеки матеріалів і вогнестійкості конструкцій. Для визначення характеру поведінки матеріалу і конструкції, оцінки застосовуваних засобів вогнезахисту проводять вогневі і високотемпературні випробування.

У світовій практиці в даний час оцінка пожежної небезпеки будівельних матеріалів досліджується більш ніж по 200 методиках. Заслужують на увагу методи оцінки горючості матеріалів у розвинутих країнах: Великобританії, Німеччині, Франції, США і країнах СНД. На жаль, при загальній тенденції по розробці єдиних оцінних показників пожежонебезпеки матеріалів існують й істотні розходження і протиріччя в їхньому визначенні. Тому оцінка матеріалів по пожежонебезпеці ведеться в різних країнах за різноманітними методиками, що викликає серйозні протиріччя. Так, при визначенні одного з найважливіших критеріїв - горючість, через різноманіття і розходження методичного підходу, практично, не можливо говорити про одержання однозначних результатів і їхньої надійності, що ускладнює і стримує міжнародне співробітництво.

Неможливість прогнозу поведження матеріалів в умовах пожежі підтверджується і катастрофічним збільшенням росту пожеж, із розширенням міжнародних зв'язків в області застосування нових матеріалів у будівництві.

Вогнестійкість і її межа в загальному плані характеризують накопичення і прояв небезпечних чинників пожежі. Оцінку вогнестійкості будівельних конструкцій ведуть по двох напрямках - це експериментальні методи оцінки об'єктів, конструкцій моделей, зразків і розрахункові методи оцінки вогнестійкості конструкцій.

Розробкою методології вогневих іспитів матеріалів і конструкцій у даний час займаються ряд міжнародних дослідницьких центрів й іспитових станцій. Їхню роботу і спрямованість досліджень координує Робоча група 15 Міжнародної ради по будівництву (МРБ). У Західній Європі питаннями пожежної безпеки будинків і споруд займаються такі головні організації: Європейський комітет по стандартизації, Європейське економічне співтовариство (ЄЕС), Комітет за узгодженням результатів досліджень (LDA).

У країнах СНД дослідженням вогнестійкості будівельних конструкцій займаються головні центри: Всеросійський науково-дослідний інститут протипожежної оборони (ВНДПО), Центральний науково-дослідний інститут будівельної промисловості ім. В. А. Кучеренка (ЦНДІБП), Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки (УкрНДІПБ) та ін.

Аналіз методів оцінки вогнестійкості конструкцій показав, що поряд із достоїнствами методів, що рекомендуються, вони мають і істотні недоліки: значний розкид отриманих даних (20% і більше), висока вартість, трудомісткість робіт, мала ефективність по накопиченню й узагальненню даних і т.д.

У зв'язку зі значним зношенням основних фондів в країні, а отже і зі зростаючою кількістю аварійних ситуацій техногенного характеру забезпечення конструктивної безпеки будівельних систем набуває все більшого значення.

Статистика показує, що 80% випадків аварій, що трапляються на будівництві з обваленням несучих конструкцій об'єкта, виникають у наслідок людських помилок, що допускаються при проектуванні, зведенні та експлуатації будівлі чи споруди. Ці помилки формують внутрішній (об'єктний) ризик

аварій, від величини якого залежить тривалість експлуатації (ресурс) споруди. Крім техногенних факторів (вибухи, *пожежі*, транспортні аварії, падіння кранів, локальні перевантаження конструкцій, помилки проєктантів, недбалість будівельників та ін.), існують також і природні фактори (сейсміка, виникнення карстових провалів в основах будівель, зсуви, урагани і т. д.), через вплив яких можливе виникнення часткової або повної руйнації будівлі.

Зношення та пошкодження несучих конструкцій чи їх зв'язків і, як наслідок, зміна міцності, жорсткості елементів розрахункових схем призводять до зниження конструктивної безпеки споруди. При найгіршому поєднанні негативних обставин вони призводять до раптової відмови та прогресуючого обвалення.

В теперішній час в Україні вирішенню даної проблеми стало приділятися все більше уваги. Але головна частина наукових публікацій носять постановочний (представницький) характер. Також відомо, що врахування та дотримання всіх вимог нормативних документів не забезпечує необхідний рівень надійності будівлі. Норми встановлюють лише мінімальний рівень безпечної експлуатації та довговічності конструкцій, використовуючи комплекс коефіцієнтів, що до теперішнього часу залишаються емпіричними. Фактично ці коефіцієнти забезпечують на стадії проєктування конструкцій їх експлуатаційний ресурс.

Настання аварійного стану будівлі чи споруди передбачає наявність зовнішньої причини техногенного (вибуху, *пожежі*, терористичного акту тощо) або природно-кліматичного характеру (землетрусу, урагану, цунамі, зсуву, селі тощо). Зовнішні причини при невідгідному сполученні з внутрішніми причинами (дефекти проєктування і будівництва, деградації або неякісних будівельних матеріалів і т.д.) призводить до обвалення несучих конструкцій будівель і споруд. Діючі в даний час норми не передбачають «захист» у вигляді відповідних коефіцієнтів запасу і надійності, а від факторів ризику, пов'язаних з комбінованими аварійними впливами такого «захисту» не передбачено. Однак, останнім часом значно зросла кількість комбінованих аварійних впливів з усе більш важкими соціальними й економічними наслідками. Тому всебічна оцінка

дії аварійних навантажень на будівельні конструкції є вкрай необхідною умовою для вибору оптимальних рішень щодо забезпечення «живучості» будівель і споруд.

Відсутність обгрунтованої методики розрахунку окремих елементів і систем, що піддаються комбінованим аварійним впливам, часом призводять до необгрунтовано завищеним запасам міцності і, як наслідок, до істотної перевитрати матеріалів, але і зневага таким розрахунком часто призводить до тяжких соціальних наслідків і великого матеріального збитку. Проектні розробки, що враховують комбіновані навантаження і ймовірність їх виникнення, дозволяють підвищити «живучість» будівель при аварійних впливах.

Останнім часом проблема ризику набула дуже серйозного значення і до теперішнього часу привертає все зростаючу увагу фахівців різних областей знань. Це поняття настільки притаманне як безпеці, так і надійності, що терміни «надійність», «небезпека» і «ризик» часто суміщають.

Основною метою аналізу надійності і пов'язаною з нею безпекою є зменшення відмов (в першу чергу травмонебезпечних) і пов'язаних з ними людських жертв, економічних втрат та порушень у навколишньому середовищі.

Запропонована монографія **ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ** носить оглядовий характер і складеться з чотирьох частин.

Частина 1. **ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ.** Розглядаються терміни та позначення, історія створення та розвитку висотного будівництва та цивільної інженерії. Приведені найвищі та рекордні, найкращі та унікальні висотні будівлі світу. Викладено тенденції розвитку висотного домобудування.

Частина 2. **ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ВІД ДІЇ ВОГНЮ.** Розглядаються причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню, а також аналіз гасіння пожеж та порятунок людей з висотних будівель при пожежі. Наведено огляд публікацій і нормативної документації з питань протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель.

Частина 3. КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВИХ СТРУКТУР ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ. Наведено огляд публікацій з всесвітнього досвіду конструювання висотних будівель. Розглянута еволюція конструктивних систем і схем: від споруд підвищеної поверховості до надвисоких хмарочосів сучасності. Викладено особливості проектування об'ємно-просторових структур і архітектурно-конструктивних рішень.

Частина 4. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ, КОНСТРУЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ. Викладено особливості методів розрахунку, конструювання каркасів висотних будинків з урахуванням пожежної небезпеки та вогнестійкості. Наведено експериментальні дослідження, чинні рекомендації та норми з урахуванням протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель. Обґрунтовано проблему і виявлено завдання досліджень із живучості, надійності, стійкості, сейсмостійкості, безпеки, технічного стану конструкцій каркасів висотних будівель.

На закінчення хочеться відзначити, що, в цілому, монографія спрямована на структурування існуючих підходів до вирішення задач по проблемам протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель, стійкості будівель до прогресуючого обваллення, що виправдано тенденцією забезпечення безпеки будівельних об'єктів для людей і навколишнього середовища. Забезпечення безаварійної експлуатації споруджуваних і існуючих висотних будівель передбачає вміння прогнозувати їх поведінку при виникненні аварійної ситуації (часткова втрата несучої здатності, пожежа, землетрус і т. ін.).

Монографія (частина 2) складена авторським колективом Національного авіаційного університету та Національного університету біоресурсів і природокористування: В. М. Першakov д.т.н., проф. (розділи: вступ, 1.3; 2.1-2,16; 3,1-3,9, список літератури, загальна редакція); А. О. Белятинський д.т.н., проф. (розділи: вступ, 2.1- 2,8); Є. А. Бакулін к.т.н., доц., (розділи: терміни та позначення, вступ, 1.1,1.2, 2,1-2,9; 3,1-3,9); Г. І. Болотов – к. арх., доц., (обкладинки, розділи 1.4,1.5; 2,9-2,16), І. О. Попович – аспірант, асистент, магістр з будівництва (розділи: 2.1-2,16, список літератури).

Автори вважають своїм обов'язком висловити велику подяку рецензентам: д.т.н., проф. С. І. Білику, д.т.н., проф. А. І. Білеушу,

д.т.н., проф. О. І. Давиденко за допомогу, цінні поради та зауваження при підготовці розділів монографії.

ТЕРМІНИ ТА ПОЗНАЧЕННЯ

Аварія – раптова подія, така як потужний вихід небезпечних речовин, пожежа або вибух, внаслідок порушення експлуатації підприємства (об'єкта), що призводить до раптової загрози життю і здоров'ю людей, оточуючому середовищу, матеріальним цінностям на території підприємства та/або за його межами.

Блок технологічний - апарат (обладнання) або група (з мінімальною кількістю) апаратів (обладнання), які одночасно можуть бути відключені (ізольовані) від технологічної системи без небезпечних змін режиму, що призводять до розвитку аварії.

Вогнестійкість, за визначенням, це – здатність об'єктів чинити опір СНІ типу «робоче навантаження – пожежа».

Важкогорючі речовини і матеріали – речовини і матеріали, здатні горіти у повітрі під час дії зовнішнього джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти після його видалення.

Вогнегасна речовина – речовина або однорідна суміш, яка за своїми фізико-хімічними властивостями придатна до застосування в технічних засобах задля припинення горіння.

Вогнестійкість конструкції ($\tau_{f,r}$) – час, протягом якого конструкція зберігає свої несучі і захисні функції в умовах комбінованої особливої дії робочого навантаження і високих температур пожежі. Фактично, «вогнестійкість» є окремим випадком загальнішого поняття «Стійкість об'єктів проти прогресуючого обвалення при СНІ за участю пожежі».

Для випадку оцінки стійкості об'єктів проти ПР при СНІ за участю пожежі, при розгляді можливості зіткнення літака з будівлею, мова йде про «стійкість об'єкту проти ПР при СНІ типу «удар-вибух-пожежа» і т. д. *Загальний підхід до оцінки стійкості об'єктів проти прогресуючого обвалення при СНІ за участю пожежі.*

Вибух – швидке екзотермічне хімічне перетворення вибухонебезпечного середовища, що супроводжується виділенням енергії і утворенням стиснених газів, здатних виконувати роботу.

Виробниче приміщення - замкнутий простір у спеціально призначеному будинку (споруді), в якому по змінах або періодично (протягом робочого дня) здійснюється трудова діяльність людей.

Границя поширення вогню - це проміжок часу (в годинах або хвилинах) від початку вогневого стандартного випробування зразків до настання будь-якої з ознак, які характеризують поширення вогню по конструкціях.

Горюча речовина (горючий матеріал) – речовина (матеріал), здатна (здатний) до участі у горінні в ролі відновника.

Дифузійне горіння – горіння за умов, коли горюча речовина і окисник розділені зоною горіння.

Система пожежної безпеки – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збиткам від неї.

Пожежобезпека об'єкта – стан об'єкта, за якого з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. З правової точки зору, термін "пожежна безпека" можна розглядати як стан захищеності особи, майна, об'єкта, населеного пункту, регіону, держави від пожеж.

Рівень забезпечення пожежної безпеки – кількісна оцінка попереджених збитків у разі можливої пожежі. Для оцінки ймовірності виникнення пожежі (вибуху) на діючих підприємствах або об'єктах, що будуються, будівлях, спорудах необхідно мати статистичні дані про час існування різних **пожежо-вибухонебезпечних подій**, тобто таких подій, реалізація яких призводить до утворення горючого середовища й виникнення джерела запалювання.

Запобігання аваріям будівель і споруд – час, протягом якого характерна група конструкцій зберігає свої несучі, захисні функції в умовах комбінованих особливих дій (*СНІ*), пропонується називати стійкістю **характерної групи конструктивних елементів при СНІ**.

Стійкістю будівлі проти прогресуючого обвалення при СНІ ($D_{снe, r}$) – час, протягом якого будівля в цілому чинить опір дії небезпечних чинників *СНІ* до початку прогресуючого руйнування.

Стійкість конструкції при СНІ за участю пожежі ($\tau_{chr,r}$) – час, протягом якого конструкція зберігає свої несучі і захисні функції в умовах СНІ за участю пожежі.

Стійкість будівлі проти прогресуючого обвалення при СНІ за участю пожежі ($D_{снe,r}$) – час, протягом якого будівля в цілому чинить опір дії небезпечних чинників СНІ без втрати загальної стійкості і геометричної незмінності. Стійкість будівлі визначається стійкістю при СНІ його основних конструкцій.

Зовнішня установка – установка, розміщена поза приміщеннями (зовні будинків), просто неба, або під дахом чи за сітчастими захисними конструкціями.

Категорія за вибухопожежною та пожежною небезпечкою (будинку, приміщення) – класифікаційна характеристика вибухопожежної та пожежної небезпеки будинку (приміщення), що визначається кількістю та пожежо-вибухонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) в них, з урахуванням особливостей технологічних процесів, розміщених у них виробництв.

Легкозаймиста рідина (ЛЗР) – горюча рідина з температурою спалаху не більше 61 °С у закритому тиглі або 66 °С у відкритому тиглі. Особливо небезпечними називають легкозаймісті рідини з температурою спалаху не більше 28 °С.

Масова швидкість вигорання – втрата маси матеріалу (речовини) під час горіння за одиницю часу з одиниці поверхні за встановленими умовами випробування.

Нижня (верхня) концентраційна межа поширення полум'я – мінімальний (максимальний) вміст горючої речовини в однорідній суміші з окислювальним середовищем, за якого можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

Пожежна безпека - це стан захищеності особистості, майна, суспільства і держави від пожеж.

Пожежа – позарегламентний процес знищення або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для живих істот і довкілля.

Пожежна небезпека об'єкта – сукупність чинників, які зумовлюють можливість виникнення та (або) розвитку пожежі на об'єкті.

Пожежечне навантаження – кількість теплоти, що може виділитися в разі повного згоряння всіх горючих матеріалів, які є у приміщенні або іншому просторі, включно з покриттями стін, перегородок, підлоги та стелі.

Питома пожежечне навантаження – пожежечне навантаження, що припадає на одиницю площі підлоги приміщення, будинку чи споруди.

Противопожежний відсік – частина простору будинку чи споруди, виділена протипожежними перешкодами.

Противопожежна секція – частина протипожежного відсіку, відокремлена від інших частин протипожежного відсіку огороджувальними конструкціями з нормованими межами вогнестійкості та поширення вогню по них.

Противопожежна перешкода – конструкція у вигляді стіни, перегородки, перекриття або об'ємний елемент будинку, призначений для стримування розвитку пожежі до прилеглого приміщення.

Складське приміщення – спеціально обладнане ізольоване приміщення основного виробничого і допоміжного призначення для накопичення, зберігання готової продукції і оперативного виконання заявок споживача на неї.

Теплота згоряння масова – кількість теплоти, виділеної внаслідок повного згоряння матеріалу (речовини) у розрахунку на одиницю його маси.

Температура спалаху – найменша температура конденсованої речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюється пара, здатна спалахувати у повітрі від зовнішнього джерела запалювання; при цьому стійке горіння не виникає.

Установка – сукупність обладнання (апаратів), що виконує певну функцію у технологічному процесі.

Час перекивання – проміжок часу від початку потрапляння горючих рідин або газу з трубопроводу внаслідок перфорації, розриву, зміни номінального тиску тощо до повного припинення потрапляння вказаних речовин у приміщення.

1. ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ВІД ДІЇ ВОГНЮ

1.1. Антологія всесвітніх пожеж

Найвідоміша пожежа в всесвітній історії відома як «Велика Римська пожежа» у 64 році н. е. На сьогодні відомо багато версій виникнення пожежі від спланованої акції імператора Рима Нейрона до підпалу міста християнами. Але достовірно відомо, що пожежа полихала п'ять днів і знищила десять з чотирнадцяти районів Рима. Полум'я швидко розповсюджувалось по вузьким вулицям Рима, в яких утворювалась додаткова тяга, це не залишало будь-яких шансів на порятунок жителів міста, див. рис.1.1.

Достовірно не відомо про кількість загиблих в пожежі. За деякими оцінками, вважається, що загинуло понад 40% жителів міста. Фактично центральна частина міста була знищена вщент.



Рис.1.1. Картина «Велика Римська пожежа»

В історії відомо про дві масштабні пожежі в Лондоні у 1212 та 1666 роках. Пожежа 1212 року менш відома, хоча достовірно

відомо, що полум'я знищило третину міста, а кількість загиблих в пожежі становило більш 3 тисяч жителів. Пожежа повністю знищила район міста Саутворк, див. рис. 1.2.

Про пожежу в 1666 році є значно більше інформації, оскільки пожежа вважається найбільшим катастрофічним явищем Лондона. Пожежа тривала чотири дні, вщент згоріло 13200 будинків. Хоча вважається, що Велика Лондонська пожежа зробила і добру справу, позбавивши місто від трущоб, які кишіли чумою та її носіями пацюками.



Рис. 1.2. Картина. Пожежа в Лондоні, район Саутворк, 1212 р.

Масштабна пожежа в Чикаго привела до знищення майже всього міста. Вона сталась наприкінці осені 1871 р., див. рис. 1.3. Згоріло понад 17 тисяч будівель. Вогняна стихія розповсюджувалась занадто повільно, тому кількість жертв відносно не велика - понад 300 жителів. Але, подальша люта зима привела до значної загибелі погорільців, які залишилися без даху над головою. Вважається, що винуватцем трагедії стало сімейство О`Лири, у сараї яких і сталось рокове загорання.



Рис 1.3. Гравюра. Пожежа в Чикаго, 1871 р.

Майже одночасно з пожежею у Чикаго у 1871 році сталась пожежа у невеликому місті Пештиго. Всього у декількох сотнях миль від Чикаго загорілось маленьке містечко Пештиго, а разом із ним величезний лісовий масив. Ця подія увійшла в історію, як найбільша лісова пожежа світу. Полум'я охопило площу у 5180 квадратних кілометрів, до тла згоріло 17 міст. Кількість жертв так і не вдалось підрахувати із-за віддаленності району. Деякі дані свідчать про загибель понад 2500 людей.

У Пештиго загинули всі жителі міста. Вогняні смерчі більше тижня носились по містам, знищуючи все на своєму шляху. Допомогу потерпаючим практично не можливо було надати так, як всі сили пожежних, було направлено у Чикаго.

У 1923 році в м. Токію, за наслідками землетрусу сталась потужна пожежа. Сильний вітер розносив вогняні смерчі з великою швидкістю на значні відстані. Тільки на одній центральній площі Токію від чадного газу отруїлось більше 40 тисяч мешканців міста. За офіційними даними внаслідок землетрусу та катастрофічної пожежі загинуло понад 174 тисячі жителів і більш ніж 500 тисяч зникло безвісті. Місто Токію було повністю зруйновано, див. фото 1.4.



Рис 1.4. Пожежа в Токіо, 1923 р.

1.2. Пожежі - катастрофи всесвітньої історії

Пожежа в 22-х поверховій будівлі готелю в Сеулі (Південна Корея). 25 грудня 1971 року став найбільшим з усіх пожеж у готелях підвищеної поверховості (рис.1.5). Пожежа почалася на кухні кафетерію на другому поверсі будівлі. За нейлонових завіс на вікнах, синтетичних килимах, через сходові клітки та шахти ліфтів вогонь з надзвичайною швидкістю став поширюватися на верхні поверхи, перетворюючи будівлю в палаючий смолоскип. Відбулося обвалення конструкцій сходових кліток і перекриттів на декількох поверхах. З 296 чоловік, що знаходилися в готелі в момент виникнення пожежі, загинув 164 і 58 осіб отримали опіки і отруєння димом. У гасінні цієї пожежі брали участь пожежні команди, поліцейські та армійські частини.

Пожежа в 32-поверховому хмарочосі (Мадрид, Іспанія, 2005 рік) (рис.1.6). Як не парадоксально, але саме цей випадок є прикладом ефективності сучасної системи протипожежного захисту (СПЗ) будівель. Справа в тому, що даний 32-х поверховий будинок в Мадриді (Іспанія)

знаходився на ремонті. У зв'язку з цим, система протипожежного захисту будівлі не функціонувала.



Рис. 1.5. Пожежа в 22-поверховій будівлі готелю (Сеул, 1971 р.)

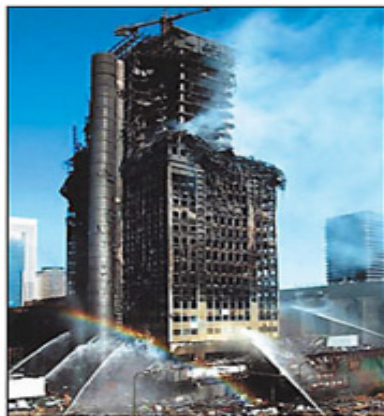


Рис.1.6. Наслідки пожежі 32-х поверховій будівлі (Мадрид, Іспанія, 2005 р.)

Відсутність нормально функціонуєчої СПЗ висотної будівлі і призвело до того, що пожежа, що почалася у верхніх поверхах будівлі, без перешкод перекинувся на всю будівлю і фактично привела у стан, який не підлягав відновленню. Пожежа повністю знищила 32-х поверховий хмарочос "Віндзор", висотою 106 м. Займання сталось на 21 поверсі із-за замкнення електропроводки. Незважаючи на всі зусилля з локалізації пожежі, вона продовжувалась більше двадцяти годин і згасла після того, як повністю вигоріла вся будівля, обвалився фасад та бокові стіни, див. рис 1.6. Від будівлі лишився тільки несучий каркас. Із-за впливу високих температур на конструкції несучого каркасу, будівля відновленню не підлягала і була демонтована.

У березні 1993 року і листопаді 2005 року відбулися серйозні пожежі в 25-поверхових житлових будівлях Москви, супроводжувані людськими жертвами. У першому випадку, пожежа виникла на передостанньому поверсі будівлі на проспекті маршала Жукова, вигоріло п'ять квартир, загинуло п'ять чоловік, у тому числі троє дітей. У другому випадку, пожежа почалася на останньому, 25-му поверсі будівлі по 2-му Сетунської проїзду (рис.1.7). Пожежа поширилася на площі 250 м². Чотири людини

загинули. П'ятнадцять людей були врятовані при проведенні рятувальної операції протипожежними службами. Число жертв могло бути значно менше, якби в черговий раз негативну роль не зіграв, так званий, «людський» фактор. Мешканці, в чий квартирі почалася пожежа, вибігли на вулицю, не зателефонувавши в двері до сусідів по поверху і не попередивши їх про небезпеку.



Рис.1.7. Пожежа в 25-поверховій житловій будівлі (Москва, 2005 р.)

Причиною настільки серйозних наслідків цих пожеж з'явилася застаріла система протипожежного захисту будівлі та її незадовільний стан. Саме це не дозволило організувати своєчасне гасіння пожежі, евакуацію та рятування людей із зони пожежі.

1 лютого у 1973 році спалахнула новозбудована 25-ти поверхова вежа в м. Сан-Паулу, Бразилія. Пожежа забрала життя 227 чоловік, постраждало 450 чоловік. Сценарій трагедії був нескладний: невелике загоряння, поширення вогню по вертикалі будівлі з величезною швидкістю, перетворення будинку на суцільну пастку, ускладнена евакуація.

25 лютого 1991 року в м. Філадельфії, США, загорівся 38-ми поверховий хмарочос. Пожежа трапилась на 22-му поверсі та розповсюдилась на вісім поверхів вгору. Завдяки злагодженим діям по терміновій евакуації вдалось уникнути жертв серед мешканців будівлі. Майже добу вогнеборці приборкували полум'я. За наслідками пожежі загинуло троє пожежних.

Внаслідок пожежі, що сталася 15 листопада 2010 р, у 28-ми поверховому житловому будинку м. Шанхай, КНР, загинуло

42 людини та сотня людей отримало опіки різного ступеня тяжкості. Вогонь охопив майже весь будинок, див. рис.1.8. Пожежу гасили понад шести годин. У ліквідації пожежі брали участь десятки пожежних розрахунків, а також три вертольоти, які знімали з даху будинку людей, що рятувалися від полум'я. За наслідками завданої шкоди від пожежі, будівля не підлягає відновленню.



Рис. 1.8. Пожежа 28-ми поверхового житлового будинку в м. Шанхай

17 липня 2012 року серйозна пожежа сталась у найбільшому місті Туреччини - Стамбулі. Полум'я охопило хмарочос «Polat Tower» висотою 152 м, 42 поверхи. Зазначена будівля багатофункціональна, в ній розташовані квартири, торговельні приміщення, офіси, кафе та інші. Густий чорний дим вкрив цілий район Стамбулу, див. рис.1.9.

Зі стін палаючої будівлі вниз падали вогняні кулі з розплавленої пластмаси. Уникнути жертв допомогла лише «розумна система» будинку. При виникненні пожежі автоматично спрацювала «система пожежогасіння», що не дала можливість швидкого розповсюдження полум'я по поверхах та забезпечила швидку евакуацію мешканців.



Рис.1.9. Пожежа 42- х поверхового хмарочоса м. Стамбул

Висотка була обладнана внутрішніми механізмами, які реагували на займання і запобігали розповсюдженню вогню, ліфти автоматично відключались, а на пожежні сходи надходило свіже повітря. Завдяки «розумна система» вдалось евакуувати всіх хто був у будинку – не тільки 1500 людей, а й їхніх домашніх тварин. Оперативно були перекриті дороги навколо хмарочосу з міркувань безпеки. Незважаючи на масштаб пожежі, вогнеборцям, яким допомагав спеціальний пожежний гелікоптер, вдалося за кілька годин повністю локалізувати пожежу та охолодити будівлю.

3 квітня 2013 року спалахнув 40 поверховий, багатофункціональний комплекс – вежа «Олімп», яка входить до складу висотних будівель ділового центру «Грозний-Сіті». Хмарочос офіційно був відкритий у жовтні 2011 року і став найвищою будівлею республіки Чечні та м. Грозний. Причиною загоряння стало коротке замикання в системі кондиціонування повітря. Загальна площа пожежі становила більше 5,0 тис. кв. м, див. рис.1.10. Понад вісім годин пожежні гасили вогонь, що охопив майже 80% фасаду будівлі. Повністю загасити полум'я вдалось тільки о другій годині ночі 4 квітня. За наслідками пожежі ніхто не постраждав, оскільки будинок ще не був заселений. Але

будівля зазнала значних пошкоджень і на її відновлення необхідні великі кошти.



Рис. 1.10. Пожежа 40-поверхового ділового центру вежі «Олімп», м. Грозний

15 грудня 2014 року сталась пожежа в 25-ти поверховому недобудованому хмарочосі «Цзян Меншен» у м. Гуанчжоу, на півдні Китаю. За лічені хвилини полум'я охопило всю будівлю, див. рис.1.11. Пожежні тривалий час не могли загасити полум'я. Загорання виникло увечері, а загасити вдалось тільки ранком. За цей час будівля вигоріла повністю і відновленню не підлягає. В результаті пожежі ніхто не постраждав, так-як хмарочос був недобудований і в ньому люди не перебували.

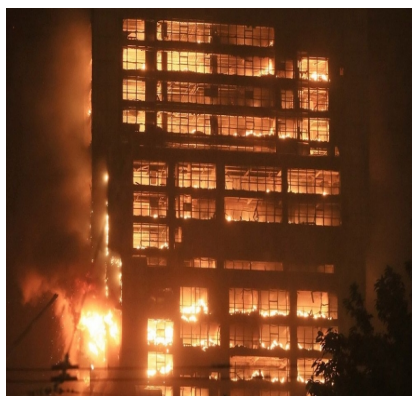


Рис. 1.11. Пожежа хмарочосу «Цзян Меншен», м. Гуанчжоу Китай

21 лютого 2015 року загорівся один з найвищих житлових хмарочосів у світі – так званий «Смолоскип», (англ. «The Torch») м. Дубаї, ОАЕ (рис.1.12). Дубайський «Смолоскип», розташований в елітному кварталі острова Джумейра, був збудований в 2011 році. Висота 79-ти поверхової будівлі становить 336 метрів, 676 квартир. Вартість будівництва склала понад 180 млн. доларів. Займання сталося на 50-му поверсі. На місце пожежі оперативно прибули рятувальники, мешканців будинку було терміново евакуйовано.



Рис.1.12. Пожежа хмарочосу «Смолоскип», м. Дубаї

Із-за сильного вітру полум'я швидко поширилось по стінам фасаду і досягло 70-го поверху, див. рис.1.12. Щоб подолати полум'я десяти пожежним розрахункам знадобилося три години. За наслідками пожежі ні один мешканець будівлі не постраждав. Лицювання фасаду будівлі зазнало значних пошкоджень.

У березні 2015 р, сталася пожежа в одному з хмарочосів ділового району м. Парижа – Дефанс, рис.1.13. Мова йде про одну з двох веж хмарочоса «Соеиг Defense», що входить до списку найвищих будівель Парижа. За даними Bloomberg висота веж становить 180 м, 40 поверхів. Зазначений комплекс вважається найбільшим і найдорожчим в Європі. Загальна площа приміщень становить 350 тис. кв. м, вартість, за деякими оцінками, є рекордною для Парижа і становить понад 2,1 млрд. євро. Загорання сталось в одному із офісів, мешканці будинку

були терміново евакуйовані, пожежа оперативно локалізована. За наслідками пожежі потерпілих нема.



Рис. 1.13. Пожежа вежі хмарочоса «Coeur Defense», м. Париж

27 червня 2015 року сталась пожежа в хмарочосі «Трамп - Тауер» на Манхеттені, м. Нью-Йорк, США. Загорання сталось на 21-му поверсі 58-ти поверхового житлового будинку, див. рис.1.14. Загоряння було швидко ліквідовано, ніхто з жителів будівлі не постраждав.



Рис.1.14. Пожежа хмарочоса «Трамп-Тауер», м. Нью-Йорк

18 листопада 2015р., загорівся житловий 160 квартирний, 34-х поверховий хмарочос в м. Дубаї, район Джумейра, ОАЕ. Пожежа почалася на верхніх поверхах будівлі і розповсюдилася

вниз, див. рис.1.15. Вогонь охопив не менше 10 поверхів. З будинку, були евакуйовані всі жителі, а також мешканці сусідніх будинків. Завдяки швидкої евакуації людей, ніхто не постраждав. На ліквідацію пожежі знадобилося понад п'яти годин.



Рис.1.15. Пожежа 34-х поверхового житлового хмарочоса, м. Дубаї

Літом 2015 року, внаслідок порушення технології проведення зварних робіт, зайнялась одна з веж недобудованого 22-х поверхового житлового комплексу «Гагарін-Плаза», м. Одеса (рис.1.16). Пожежа почалась на верхніх поверхах: загорілась обшивка стін, вогонь стрімко поширився до першого поверху. Аби лише локалізувати вогонь у будинку знадобилося п'ять годин. У новобудові не було пожежних гідрантів, а пожежні драбини не дотягувались навіть до п'ятнадцятого поверху. Під час гасіння вогню постраждали двоє пожежних. Внаслідок пожежі згоріло 80% фасаду. Розповсюдження пожежі сталось із-за невідповідності будівлі державним архітектурно-будівельним нормам - відсутність пожежного водопроводу, пожежних гідрантів, систем пожежної сигналізації та пожежогасіння.



Рис. 1.16. Пожежа вежі хмарочоса «Ггарарін-Плаза», м. Одеса

31 грудня 2015 року за кілька годин до святкування нового року в Дубаї сталася сильна пожежа в хмарочосі (*The Address Downtown*) «Адреса» (рис.1.17), розташованому поруч з найвищою будівлею в світі "Бурдж Халіфа". Вогонь, що виник на 20-му поверсі будівлі, поширився практично по всій висоті 63-поверхового готелю в центрі міста. Через сильний вітер полум'я вогню швидко охопило всю будівлю. Згори на землю почали падати уламки згорілих конструкцій. Сотні людей були терміново евакуйовані, постраждало 15 людей.



Рис.1.17. Пожежа готель-хмарочоса "Адреса", м. Дубаї

Так виглядає готель-хмарочос після пожежі (рис.1.18).

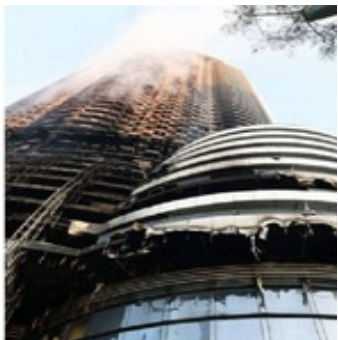


Рис. 1.18. Готель-хмарочос у Дубаї після пожежі

Два висотних житлових будинки загорілися в місті Аджман на північному сході Об'єднаних Арабських Еміратів (рис.1.19). Мешканці будівель були екстрено евакуйовані, на місце події були стягнуті сили цивільної оборони, пожежні, рятувальники та бригади швидкої допомоги. Рятувальники спостерігали за поширенням вогню з вертольота. Рух поблизу місця події було перекрито, через це в Аджмані і сусідній Шарджі на дорогах утворилися величезні затори.



Рис.1.19. Пожежа в висотних будівлях м. Аджман, ОАР

У Києві на вулиці Гетьмана, 1-б (метро Шулявка) майже півтори години горів 25-поверховий житловий будинок. На місце події були направлені пожежні бригади і 20 машин основної та спецтехніки. Горіла обшивка висотки (рис.1.20).



Рис.1.20. Пожежа в висотній будівлі, м.Київ

1.3. Статистика всесвітніх пожеж

Наприкінці ХХ століття на Землі щорічно реєструється близько 7 млн. пожеж, при яких гине приблизно 70 тис. чоловік. Насправді, пожеж на планеті виникає набагато більше, але багато хто з них (особливо дрібні) з різних причин не реєструються.

Згідно з прогнозами, зробленими на підставі пожежної статистики, у світі протягом року на пожежах може загинути 225 тис. чоловік, 2 млн. 250 тис. осіб - отримати травми, 4,5 млн. - важкі опікові травми.

Нижче наведено перелік пожеж у будівлях різних країн світу:

- Санкт-Петербург (Росія). 17.12.1837 р. Вогнем знищено Зимній палац, ледь вцілів Ермітаж;

- Кантон (Китай). 05.1845 р. Найбільша пожежа за чисельністю жертв. Пожежа сталась у театрі китайського міста. У вогні загинуло 1670 чоловік;

- Чикаго (США). 12.1903 р., в результаті пожежі в театрі "Трокез" загинуло 580 чоловік;

- Барнаул (Росія). 02.05.1917 р. Вогнем знищено 40 кварталів, 3120 родин, більш 10 тис. чоловік залишились без покрівлі, більше 300 загинуло;

- Нью-Йорк (США). 28.07.1945 р. Пожежа в 102-поверховому будинку "Емпайр Стейт Білдинг", 14 людей загинули, 26 отримали сильні опіки. Вигоріли 4 поверхи будівлі;

- Атланта (США). 07.12.1946 р., пожежа в готелі "Вайнкофф". 119 людей загинуло, 91 постраждали;
- Брюсель. 22.05.1967 р. Пожежа в універмазі «Інновасьон», загинуло 350 людей;
- Сеул (Південна Корея). 25.12.1971 р. Пожежа в 22-поверховому будинку готелю "Дай-Юн-Як". 164 людини загинуло, 58 постраждало;
- Осака (Японія). 05.1972 р. Пожежа в універмазі, загинуло 119 людей;
- Кумамото (Японія). 1974р. В результаті пожежі загинуло 99 чоловік, більше 100 поранено;
- Сан-Паулу (Бразилія). 24.02.1972 р. Пожежа 27-поверхового будинку "Андраус". Загинуло 17 чоловік, поранено 376 чоловік;
- Богота (Колумбія). 23.05.1973 р. Пожежа в 32-поверховому будинку "Тур Авианка". Повністю зруйновано 22 поверхи. Загинуло 6 чоловік, більше 100 поранено;
- Копенгаген. 01.09.1973 р. Загорівся готель «Хафнія». Жертвами вогню та диму стали 35 чоловіків, 14 чоловік поранено;
- Сан-Паулу (Бразилія). 01.02.1974 р. Пожежа в 25-поверховому будинку "Джоелма Білдінг". 227 людей загинуло, 450 постраждали;
- Москва (Росія). 25.02.1977 р. Пожежа в готелі "Росія". 42 людини загинули, 52 постраждали, з них 13 пожежних;
- Сарагос (Іспанія). 13.07.1979 р. Пожежа в готелі "Корона де Арагон". Загинуло 72 чоловіка, пропали 3 чоловіка, опіки і поранення отримало 110 чоловік;
- Лас-Вегас (США). 22.11.1980 р. Загорівся 26-поверховий "Гранд Отель". У пожежі загинули 83 людини, 530 отримали опіки;
- Лас-Вегас (США). 21.11.1980 р. Пожежа в готелі-казино MGM Grand Hotel. 87 людей загинуло, 679 - постраждали;
- Лас-Вегас (США). 11.02.1981 р. Пожежа в готелі "Хілтон". 8 людей загинуло, 252 - постраждали;
- Сан-Хуан (Пуерто-Ріко). 31.12.1986 р. Пожежа в 30-поверховому готелі "Дюпон Плаза". 97 людей загинуло, 140 - постраждали;

- Сан-Паулу (Бразилія). 21.05.1987 р. Пожежа на 5 поверсі в одному з хмарочосів, в якому розташовувалось управління з енергетики штату. Вогонь перекинувся на 3 сусідні будівлі. Жертв не було;

- Лос-Анджелес (США). 05.05.1988 р. Пожежа в найвищому хмарочосі міста 62-поверховому будинку банку «First Interstate Bank». У вогні, що охопив 5 поверхів, загинула одна людина, більше 40 - постраждали. Велика група людей була знята вертольотом з даху хмарочоса висотою понад 260 м;

- Нью-Йорк (США). 13.08.1988 р. У видатному хмарочосі - Empire State Building виникла пожежа на 86-му поверсі, вогонь досяг 102-го поверху. Жертв не було;

- Каїр (Єгипет). 15.03.1989 р. Пожежа в 28-поверховому хмарочосі телецентру. 2 людини загинули, 8 - постраждали, 4 - були врятовані за допомогою вертольотів;

- Токіо (Японія). 24.08.1989 р. Пожежа на 24-му поверсі висотного будинку. Мешканці будинку були евакуйовані за допомогою вертольота;

- Нью-Йорк (США) 17.07.1990 р. Пожежа в хмарочосі Empire State Building. Через отруєння димом постраждали 38 чоловік;

- Філадельфія (США) 25.02.1991 р. Пожежа в 38-поверховому хмарочосі. При гасінні загинуло 3 пожежних;

- Нью-Йорк (США). 20.11.1991 р. Пожежа в одному з хмарочосів Міжнародного торгового центру. 1 людина постраждала, 30 - були евакуйовані;

- Москва (Росія). 29.03.1993 р. Пожежа в 25 поверховому житловому будинку на проспекті Маршала Жукова. Вигоріло 5 квартир, 5 людей загинуло;

- Лагос (Нігерія). 16.04.1993 р. Пожежа в 25-поверховому будинку Міністерства оборони. Майже всі співробітники встигли залишити будівлю. Кілька людей, що застрягли в ліфтах, були врятовані;

- Преторія (ПАР). 15.06.1994 р. Пожежа у висотній будівлі. Близько 40 осіб були евакуйовані вертольотами.

- Нью-Йорк (США). 23.11.1995 р. Пожежа в Empire State Building. Людей встигли евакуювати;

- Лондон (Англія). 17.01.1996 р. Пожежа на 45-му поверсі висотного будинку. Приблизно 500 осіб були евакуйовані;

- Мілан (Італія). 13.02.1996 р. Пожежа в діловому центрі. Ніхто не постраждав;

- Нью-Йорк (США). 10.10.1996 р. Пожежа в штаб-квартирі загально національної телекомпанії NBC в одному з хмарочосів в Rockefeller Centre. Всі люди, що знаходилися в 70-поверховому будинку, були евакуйовані, кілька людей постраждали від диму;

- Гонконг (Гонконг). 21.11.1996 р. Пожежа в хмарочосі Garley Building. 40 людей загинуло й 81 - постраждало. Повністю вигоріли 7 поверхів;

- Бангкок (Таїланд). 23.02.1997 р. Пожежа в 36-поверховому будинку President Tower. Повністю вигоріли 7-10 поверхів, 3 людини загинули;

- Нью-Йорк (США). 05.12.1997 р. Пожежа в 77-поверховому будинку хмарочосі Chrysler Building. Жертв немає.

- Джакарта (Індонезія). 08.12.1997 р. Пожежа в 25-поверховому будинку банку. 3 верхніх поверхи вигоріли повністю, 15 людей загинули;

- Гонконг (Гонконг). 10.12.1997 р. Пожежа в хмарочосі Melbourne House ділового центру. Жертв немає;

- Лондон (Англія). 22.03.1998 р. Пожежа в центрі лондонського Сіті. Майже п'ята частина 40-метрової вежі, на верхніх поверхах якої розташовуються апартаменти англійських мільярдерів, вигоріла повністю. Сильні опіки отримав один з пожежників;

- Філадельфія (США). 05.01.2000 р. Пожежа на даху 32-поверхової будівлі в центрі Філадельфії. Ніхто не постраждав;

- Гонконг (Гонконг). 02.08.2000 р. Пожежа на 13-му поверсі хмарочоса Immigration Tower. 47 осіб отримали сильні опіки;

- Москва (Росія). 28.08.2000 р. Пожежа в Останкінській телевежі. На деякий час було припинено телетрансляції по всій Росії. 3 людини загинуло;

- Нью-Йорк (США). 11.09.2001 р. Пожежа в хмарочосах Всесвітнього торгового центру в результаті атаки терористів. Крім 19 терористів, в результаті атак загинуло 2977 осіб, ще 24 - пропали безвісти;

- Йоганнесбург (ПАР). 05.03.2003 р. Пожежа в готелі "Ранд Інн Інтернешнл". 6 людей загинули, 67 - отримали опіки і травми;
- Чикаго (США). 17.10.2003 р. Пожежа в офісній будівлі. 6 людей загинули;
- Каракас (Венесуела). 17.10.2004 р. Пожежа в 56-поверховому хмарочосі. 12 пожежників отримали опіки і каліцтва;
- Чикаго (США). 06.12.2004 р. Пожежа в хмарочосі LaSalle Bank Building. 12 людей постраждали від нестачі кисню, але вижили;
- Сан-Паулу (Бразилія). 10.01.2005 р. Пожежа в 31-поверховому будинку. Близько 90 людей отримали отруєння від продуктів горіння;
- Мадрид (Іспанія). 13.02.2005 р. Пожежа в верхній частині 32-поверхового офісного будинку "Віндзор". Жертв немає, постраждали декілька пожежних;
- Каракас (Венесуела). 17.10.2005 р. Пожежа в 56-поверховому хмарочосі повністю знищила 26 поверхів у східній вежі висотного комплексу;
- Москва (Росія). 18.11.2005 р. Пожежа в 25-поверховому житловому будинку по-другому Сетунського проїзду. Загинули 3 людини, постраждали 5 осіб;
- Владивосток (Росія). 16.01.2006 р. Пожежа в 9-поверховому будинку. 9 людей загинули, 17 - постраждали;
- Астана (Казахстан). 15.05.2006 р. Пожежа в 38-поверховій адміністративній будівлі. Всі люди евакуйовані;
- Москва (Росія). 07.08.2009 р. Пожежа в 27-поверховому будинку по вулиці Івана Бабушкіна. Всі люди евакуйовані;
- Шанхай (Китай). 15.11.2010 р. Пожежа в житловому 30-поверховому будинку. Більше 58 людей загинуло, близько 70 - постраждало;
- Москва (Росія). 02.04.2012 р. Пожежа на 67 поверсі недобудованої вежі "Схід" комплексу "Федерація" в міжнародному діловому центрі "Москва-Сіті". Жертв немає.

Взагалі статистика пожеж у висотних будівлях Росії за 2009-2010 роки:

- в будинках заввишки 17-25 поверхів в 2009 році відбулося 849 пожеж, на яких загинуло 21 осіб, у 2010 році - 762 пожежі, 25 загиблих;

- в будівлях понад 25 поверхів в 2009 році відбулося 16 пожеж, загиблих немає, в 2010 році - 10 пожеж, загиблих немає.

Пожежі є чинником підвищеного ризику для людей. На жаль, щорічно на пожежах гинуть люди (у світі гине в середньому 65-75 тис. осіб при 6-7 млн пожеж щорічно). В Україні протягом 1999 р. загинуло 2086 осіб і 1239 одержало травми, серед загиблих і травмованих діти (за минулий рік загинуло 123 дитини). У середньому в Україні гине щорічно 47 осіб на один мільйон населення. В екстремальних ситуаціях страждають і вогнеборці: у 1999 р. загинуло вісім осіб, 43 пожежника одержали травми.

Згубна сила пожежі полягає в її непередбачуваності та можливості завдання суспільству великих людських втрат і матеріальних збитків. Наприклад, 14 травня 1996 р. на залізничному роз'їзді Мислець (республіка Чувашія Російської Федерації) у результаті перекидання 23 вагонів і цистерн із фенолом і дизельним паливом виникла пожежа на площі 9000 м², в результаті цього інциденту близько 100 пожежних і працівників міліції зазнали важких форм отруєння продуктами горіння і фенолом.

Для зменшення кількості потерпілих від продуктів горіння при пожежах евакууюється населення з досить великих територій. Так, при вибуху на заводі у Фліксборо (Великобританія) у 1974 р., людей евакуювали на відстані 25 км від заводу за напрямком вітру.

Суха статистика не відбиває впливу пожеж на ступінь безпеки людей. У середньому кількість загиблих і травмованих щороку залишається приблизно однаковою. Наприклад, у 1997 р. від пожеж в Україні загинуло 2346 осіб. На території України пролягає 6000 км нафтопроводів і 6700 км газопроводів, що характеризує можливі масштаби лиха від вогню.

Прикладом смертоносності пожеж є події в м. Гамбурзі в 1943 р., що стали наслідком бомбардувань союзними військами німецької території, де вперше спостерігалось "усмоктування" людей у вогонь під час потужних міських пожеж (вогняний шторм). За один день загинуло близько 40 000 осіб.

За даними масиву карток обліку пожеж, що надійшли з ГУ ДСНС України в областях та місті Києві, стан з пожежами в державі за 6 місяців 2016 року характеризувався наступними основними показниками:

- зареєстровано 26807 пожеж;
- загинуло внаслідок пожеж 896 людей, зокрема 25 дітей;
- одержали травми 610 людей;
- прямий збиток від пожеж склав 696 млн 664 тис. грн;
- побічний збиток від пожеж склав 1 млрд. 399 млн. 852 тис. грн.

Щодня в Україні в середньому виникає 147 пожеж, унаслідок яких гине 5 та отримує травми 3 людей, вогнем знищується 54 будівлі і споруди та 10 одиниць техніки. Щоденні матеріальні втрати від пожеж становлять 11 млн 349 тис. грн.

За 6 місяців 2016р. пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС України на пожежах було врятовано 1210 людей, у тому числі 172 дитини, матеріальних цінностей збережено на суму понад 1 млрд 602 млн. гривень; врятовано 10845 будівель та споруд різного призначення, 952 тварини, 1568 шт. птиці, 1181 одиницю техніки, 1229 тон кормів, 247 га хліба.

Причиною настільки серйозних наслідків цих пожеж з'явилася застаріла система протипожежного захисту будівлі та її незадовільний стан. Саме це не дозволило організувати своєчасне гасіння пожежі, евакуацію та рятування людей із зони пожежі.

Таким чином, вище наведені приклади свідчать про те, що пожежі та інші НС являють собою особливу небезпеку для висотних будинків і будинків підвищеної поверховості, в силу особливостей їх конструктивно-планувальних рішень, призначення, технології зведення та подальшої експлуатації.

Цей особливий характер пожежної небезпеки висотних будівель визначається:

- наявністю умов, які сприяють виникненню пожежі;
- можливістю масового перебування людей в будівлі;
- висотою будівлі, що перевищує можливості використання для порятунку людей механічних сходів, наявних в гарнізонах пожежної охорони;
- можливістю часткового або повного руйнування при пожежі окремих елементів будівлі, певної частини будівлі або всієї будівлі в цілому;
- інтенсивним поширенням при пожежі у висотній будівлі полум'я, диму, токсичних речовин по приміщеннях, коридорах,

сходових клітках, шахтам ліфтів і технічних комунікацій, а також через нещільність і зазори в будівельних конструкціях;

- блокуванням ліфтів і виходом з ладу керування ліфтами;
- відсутністю або недостатністю коштів для порятунку людей всередині будівлі;

- відсутність в нормах чітких регламентацій щодо оцінки рівня пожежної небезпеки аналізованих об'єктів.

Пожежі та їх наслідки завдають значної шкоди світовій економіці. Пожежа супроводжується знищенням матеріальних цінностей, створює загрозу життю і здоров'ю людей. Проблема пожеж стає глобальною за своїми масштабами, зачіпає не тільки національні, але і міжнародні інтереси, але головне – наносить непоправної шкоди навколишньому середовищу.

Наведені приклади пожеж в будівлях, трагічні наслідки яких змушують фахівців звертати увагу на особливості пожежної безпеки цих об'єктів та вдосконалення систем їх протипожежного захисту.

Висотне домобудування в Україні в наступний час набирає оберти. Тому практичний досвід, глибина напрацьованих нормативів, статистика пожеж і причин їх виникнення перебувають у стадії становлення. Вивчення всесвітнього досвіду, спираючись на світову статистику з причин виникнення та наслідків пожеж висотного домобудування, дозволить уникнути багатьох помилок в проектуванні, зведені та експлуатації майбутніх хмарочосів України.

Згідно із Законом України «Про пожежну безпеку», гарантування пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної діяльності по охороні життя і здоров'я людей, національного багатства і навколишнього природного середовища.

1.4. Стихія Вогню

Тотальний наступ на традиційну міську забудову розпочався століття тому і продовжується зараз як результат засвоєння та впровадження нових технологій у будівництві і промисловості.

Спершу хмарочоси виникли у США, а пізніше цей тип будівлі почав стрімко розповсюджуватися повсюди. Спочатку

хмарочоси призначалися для банківської та офісної сфери, але згодом, в них почали розмішуватися готелі і житлові приміщення. До кінця ХХ тисячоліття будівель висотою від 150 до 450 метрів нараховувалось вже більше ста. На той час житлові приміщення в хмарочосах займали менш ніж 10 % від загальної площі.

Зараз у великих мегаполісах їх налічується значно більше: понад семи тисяч у Гонконзі, понад шести - у Нью-Йорку, біля двох з половиною у Ріо-Де-Жанейро (Бразилія) та понад тисячу у Саньяго (Чилі) та Шанхаї (Китаї), а загальна кількість хмарочосів у світі сягає вже вісьмидесяти тисяч.

Проблема проектування та будівництва хмарочосів давно вийшла за рамки архітектурно-композиційних, естетичних аспектів, оскільки мова йде про комфортне житлове середовище людини, фізичний стан організму якої залежить від певних фізичних та психологічних параметрів, на які він розрахований. Це і гравітація, пов'язана із збалансованим функціонуванням нервової системи, це і робота вестибулярного апарату і таке інше. Тому вихід за критичні обмеження, що встановлені на базі багаторічних медичних спостережень, одним із головних серед яких є нормальний кров'яний тиск, свідчить про неабияку небезпеку. Вже на висоті 15 метрів над поверхнею землі на рівнинах (п'ятий поверх житлового будинку), люди відчувають серцеву недостатність, з ними трапляються епілептичні випадки, а фізичну слабкість, завдяки розрядженого геомагнітного поля, вже вище 16 поверху. Лікарі б'ють на спалах, бо життя та робота людини на висоті суттєво впливає на її працездатність, і головне - це шкодить здоров'ю, що при нехтуванні рекомендаціями лікарів призводить до важких захворювань та, навіть, до втрати життя.

Стихія Вогню одна із п'яти головних складових елементів, що формують структури світової побудови, основу на якій базується всесвіт. На всіх схемах, із якими працюють спеціалісти по Фен-Шую, саме Вогонь займає верхню, центральну позицію, оскільки вважається найголовнішим серед інших (рис. 1. 21).



Рис. 1. 21. Коло народження та руйнування Стихій

Стихія Вогню відображається у вигляді тетраедра - геометричної фігури, що складається із чотирьох рівнобічних трикутників, які створюють абсолютно жорстку структуру. В порівнянні, скажемо, із кубом, фігурою, яка символізує Стихію Землі і формується із шести нежорстких квадратів, тетраедр значно міцніший, і може його руйнувати. В класичній механіці трикутник є невід'ємною складовою конструктивних систем, що забезпечує стійкість конструкції, її надійність.

Як найміцніша структура – тетраедр при взаємодії між іншими структурними елементами здатний до будь-яких протистоянь поміж іншими. Тому Стихія Вогню вважається найнебезпечнішою із інших природніх Стихій. Вона активно взаємодіє із Стихією Повітря, бо кисень, що входить до хімічного складу повітря є для неї живленням. А, за допомогою вітру, пожежа розповсюджується із великою швидкістю на великі відстані. Вогонь здатний при відповідних умовах розплавляти метал, землю, каміння, утворюючи масштабні згубні явища, такі як вулканічне виверження.

Специфіка побудови хмарочосів, пов'язана із застосуванням металевих та залізобетонних систем, які дають можливість витримувати великі навантаження, забезпечуючи надійність роботи конструкцій. У цих умовах виникають проблеми, пов'язані із забезпеченням стійкості та жорсткості конструктивної основи, яка також залежить від форми будівлі, що

може суттєво впливати на формування вітрових потоків, аеродинаміку споруди. Якщо форма хмарочоса в плані прямокутна, із чітко окресленими кутами, то повітря, обминаючи будівлю в місцях різкого переходу форми від одного боку до другого, утворює завихрення потоків повітря. Тому будівля не повинна мати перешкод у вигляді зовнішніх складних конструктивних систем, що сприймають вітрове навантаження і забезпечують стійкість споруди. Так, при будівництві славного хмарочосу «Парус» в Дубаях, виносний каркас (що асоціюється із вітрилом) створює допоміжні аерокосмічні навантаження, для зменшення яких була розроблена надскладна противагова система.

Висока турбулентність будівлі зафіксована саме у випадках, коли каркасна система виноситься за межі хмарочоса, в таких спорудах, як банк Гонконгу та Шанхая в Гонконзі (1979-1986 рр.), музичному центрі в Барселоні (1999 р.), а щонайменша в башті Свіс Ре у Лондоні, яка в народі зветься як «Огірок» (2003р.).

Вогонь реагує із повітрям, яке є джерелом «натхнення», постачальником кисню для його живлення, в той час як вода його гасить, хоча при значних температурах вогонь випарює воду.

В природі має бути рівновага, збалансованість поміж Стихіями, і тоді пожежна небезпека відходить на другий план. Мабуть завдяки тому, що питання запобігання пожежам керується не на людському рівні, їх кількість не зважаючи на величезні можливості, що створює людина завдяки своїй недбалості та необережності, прагнення до самозвеличення будь якою ціною, незначні.

1.5. Пожежа в висотній будівлі «Грозний-Сіті»

40-поверховий хмарочос «Олімп» житлового комплексу «Грозний-Сіті» у столиці Чечні загорівся ввечері 3 квітня. Будівля горіла декілька годин, погасити вогонь вдалося лише близько 01:30 ночі. Загальна площа займання становила 18 тис. кв. м.

Всі, хто знаходилися в будівлі, були своєчасно евакуйовані - жертв і постраждалих немає. За попередньою версією, причиною НП стало коротке замикання в зовнішньому блоці кондиціонування.

"Грозний-Сіті" - комплекс висоток у центрі столиці Чечні. Значним спорудженням є 145-метрова вежа "Олімп", в якій налічується 40 поверхів. На будівлі були встановлені найбільші в світі круглий годинник - час на них зупинилося на позначці 20:30.





1.6. Запаморочливі фото з будівництва хмарочосів Нью-Йорка

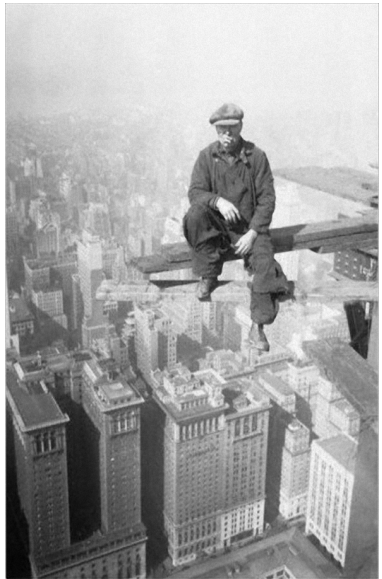
У 1884 році в Чикаго було розпочато будівництво першого хмарочоса. У ньому було аж цілих 10 поверхів! Однак уже на початку наступного століття 10-поверховим будинком було нікого не здивувати, а головне будівництво хмарочосів в Америці перемістилося в Нью-Йорк.

Багато хто бачив фотографію: сидять на балці будівельники, десь високо в небі над містом. Фотографія часто зустрічається на постерах і обкладинках. І звичайно, із завмиранням серця задавалися питанням: як? Як вони туди потрапили і як вони можуть не тремтіти від страху, а спокійнісінько їсти свій ланч? Отже, цей пост про те, як будувалися хмарочоси в Нью-Йорку.











2. АНАЛІЗ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

2.1. Протипожежний захист висотних будівель

Висотні будівлі в силу своєї специфіки мають велику ступінь потенційної пожежної небезпеки в порівнянні з будівлями нормальної поверховості. У розділі 1, були представлені короткі відомості про пожежі у висотних будівлях міст світу, які показують надзвичайну небезпеку вогню для життя людей і пожежників-рятувальників.

Пожежі в висотних будівлях світу. Пожежна небезпека для людей, що знаходяться у висотних будівлях, посилюється тим, що на відміну від малоповерхових будинків сильно ускладнюється евакуація, а також зростає складність боротьби з пожежами. Основні причини трагічних наслідків при пожежах у висотних будівлях – блокування шляхів евакуації продуктами горіння і вогнем. Для висотних будівель характерні швидкий розвиток пожежі по вертикалі і велика складність забезпечення евакуації та рятувальних робіт. Продукти горіння заповнюють евакуаційні виходи, ліфтові шахти, сходові клітки. Швидкість поширення диму і отруйних газів по вертикалі може досягати декількох десятків метрів на хвилину. За лічені хвилини будівля виявляється повністю задимленою, а перебування людей у приміщеннях без засобів захисту органів дихання неможливе. Найбільш інтенсивно відбувається задимлення верхніх поверхів, де розвідка пожежі, порятунок людей і подача засобів гасіння дуже ускладнені. Крім того, при пожежі часто виходить з ладу ліфтове обладнання та системи протипожежного захисту.

Аналіз наслідків пожеж в хмарочосах, побудованих в кінці ХХ століття, а також пожежа Всесвітнього торгового центру в Нью-Йорку після терористичної атаки 11 вересня 2001 року, показали, що чинниками, які сприяють трагічного розвитку подій, були:

- низька вогнестійкість будівельних конструкцій та інженерного обладнання, особливо металевих балок і ферм;
- наявність великих внутрішніх обсягів, нерозділених протипожежними перешкодами;

- невелика кількість сходових кліток і невелика ширина сходів для евакуації;
- наявність численних проходок в стінах і перекриттях для кондиціонування, електрообладнання та інших технологічних потреб;
- відсутність евакуаційних планів при аваріях і пожежах;
- пристрій підвісних стель;
- багато обладнання, меблів, облицювання, які згорають.

Ці фактори, а також багатолюдність приміщень, змушують відносити висотні багатофункціональні будівлі до об'єктів підвищеної уваги з боку проєктувальників і наглядових органів.

Безпека людей. Вимоги щодо забезпечення безпеки людей є пріоритетними в комплексі заходів пожежної безпеки висотних будівель. Рівень пожежної безпеки людей повинен відповідати вимогам діючих норм і підтверджуватися розрахунковим шляхом для узгоджених сценаріїв можливої пожежі. Для забезпечення евакуації людей передбачено комплекс вимог до об'ємно-планувальних, ергономічним, конструктивних, інженерно-технічних і організаційних рішень.

Вимоги до шляхів евакуації у висотних будівлях слід пред'являти більш жорсткі, ніж у звичайних будівлях. Оскільки евакуація при пожежі на великих висотах через віконні отвори неможлива через відсутність відповідної рятувальної техніки, необхідно передбачати швидкий доступ до евакуаційних шляхів всередині будівлі.

У висотних будівлях основними шляхами евакуації є сходи, які дозволяють людям вийти назовні.

Сходи в поєднанні з пожежними ліфтами являють собою безпечні шляхи доступу пожежників і рятувальників до місця загоряння. Об'ємно-планувальними рішеннями висотних будівель передбачено, що:

- евакуаційні виходи з поверхів різних пожежних відсіків слід передбачати до незадимлюваних сходових кліток. Виходи з усіх сходових кліток повинні бути безпосередньо назовні поза зонами ризику;
- всі незадимлювані сходові клітки повинні мати виходи на покриття. Двері виходів на покриття слід передбачати протипожежними 1-го типу;

- евакуаційним слід вважати вихід на плоску експлуатовану покрівлю, по якій можливий прохід до іншої сходової клітки. При цьому ширина проходу повинна становити не менше двох метрів;
- при визначенні параметрів шляхів евакуації розрахункову кількість людей в будівлі або приміщенні необхідно збільшувати проти проектної місткості в 1,25 рази (за винятком видовищних, навчальних та інших приміщень з регламентованою кількістю місць);
- відстань від дверей квартир до найближчого виходу евакуації має бути не більше 12 м.

Сходові клітки і особливо виходи слід проектувати з урахуванням швидкого видалення диму та недопущення в них небезпечних факторів пожежі. Для висотних будівель наявність двох пожежних сходів є обов'язковим.

Хмарочоси повинні бути оснащені засобами індивідуального захисту людей. Причому обґрунтованість і порядок оснащення потрібно підтверджувати розрахунком.

Особливі вимоги пред'являються до використовуваних будівельних матеріалів, матеріалів, з яких виготовлені меблі й інтер'єр. Наприклад, оздоблення стін, стель і покриття підлог на шляхах евакуації, а також в ліфтових холах, вестибюлях, технічних поверххах повинні бути з негорючих матеріалів, матеріали меблів та інтер'єру не повинні бути легкозаймистими згідно вимогам НПБ-257-02.

Для забезпечення рятувальних робіт та пожежогасіння у висотних будівлях передбачено: влаштування пожежних ліфтів; пристрій наземних вертолітних майданчиків та / або улаштування майданчиків для вертольотів і рятувальних кабін на покритті будівлі; пристрій пожежобезпечних зон; оснащення будівель індивідуальними і колективними засобами порятунку; оснащення об'єктового пункту пожежогасіння.

Об'ємно-планувальні рішення. Для запобігання розвитку пожежі в хмарочосах передбачають комплекс заходів щодо обмеження площі, інтенсивності і тривалості горіння. Об'ємно-планувальні рішення включають в себе:

- поділ будинку по вертикалі і горизонталі на пожежні відсіки, обмеження площі і висоти відсіків;
- обмеження висоти розташування приміщень, гасіння пожежі в яких утруднено, а також виділення вказаних приміщень протипожежними перешкодами;

- обмеження кількості шахт ліфтів, що перетинають кордони пожежних відсіків, а також обмеження зв'язку з шахтами ліфтів підземних і надземних поверхів;

- поділ будівлі протипожежними перешкодами, які блокують поширення пожежі за межі приміщень, між групами приміщень різної функціональної пожежної небезпеки, між поверхами та секціями, а також між пожежними відсіками.

Розподіл висотних будівель на пожежні відсіки по вертикалі пропонується здійснювати протипожежними перекриттями, по горизонталі - протипожежними стінами. Житлова частина будинку повинна мати самостійні виходи і бути відокремлена від приміщень іншого функціонального призначення протипожежними стінами та перекриттями. Найбільша площа надземного поверху між протипожежними стінами - площа пожежного відсіку - повинна бути не більше 1500 м² (для готелів), не більше 2000 м² (для житлових приміщень), не більше 2500 м² в інших випадках.

Висота кожного пожежного відсіку надземної частини будівлі не повинна перевищувати 50 м (16 поверхів). Наприклад, 32-поверхова будівля повинна мати два пожежних відсіки по 16 поверхів: перший відсік включає в себе перші 16 поверхів, другий відсік - з 17 по 32 поверхи. При розміщенні приміщень різної функціональної пожежної небезпеки всередині пожежного відсіку та будівлі необхідно враховувати, що:

- місткість приміщень громадського призначення, розташованих на висоті більше 50 м, не повинна перевищувати 100 осіб;

- при розміщенні в складі будинків на висоті більше 50 м ресторанів, кафе, вар'єте та інших громадських приміщень;

- місткістю більше 50 осіб відстань від цих приміщень до незадимлюваної сходової клітки не повинна перевищувати 20 м;

- приміщення, розраховані на одночасне перебування більше 500 осіб, повинні відокремлюватися від інших приміщень протипожежними стінами та перекриттями, а відстань від цих приміщень до незадимлюваних сходових кліток не повинна перевищувати 20 м;

- атріуми потрібно передбачати не вище нижнього надземного пожежного відсіку.

Кількість шахт ліфтів, що перетинають всі пожежні відсіки, а також будь-яку групу послідовно розташованих

відсіків, повинна бути мінімально-необхідними (з урахуванням забезпечення всіх технологічних вимог). Виходи з ліфтів на поверхах (крім тих, які виходять у вестибюль на першому поверсі) слід передбачати через ліфтові холи.

Ліфтові холи повинні відокремлюватися від коридорів, що примикають, і приміщень протипожежними перегородками. Шахти ліфтів, що перетинають пожежні відсіки, не допускається розміщувати суміжними з приміщеннями, що відносяться до зони ризику, тобто такими, де найбільш вірогідні надзвичайні ситуації або терористичні дії. Осі дверних прорізів ліфтових холів і шахт ліфтів, розташовуваних близько зон ризику, повинні розташовуватися під кутом не менше 90 градусів.

Конструктивні рішення. Для зниження пожежної небезпеки хмарочосів необхідно дотримуватися таких вимог до конструкцій:

- основні несучі конструкції при вільному розвитку пожежі повинні зберігати вогнестійкість згідно з вимогами діючих норм;
- виключити прогресуюче обвалення при втраті вогнестійкості окремих несучих будівельних конструкцій (протягом часу евакуації та проведення рятувальних робіт), у тому числі при пожежах, викликаних надзвичайними ситуаціями та терористичними діями;
- забезпечити додатковий захист сходових кліток, пожежо-безпечних зон та пожежних укриттів;
- забезпечити захист дверних прорізів приміщень, що виходять на шляху евакуації, а також вхідних тамбурів незадимлюваних сходових кліток і ліфтових холів протипожежними дверима.

Поверхові входи до незадимлюваних сходових кліток типу Н2 з надземних рівнів повинні бути передбачені через тамбур-шлюзи, що захищаються автономними системами припливної протидимної вентиляції. Для захисту від задимлення ліфтових шахт допускається застосування автономних систем припливної протидимної вентиляції, що забезпечує подачу зовнішнього повітря зі створенням надлишкового тиску в ліфтових холах (ліфтовому холі на поверсі пожежі). При виходах з ліфтів у приміщення підземних автостоянок потрібно пристрій подвійних, послідовно розташованих тамбур-шлюзів, кожен з яких підлягає захисту автономною системою припливної протидимної вентиляції.

Для відшкодування обсягів видалення продуктів горіння з атріумів (пасажів) та ізольованих рамп автостоянок необхідно передбачати подачу зовнішнього повітря в нижню частину.

При визначенні розрахункових параметрів систем приточно-витяжної протидимної вентиляції слід забезпечувати дисбаланс витрат з притоку і витяжці не більше 30% для обслуговуваних (захищених) приміщень.

Періодичність перевірок при проведенні технічного обслуговування протидимного захисту повинна прийматися відповідно до інструкцій з експлуатації, але не рідше двох разів на рік.

Організаційно-технічні заходи. Специфіка висотних будівель вимагає, щоб ліквідація займань і локалізація пожежі відбувалися до прибуття пожежних підрозділів. Це досягається за рахунок спрацювання систем автоматичного пожежогасіння і дій спеціально підготовленого персоналу з використанням первинних засобів пожежогасіння та внутрішнього протипожежного водопроводу. У цих цілях для кожної висотної будівлі повинні бути розроблені та узгоджені з Державною протипожежною службою (ДПС) оперативні плани пожежогасіння для стадій будівництва та експлуатації будівлі. Складовою частиною цих планів повинен бути порядок дій будівельників і персоналу на випадок виникнення пожежі. Причому, на періоди тимчасової непрацездатності основних систем протипожежного захисту слід передбачати додаткові заходи щодо забезпечення пожежної безпеки. Для систем протипожежного захисту необхідно передбачити комплекс заходів по захисту від кримінальних дій (вандалізму, терористичних дій і т. д.).

Розрахунок замість норм. Практика показала, що для забезпечення високого рівня пожежної безпеки висотних будівель доцільно розробляти спеціальні технічні умови на проектування систем їх протипожежного захисту, які дозволяють врахувати технологічні, архітектурні та інші специфічні особливості об'єкта. Досвід проектування і будівництва висотних комплексів у Москві в рамках програми "Нове кільце Москви" підтвердив подібний підхід. Вже побудований і готовий до здачі ряд висотних будівель - житловий комплекс "Едельвейс" на Давидковській вулиці, 50-поверховий комплекс "Вертикаль" на Ленінському проспекті, комплекс "Континенталь" на проспекті Маршала Жукова та інші.

Для визначення кількісних показників і параметрів систем протипожежного захисту, які не регламентуються в розділі "Протипожежні заходи" МГСН, передбачений гнучкий підхід. Гнучкий підхід дозволяє розрахувати кількісні показники і параметри систем протипожежного захисту на основі узгоджених сценаріїв розвитку пожежі. Для цих цілей пропонується реалізація наступного комплексу основних розрахунків для обґрунтування вимог пожежної безпеки висотних будівель (в рамках кожного з узгоджених сценаріїв пожежі):

- розрахунок небезпечних факторів пожежі на фасадах будівлі для оцінки можливості використання незадимлюваних сходових кліток Н1 при евакуації;
- розрахунок параметрів повітряного середовища в зоні покриття будівлі для оцінки можливості використання вертолітної техніки для порятунку людей і формування вимог до засобів захисту людей, що знаходяться на покритті;
- розрахунок вогнестійкості конструкцій будівлі для оцінки несучої здатності окремих елементів і конструктивної системи в цілому;
- розрахунок динаміки розвитку небезпечних факторів пожежі, а також тимчасових інтервалів евакуації та рятувальних робіт для розробки алгоритму евакуації, плану рятувальних робіт та оцінки рівня безпеки людей;
- розрахунок зон поширення небезпечних факторів пожежі за межі будівлі, у тому числі при його обваленні.

Оскільки виконання вимог пожежної безпеки є складовою частиною проектування, важливе консультування архітекторів і проектувальників з фахівцями та експертами з пожежної безпеки. Досвід світового проектування і будівництва висотних будинків показує необхідність залучення до складу команди проектувальників фахівця з питань пожежної безпеки на всіх етапах будівництва.

2.2. Основні вимоги до вогнестійкості висотних будівель

Будівлі висотою до 16 поверхів поділяються на 5 ступенів вогнестійкості: I-V. Багатофункціональні будівлі висотою більше 16 поверхів повинні мати особливу ступінь вогнестійкості.

Відповідно до цього до вогнестійкості конструкцій будівель, що відносяться до особливого ступеня вогнестійкості, також пред'являються особливі вимоги в бік їх збільшення. Перерахуємо деякі основні вимоги:

- конструкції цих будівель повинні виконуватися з негорючих матеріалів.
- мінімальні межі вогнестійкості конструкцій багато функціональних будівель підвищеної поверховості, що мають особливу ступінь вогнестійкості, повинні бути не менше:
 - Несучі стіни – REI 180;
 - Колони – R180;
 - Елементи перекриттів (балки, ригелі, рами, ферми) – R 180;
 - Протипожежні перекриття -REI 180;
 - Огороджувальні конструкції ліфтових шахт – REI 90;
 - Конструкції шахт протипожежних ліфтів – REI 120;
 - Огороджувальні конструкції комунікаційних шахт – REI 60;
 - Протипожежні стіни – REI 180;
 - Стіни сходових клітин – REI 180.

Середнє пожежне навантаження цих будівель не повинне перевищувати 50 кг/м^2 (при перерахунку на деревину).

Для будівель заввишки понад 100 м межа вогнестійкості перерахованих вище основних конструкцій рекомендується збільшувати ще на 1 годину. Дана вимога представляється надмірною, що приводить до подорожчання будівництва, складнощів при проектуванні надвисоких будівель. Фактично йдеться про вимогу використовувати при висотному будівництві конструкцій, які при стандартному випробуванні на вогнестійкість повинні чинити опір температурам до $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 4 годин. Це відповідає пожежному навантаженню в приміщенні, в еквіваленті деревини, понад 150 кг/м^2 , що перевищує реальні і допустимі значення пожежного навантаження у приміщеннях висотних будівель в 2 рази. Наприклад, у двох 110 поверхових адміністративних будівлях Всесвітнього торгового центру в Нью-Йорку пожежне навантаження у приміщеннях офісів під час подій 11 вересня 2001 року становила 40 кг/м^2 в еквіваленті деревини, а допустиме пожежне навантаження в приміщеннях висотних будівель не повинне перевищувати 50 кг/м^2 . У зв'язку з цим, представляється можливим обмежити вимоги норм до максимальної вогнестійкості конструкцій висотних будівель величиною 180 хвилин (3 години).

Згідно з Тимчасовим статутом дій в надзвичайних ситуаціях, для рятування людей, доставки особового складу та подачі пожежно-технічного обладнання на поверхи будівель потрібно використовувати пожежні автодрабини та автопідіймачі. Згідно з розкладом виїзду (планом залучення сил та засобів), який укладається в кожному підрозділі і затверджується начальником гарнізону, ця техніка повинна виїжджати на всі пожежі, що виникають у будівлях висотою більше 3-х поверхів. Наявність автодрабин та автопідіймачів у пожежно-рятувальних підрозділах не може задовольнятися відповідним вимогам. Також не задовольняються вимоги, які регламентують наявність пожежної автодрабини чи автопідіймача у підрозділі, який має у своєму районі виїзду багатоповерхові будівлі.

Тому одним із шляхів зменшення кількості загиблих та матеріальних збитків від пожеж у багатоповерхових будівлях є забезпечення потрібною спеціальною пожежною технікою пожежно-рятувальних підрозділів, відповідно із раціональним економічним обґрунтуванням.

Таким чином можна сказати, що порятунком при пожежах слугує: запас міцності основних конструкцій будівлі, наявність зварних з'єднань у вузлах.

2.3. Аналіз причин та наслідків руйнування висотних будівель внаслідок дії вогню

Пожежа - некероване, несанкціоноване горіння речовин, матеріалів і газоповітряних сумішей поза спеціальним вогнищем, і приносить значний матеріальний збиток, ураження людей на об'єктах і рухомому складі, яке підрозділяється на зовнішні і внутрішні, відкриті і приховані;

- це горіння речовин, що характеризується істотними розмірами розповсюдження, високими температурами і тривалістю, що представляє небезпеку для людей.

Причинами виникнення пожеж найчастіше є:

- необережне поводження з вогнем;
- недотримання правил експлуатації виробничого обладнання;
- самозаймання речовин і матеріалів;
- розряди статичної електрики;

- грозові розряди;
- неякісне будівництво будівель і споруд;
- нехтування правилами техніки безпеки;
- підпали.

Залежно від місця виникнення розрізняють: - пожежі на транспортних засобах; - степові і польові пожежі; - підземні пожежі в шахтах і рудниках; - торф'яні та лісові пожежі; - пожежі в будівлях і спорудах.

Останні, у свою чергу, поділяються на зовнішні (відкриті), при яких добре проглядаються полум'я і дим, і внутрішні (закриті), що характеризуються прихованими шляхами поширення полум'я. Ризик фатальних результатів від пожеж становить приблизно 8×10^{-5} чол/рік. Нормативна ймовірність фатальних результатів на пожежі - 10^{-6} . Основною характеристикою руйнівної дії пожежі є температура, що розвивається при горінні. Для житлових будинків і громадських будівель температури усередині приміщення досягають 800-900 °С. Як правило, найбільш високі температури виникають при зовнішніх пожежах і в середньому становлять від 1000-1350 °С, а при горінні терміту, електрона, магнію максимальна температура досягає 2000-3000 °С. Простір навколо зони горіння, в якому температура в результаті теплообміну досягає значень, що викликають руйнівний вплив на навколишні предмети і небезпечних для людини, називають зоною теплового впливу. Прийнято вважати, що в зону теплового впливу, навколишню зону горіння, входить територія, на якій температура суміші повітря і газоподібних продуктів згоряння не менше 60-80 °С.

Фактори, що представляють небезпеку для людей при пожежах:

- відкритий вогонь і іскри;
- підвищена температура навколишнього середовища і предметів;
- токсичні продукти горіння і термічного розкладання;
- дим;
- знижена концентрація кисню;
- уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій;

- електричний струм, що виник у результаті винесення високої напруги на струмопровідні частини конструкцій, апаратів, агрегатів;
- небезпечні фактори вибуху, події внаслідок пожежі;
- вогнезахисні засоби.

Підвищені інтенсивність теплового потоку і температура повітря можуть викликати опіки шкірного покриву, дихальних шляхів і опіковий шок (збудження або загальмованість, навіть до заплутаної свідомості або її втрати). Токсичні продукти горіння, що виділяються при пожежах, містять від 50 до 100 хімічних сполук, які можуть надавати токсичну дію на людину. До найбільш токсичних і таких, які часто зустрічаються відносяться оксид вуглецю CO і діоксид вуглецю CO₂. Небезпека CO заключається в тому, що він в 200-300 разів краще, ніж кисень, взаємодіє з гемоглобіном крові, утворюючи при цьому карбоксигемоглобін H_bCO. При цьому настає кисневе голодування.

Небезпека CO₂ полягає в тому, що він заміщає кисень в крові, прискорює дихання, що призводить до інгаляції великої кількості інших газів у небезпечних концентраціях. Знижена концентрація кисню у вдихаюму повітрі при пожежах, навіть при відсутності токсичних продуктів горіння, може перешкоджати евакуації і привести до загибелі людей.

Причини виникнення пожеж в будівлях. На житловий сектор припадає від 70 до 80% від загального числа пожеж, що відбуваються щорічно в Російській Федерації. Основна кількість пожеж у помешканнях відбувається з провини людей, що знаходяться в стані обмеженої дієздатності (стан сп'яніння, психічні захворювання, вікова неміч і т. д.). У житлових будинках гине близько 90% від загальної кількості загиблих при пожежі по країні. Головні причини загибелі людей при пожежах – дія продуктів горіння (до 76% від загального числа загиблих) і висока температура (до 19% від загального числа загиблих). До числа об'єктивних причин відноситься висока ступінь зношеності житлового фонду, причому тут йдеться і про конструкції будівель, і про їх інженерне забезпечення; відсутність економічних можливостей підтримки протипожежного стану будівель, низька забезпеченість житлових будівель засобами виявлення та оповіщення про пожежу, а також сучасними

первинними засобами пожежогасіння. Наявність в квартирах і житлових будинках легкозаймистих предметів, синтетичних виробів і різноманітної побутової техніки, з одного боку, збільшує потенційну можливість виникнення пожеж, а з іншого боку, є небезпечним для життя і здоров'я людей через виділення отруйних газів при горінні синтетичних матеріалів.

Іншими джерелами пожежної небезпеки є: підвали, горища, санітарно-кухонні вузли. Найменш небезпечні в пожежному відношенні малоповерхові будівлі з негорючих матеріалів (цегли, залізобетону), найбільшу ж небезпеку становлять будівлі з дерев'яних конструкцій. Крім того, велику небезпеку представляє застосування горючих теплозвукоізоляційних матеріалів (тирси, листя, торфу і т. п.), особливо полімерних (пінополістиролу, пінополіуретану і ін.).

Більшість малоповерхових житлових будинків мають пічне опалення. За статистичними даними, приблизно кожна десята пожежа в житловому будинку і надвірних будівлях відбувається від несправності печей і димоходів, їх неправильного пристрою або експлуатації. Багатоповерхові будинки, як правило, основний вид житла у великих населених пунктах. Особливістю, яка посилює пожежну небезпеку житлових будівель, є наявність вбудованих в них приміщень іншого призначення: закладів торгівлі, зв'язку, комунально-побутового призначення, громадського харчування та ін. При виникненні пожежі у вбудованому приміщенні виникає загроза для життя людей, що живуть на верхніх поверхах.

У будинках заввишки більше п'яти поверхів є сміттєпроводи і ліфти, які також можуть представляти небезпеку з точки зору можливого задимлення.

Пожежі в багатоповерхових житлових будинках можуть розповсюджуватися по кабельних комунікаціях, якщо прорізи в місцях проходження труб не закладені будівельним розчином або бетоном. Для будівель підвищеної поверховості характерні швидкий розвиток пожежі по вертикалі і велика складність рятувальних робіт. Продукти горіння рухаються в бік сходових кліток і шахт ліфтів. Швидкість їхнього поширення по вертикалі може перевищувати 10 і більше метрів в хвилину. Протягом декількох хвилин будівля повністю задимлюється, і перебувати у приміщеннях без засобів захисту органів дихання неможливо.

Найбільш інтенсивно відбувається задимлення верхніх поверхів, особливо з підвітряного боку.

Від високої температури управління ліфтами виходить з ладу, і кабіни блокуються в шахтах. Швидко встановити місце знаходження ліфта при відключеному електроживленні не представляється можливим і люди, що знаходяться в ньому, гинуть. При пожежі на верхніх поверхах дуже складно виробляти розвідку пожежі, порятунок людей і подачу засобів гасіння.

Слід також додати, що фактором, що істотно підвищує пожежну небезпеку багатоповерхових будівель та будівель підвищеної поверховості, є висока ймовірність пізнього виявлення пожежі в разі відсутності або знаходження в несправному стані відповідних систем пожежної автоматики. Враховуючи збільшення обсягу будівництва житлових будівель наднормативної висоти і беручи до уваги актуальність питань їх протипожежного захисту, МНС прийняв рішення про перевірку даних будівель із залученням фахівців інших відомств. Група громадських будівель включає досить широкий спектр будівель, що відрізняються за кількістю присутніх в них людей, за кількістю пожежного навантаження, а також за характером (режимом) функціонування.

Крім того, в межах кожного з перерахованих ознак спостерігаються істотні відмінності, що вимагають диференційованого підходу до вирішення завдань щодо забезпечення пожежної безпеки. Так, при вирішенні питання забезпечення безпеки людей на випадок пожежі, необхідно враховувати психофізіологічні особливості присутнього в будівлі контингенту, ступінь його ознайомленості з планувальними особливостями будівлі, а також рівень готовності до сприйняття сигналу про пожежу та виконання необхідних дій по евакуації з будівлі.

З погляду забезпечення захисту матеріальних цінностей, які знаходяться в будівлі, слід враховувати не тільки розміри очікуваного матеріального збитку, але і соціальну значимість можливих втрат від пожежі. Це стосується насамперед будівель музеїв, архівів, бібліотек, а також будівель, що є пам'ятками історії та архітектури. Для таких будинків слід враховувати також можливість збитку, що наноситься вогнегасними засобами в ході

роботи оперативних підрозділів, а також при помилковому спрацьовуванні установок автоматичного пожежогасіння.

У громадських будівлях відбувається близько 7% пожеж від загальної кількості пожеж у РФ. На пожежах в громадських будівлях гине в середньому від 6 до 7% всіх загиблих на пожежах. Серед умов, що сприяють загибелі людей, на першому місці стоїть алкогольне (або наркотичне) сп'яніння. До чинників, сприяючих загибелі людей, слід віднести і такі явища, як підвищена насиченість приміщень громадських будинків матеріалами, що виділяють при горінні особливо небезпечні речовини (HCl, HCN і т.д.), а також збільшення кількості різних енергетичних джерел, які використовують у побуті. З причин пожеж в громадських будівлях у середньому за останні роки основне місце займають пожежі від необережного поводження з вогнем - 36,5% від усіх пожеж у громадських будівлях. Через порушення правил експлуатації електрообладнання та побутових електроприладів виникло 32,4% всіх пожеж. Підпали складають 10,2% від усіх пожеж в громадських будівлях.

Таким чином, в житлових і громадських будівлях пожежа в основному виникає через: - несправність електромережі та електроприладів; - витоку газу; - загоряння електроприладів, залишених під напругою без нагляду; - необережне поводження і пустощі дітей з вогнем; - використання несправних або саморобних опалювальних приладів; - залишення відкритими дверей топків (печей, камінів); - викиду палаючої золи поблизу будов; - безпечності і недбалості у поводженні з вогнем; - куріння.

Але значний матеріальний збиток завдають пожежі в житлових і громадських будівлях, особливо в будівлях підвищеної поверховості, з електротехнічних причин. За даними статистики, серед загальної кількості пожеж, що виникли за електротехнічних причин, частка пожеж у житлових і громадських будівлях перевищує 50%. Найбільше таких пожеж виникає в процесі експлуатації кабелів, проводів, електричних виробів та електричних приладів.

Згідно зі статистикою, найбільша кількість зареєстрованих у 2004 р пожеж (72,4%) і втрат від них (34,4%) припадала на житловий сектор. Поширення пожежі в житлових будинках найчастіше відбувається через надходження свіжого повітря, що дає

додатковий приплив кисню, по вентиляційних каналах, через вікна та двері. Ось чому не рекомендується розбивати шибки у вікнах палаючого приміщення і залишати відкритими двері. У житлових і громадських будівлях вогонь швидко поширюється по обладнанню та меблям, обробці і облицюванні, виконаним з горючих матеріалів, за горючих конструкцій, вентиляційним каналам та іншим сантехнічним комунікаціям. А причинами пожеж на громадських підприємствах найчастіше бувають:

- порушення, які допущені при проектуванні та будівництві будівель і споруд;
- недотримання елементарних заходів пожежної безпеки виробничим персоналом та необережне поводження з вогнем;
- порушення правил пожежної безпеки технологічного характеру в процесі роботи промислового підприємства (наприклад, при проведенні зварювальних робіт);
- при експлуатації електрообладнання та електроустановок;
- використання у виробничому процесі несправного обладнання. Поширенню пожежі на промислових підприємствах сприяють:
 - скупчення значної кількості горючих речовин і матеріалів на виробничих і складських площах;
 - наявність шляхів, що створюють можливість поширення полум'я та продуктів горіння на суміжні установки і сусідні приміщення;
 - раптова поява в процесі пожежі чинників, що прискорюють його розвиток;
 - запізніле виявлення виниклої пожежі і повідомлення про нього в пожежну частину;
 - відсутність або несправність стаціонарних і первинних засобів гасіння пожежі;
 - неправильні дії людей при гасінні пожежі.

Пожежі завдають відчутної шкоди економіці, і часто призводять до каліцтва та загибелі людей. Формування і розвиток протипожежних вимог відбувається на основі аналізу реальних і потенційних пожеж, масштабів матеріального збитку, можливої загибелі людей, а також обліку основних факторів, що впливають на ці показники. У країнах з досить високою щільністю населення в рік припадає по одній пожежі на кожні 10-15 чоловік. Дев'ять з десяти

пожеж ліквідуються цивільним населенням, і відомості про них залишаються невідомими. Пряма і непряма матеріальна шкода, що наноситься пожежами, в масштабах економіки країн становить від сотень мільйонів до десятків мільярдів доларів. Аналіз пожеж у всіх країнах свідчить про безперервне збільшення їх числа, що супроводжується великими матеріальними збитками і людськими жертвами. Аналіз статичних даних ряду країн дозволяє виявити зразковий розподіл числа пожеж і втрат від них по будівлях трьох основних призначень:

1) число пожеж у житлових будівлях становить 55%, у громадських - 10%, у виробничих і складських - 30%;

2) матеріальний збиток в житлових будівлях становить 35%, у громадських - 20%, у виробничих і складських - 45%;

3) загибель людей на пожежах у житлових будівлях становить 80%, у громадських - 10%, у виробничих і складських - 10%.

Статистика пожеж показує, що 80% пожеж відбувається у житлових приміщеннях. Тут же загибель і травматизм людей від диму і вогню становить 9 випадків з 10. За даними Центру пожежної статистики КТІФ на 1 мільйон осіб у Росії при пожежах гине понад 100 осіб, що в 6 разів більше, ніж у США. При цьому кількість пожеж на рік на 1000000 чоловік по Росії становить близько 2000.

Пожежі у висотних будівлях. Ці будівлі відносяться до об'єктів з масовим перебуванням людей і, разом зі своїм вмістом, представляють величезну матеріальну цінність. У зв'язку з цим, різного роду надзвичайні ситуації, пов'язані з пожежами, вибухами, аваріями у висотних будівлях, можуть призводити до великих жертв, матеріальних збитків, сильним громадським реакціям. Все це звертає особливу увагу до проблеми забезпечення безпеки людей і самих висотних будівель і споруд у разі виникнення пожежі.

2.4. Специфіка пожежної небезпеки висотних будівель

Основи забезпечення пожежної безпеки висотних будівель. Катастрофічні пожежі змушували людей звертати увагу на розробку заходів щодо запобігання пожежам та захисті від них.

Пожежна безпека - це стан захищеності особистості, майна, суспільства і держави від пожеж.

Основною проблемою пожежної безпеки будівель є приведення спочатку пожежонебезпечних об'єктів, у тому числі висотних будівель, в такий стан, при якому виключається можливість пожежі на об'єкті, а в разі виникнення пожежі забезпечується захист людей та матеріальних цінностей від небезпечних факторів пожежі.

В даний час реалізується перехід до нових принципів стандартизації та нормування в будівництві, з урахуванням нових ринкових відносин, економічних та організаційних умов будівництва.

До набрання чинності відповідних технічних регламентів у галузі будівництва, обов'язковому виконанню підлягають вимоги чинних нормативних документів, прийнятих до 1 липня 2003 року.

Основний принцип побудови нормативних вимог до пожежної безпеки об'єктів полягає в забезпеченні необхідного рівня пожежної безпеки об'єкта в залежності від класу, категорії його пожежної безпеки.

З цього принципу стає зрозумілою найважливіша, визначна роль у забезпеченні пожежної безпеки об'єктів, правильна, обґрунтована оцінка класу, категорії їх пожежної (вибухопожежної) безпеки.

Проблема оцінки рівня пожежної безпеки висотних будівель. У сучасних нормах рівень пожежної безпеки для різних будівель, частин будівель, приміщень або груп приміщень, функціонально пов'язаних між собою, підрозділяється на класи за функціональної пожежної безпеки. Клас того чи іншого будинку за функціональної пожежної безпеки залежить від:

- способу їх використання;
- мірою безпеки людей, які перебуває під загрозою у разі виникнення пожежі, в залежності від їх віку, фізичного стану, часу доби, виду функціонального стану основного контингенту і його кількості.

За цією класифікацією висотні будівлі, залежно від призначення, можуть ставитися як до класу Ф1, як будівлі для постійного проживання і тимчасового (у тому числі цілодобового)

перебування людей, так і до класів Ф2, Ф3, Ф4, як будівлі культурно-просвітницьких установ, установ управління та ін.

Аналіз причин і трагічних наслідків надзвичайних ситуацій з висотними будівлями привів до розуміння того, що висотні будівлі, незалежно від способу їх використання, є особливо небезпечними об'єктами, що потребують особливих заходів щодо забезпечення їх протипожежного захисту.

У зв'язку з цим, у відповідних нормах (технічних регламентах), необхідно ввести додатковий, «особливий» клас функціональної пожежної небезпеки для цього типу об'єктів.

Особливого класу функціональної пожежної небезпеки висотних будинків повинні відповідати особливі заходи щодо забезпечення їх пожежної безпеки.

2.5. Системи протипожежного захисту (СПЗ) висотних будівель

Сучасні будівельні норми і правила забезпечення безпеки людей при пожежі належать до пріоритетних вимог у порівнянні з іншими протипожежними вимогами норм.

Для забезпечення ефективного протипожежного захисту висотних будівель, в даний час, розроблений і успішно застосовується потужний, багаторівневий комплекс заходів СПЗ цих об'єктів, заснований на концепції пріоритетності забезпечення безпеки людей.

У цей комплекс заходів СПЗ входять заходи, які обов'язкові для будь-яких будівель, але до яких пред'являються особливі додаткові вимоги, і спеціальні додаткові заходи, які є обов'язковими тільки для висотних будівель.

Система протипожежного захисту будівель, висотою 16 поверхів і вище включає в загальному випадку 15 елементів захисту, які за призначенням можна згрупувати на такі блоки:

Блок 1. Заходи щодо забезпечення стійкості будівель або їх частин проти прогресуючого обвалення. У цей блок входять такі міри СПЗ:

- забезпечення вогнестійкості конструкцій;
- забезпечення вогнестійкості будівель;
- забезпечення вибухозахисту будівлі, в якому є або можуть бути вибухонебезпечні приміщення.

Слід зазначити особливу важливість цього блоку заходів СПЗ для висотних будівель, так як він забезпечує, так звану, «першочергову безпеку» об'єкта, у вигляді запасу стійкості системи, тобто її здатності чинити опір протягом певного часу не тільки впливу пожежі, а й іншим, у тому числі комбінованим особливим впливам.

Якщо об'єкт має недостатню стійкість (нездатний чинити опір протягом необхідного часу впливу НС), то вся система забезпечення безпеки людей і будівлі в цілому стає даремною.

Блок 2. Заходи щодо обмеження поширення пожежі у висотних будівлях:

- пристрій протипожежних перешкод всередині будівлі;
- пристрій протипожежних розривів між будівлями.

Блок 3. Заходи щодо забезпечення своєчасної та безперешкодної евакуації людей і їх порятунку при НС у висотних будівлях.

До основних положень норм щодо забезпечення безпеки людей при пожежах в будівлях і спорудах ставляться вимоги, що забезпечують у випадку пожежі:

- можливість евакуації людей незалежно від їх віку та фізичного стану назовні до настання загрози їх життю і здоров'ю внаслідок впливу небезпечних факторів пожежі;
- можливість порятунку людей;
- можливість доступу особового складу пожежних підрозділів та подачі засобів пожежогасіння до осередку пожежі, а також проведення заходів з порятунку людей і матеріальних цінностей.

Вирішення цієї проблеми при проектуванні нових і реконструйованих будівель реалізується наступними заходами СПЗ:

- заходами щодо своєчасної та безперешкодної евакуації людей;
- заходами щодо протидимного захисту;
- системою оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей;
- заходами щодо обмеження пожежної небезпеки матеріалів, конструкцій, будівель;
- заходами з порятунку людей, які можуть зазнати впливу небезпечних фактів пожежі, в т.ч. засоби колективного та

індивідуального захисту і порятунку людей; ліфти для пожежних підрозділів (пожежні ліфти).

Блок 4. Системи активного захисту будівель від пожежі:

- системи пожежної сигналізації;
- системи пожежогасіння;
- опорний пункт пожежогасіння;
- пристрій центрального пульта управління системою протипожежного захисту будівлі (ЦПУ СПЗ).

2.6. Трагедії пожеж висотних будівель світу

Сучасний хмарочос являє собою самостійний комплекс з системами життєзабезпечення: енергозабезпечення та енергозбереження; вентиляції та кондиціонування; вертикального та горизонтального сполучення; охорони та сигналізації; оповіщення та інформації; пожежогасіння та евакуації. Причому всі системи дублюються і працюють як у контрольованому, та і в автоматичному режимах. Завдяки сучасним інженерним системам життєзабезпечення, що закладаються при проектуванні та будівництві хмарочосів, майже 95% займань локалізуються локально. Але, інші 5%, які залишилися, складають значну частину статистики катастрофічних пожеж.

Збиток від пожежі з початку займання збільшується не в арифметичній, а в геометричній прогресії. Настільки ж стрімко зменшуються шанси на рятування людей, що стали заручниками пожежі. У ситуації виникнення пожежі в хмарочосі визначаючим фактором рятування людей є оперативність дій з їхнього рятування. В порівнянні з будівлями звичайної поверховості висотні будівлі в силу своєї конструктивної специфіки мають велику ступінь потенційної пожежної небезпеки для людини.

Висотним будівлям притаманно – швидкий розвиток пожежі по вертикалі та заповнення димом внутрішньої об'ємно-просторової структури. Швидкість поширення полум'я та отруйних газів по вертикалі може досягати всього декількох десятків метрів за хвилину. Таким чином висотна будівля всього за лічені хвилини може бути повністю охоплена полум'ям і заповнена димом. Найбільш інтенсивне задимлення відбувається на верхніх поверхах, де в значних об'ємах зосереджуються отруйні гази від процесу горіння. А перебування людей в приміщеннях заповнених

отруйними газами без засобів захисту органів дихання неможливо. Як наслідок – масове токсичне отруєння.

Вплив високих температур на будівельні конструкції від пожежі, може привести до їх обвалення з подальшим прогресуючим руйнуванням. Крім того, при пожежі із-за впливу високих температур, дуже часто, виходить з ладу ліфтове обладнання, системи протипожежного захисту та інші важливі інженерні системи. Небезпека посилюється ускладненням термінової евакуації людей, які у великій кількості можуть перебувати в будівлі, а також складністю боротьби з пожежею на значних висотах. Все це становить надзвичайну небезпеку для життя і здоров'ю людей та пожежних-рятувальників. Нехтування факторів надзвичайної пожежної небезпеки висотних будівель приводить до трагічних наслідків.

2.7. Визначення наслідків пожежі та пожежний ризик

Законодавець у сфері протипожежного захисту висотних будівель NFPA (Американської асоціації протипожежного захисту), не один десяток років веде детальну статистику пожеж, аналізує причини займань і наслідків пожеж, оцінює ефективність рішень із протипожежного захисту. За даними NFPA за період від 2005 до 2009 року у висотних будівлях США фіксували в середньому 15 тисяч пожеж на рік, які забрали життя 53 людей, завдали шкоди здоров'ю ще 546 і спричинили прямих збитків майже на 235 млн. доларів. Результатом такої роботи спеціальних комітетів NFPA є постійна актуалізація національних стандартів пожежної безпеки та врахування чинників ризику.

Свій вклад у вирішенні проблематики пожеж у висотних будівлях вносять професійні організації, такі як Underwriters Laboratories (UL) та Factory Mutual (FM), які формулюють вимоги до пожежної безпеки будь-якого обладнання та відповідне його застосування у висотних будівлях. Європейські протипожежні норми опрацьовані і мають ґрунтовну базу, але в їх основі лежить американський досвід, оскільки він найбільш різноманітний і систематизований.

За даними обліку пожеж територіальних органів ДСНС України, за 8 місяців 2015 року в Україні зареєстровано 50751

пожеж. У порівнянні з аналогічним періодом минулого року їх кількість збільшилась на 12,4 %. Внаслідок пожеж загинуло 1185 людей; травмовано 886 людей.

Матеріальні втрати від пожеж склали 6 млрд. 540 млн. 519 тис. грн. (з них прями збитки становлять 966 млн. 937 тис. грн); побічні 5 млрд. 573 млн. 582 тис. грн. У порівнянні з аналогічним періодом минулого року: прямі збитки збільшились на 13,5 %; побічні на 11,9%; кількість знищених та пошкоджених будівель і споруд збільшилась на 1,7% (17922 проти 17621); кількість загиблих тварин збільшилась на 20,9% (1082 проти 895); кількість знищених кормів збільшилась на 94,0% (17357 тон. проти 8948 тон.).

Прямі збитки – це втрати, пов'язані зі знищенням або пошкодженням вогнем, водою, димом і, внаслідок високої температури, основних фондів та іншого майна підприємства, установи та організації, а також громадян, якщо ці втрати мають прямий причинний зв'язок з пожежею.

Побічні збиток – це втрати, пов'язані з ліквідацією пожежі, а також зумовлені зупинкою виробництва, перервою в роботі, зміною графіка руху транспортних засобів та іншої втраченої внаслідок пожежі вигоди.

Соціальні збитки – це втрати через невикористані можливості внаслідок виключення трудових ресурсів з виробничої діяльності та витрати на проведення заходів внаслідок загибелі та травматизму людей на пожежах.

Екологічні збитки – це втрати, пов'язані із забрудненням продуктами горіння, а також засобами гасіння пожеж атмосфери, води, ґрунту, живих організмів і рослинності.

На даний час широкий розвиток набула система регулювання рівня пожежної безпеки об'єктів на основі врахування індивідуального і соціального пожежного ризику.

Пожежний ризик – це кількісна характеристика можливості реалізації пожежної небезпеки, яка вимірюється, як правило, у відповідних одиницях. Введено три показники, які дозволяють оцінити ризик для будь-якої людини протягом року, безпосередньо зіткнутися з пожежею або загинути від пожежі:

- r_1 (пожежа/чоловік) - ризик зіткнутися з пожежею;
- r_2 (жертва/пожежа) - ризик загинути на пожежі;
- $r_3=r_1 \times r_2$ (жертва/чоловік) - ризик загинути при пожежі.

Так як, економічні можливості суспільства обмежені, то здається розумним такий підхід: спільні кошти, які виділяються суспільством для гарантії безпеки, повинні бути розділені так, щоб очікувана кількість можливих жертв за всіма видами ризиків була мінімальною.

У світовій практиці використовується наступна класифікація ризику небезпеки:

- неприпустимий ризик - значення більш 10^{-4} ;
- жорстко контрольований ризик - при значеннях від 10^{-4} до 10^{-5} ;
- можливий ризик - значення менше 10^{-5} .

В Україні середньостатистичні показники ризику для людини зіткнутися з пожежею становить 0,013; загинути на пожежі 0,065; загинути від пожежі 0,000081 ($0,81 \times 10^{-4}$).

Аналіз показує, що ризики зіткнутися з пожежею і загинути на ній є неприпустимими, ризик загинути від пожежі підпадає під категорію «жорстко контрольований ризик». Світова статистика свідчить, що в середньому на одного загиблого припадає 25-30 травмованих з опіками різного ступеню, які вимагають тривалого та дорогого лікування, а це біля 2 % від загальних збитків.

2.8. Пожежо - і вибухонебезпечність

Класифікація будівельних матеріалів і конструкцій за займистістю будівель і споруд по вогнестійкості. Пожежна безпека будівель та споруд, умови розвитку і поширення пожежі в них, суттєво залежать від займистості і вогнестійкості використаних при їх будівництві матеріалів і конструкцій. Займистість і вогнестійкість будівельних матеріалів і конструкцій встановлюються на стадії проектування промислових об'єктів в залежності від категорії вибухо- і пожежонебезпеки приміщень, що розміщуються в проектах на будівництво. Згідно будівельним нормам і правилам, будівельні матеріали і конструкції за займистістю поділяються на *вогнетривкі, вогнестійкі і спалені*.

Вогнетривкими є такі матеріали і конструкції, які під впливом вогню або високої температури не запалали, які не тліють і не обвуглюються. До них відносяться всі природні і штучні неорганічні матеріали, які при пожежі не горять.

Вогнестійкими є такі матеріали, які під впливом вогню або високої температури спалахують, тліють або обвуглюються і продовжують горіти, тліти і обвуглюватися при наявності джерела запалювання, а після його видалення ці процеси припиняються. До них відносяться матеріали, що складаються з негорючих і горючих складових, які містять більше 8% по масі органічних наповнювачів, а також горючі матеріали, захищені негорючими матеріалами.

Спаленими є такі матеріали, які горять, і конструкції під впливом вогню або високої температури спалахують, тліють або обвуглюються, і ці процеси тривають після видалення джерела запалювання. До них відносяться всі органічні матеріали, які не відповідають вимогам, що пред'являються до вогнетривких і вогнестійких матеріалів.

Вогнестійкість окремих будівельних конструкцій будівель і споруд – це їх властивість зберігати несучу здатність під час пожежі протягом певного часу. Вогнестійкість характеризується двома кількісними показниками - межею вогнестійкості будівельних конструкцій і ступенем вогнестійкості будівель і споруд.

Межу вогнестійкості будівельної конструкції встановлюють експериментальним шляхом, і вона визначається часом у годинах від початку її випробування на вогнестійкість до появи одного з наступних ознак:

- наскрізні тріщини або отвори, через які нагріті продукти горіння або полум'я можуть проникати через конструкцію і поширюватися в суміжні приміщення;

- підвищення температури на поверхні конструкції в середньому більш ніж на 140 °C або в будь-якій точці цієї поверхні до температури 180 °C і більше в порівнянні з температурою до випробування;

- підвищення температури на поверхні конструкції вище 200°C незалежно від її температури до випробування;

- втрата конструкцією несучої здатності (обвалення).

Ступінь вогнестійкості промислових будівель і споруд визначається в залежності від групи займистості і меж вогнестійкості основних будівельних конструкцій (несучі стіни, колони, стіни сходових клітин, плити настилу, конструкції перекриттів і т.п.), а також швидкості поширення вогню по них.

Вогнезахисні матеріали:

- антипірени і вогнезахисні фарби;
- вогнезахисні пасти і штукатурки;
- негорючі шпалери;
- вогнезахисна ізоляція зі збірних елементів.

Застосування будівельних конструкцій з високим ступенем вогнестійкості, а будівельних матеріалів з мінімальною пожежною небезпекою є першорядним моментом при проектуванні будівлі.

Пожежну небезпеку будівельних матеріалів визначають наступні пожежно-технічні характеристики: горючість, займистість, поширення полум'я по поверхні, димоутворювальна здатність, токсичність. Будівельні матеріали підрозділяються на *негорючі* (НГ) та *горючі* (Г).

Горючі будівельні матеріали підрозділяються на чотири групи: Г1 – слабо горючі, Г2 – помірно горючі (органомінеральні матеріали); Г3 – нормально горючі, Г4 – сильно горючі (органічні матеріали).

Горючість та групи будівельних матеріалів встановлюються за нормами. Для негорючих будівельних матеріалів інші показники пожежної небезпеки не визначаються і не нормуються.

До негорючих, як правило, відносяться так звані мінеральні матеріали: природні камені, бетони і розчини на мінеральних зв'язуючих, керамічні і скляні матеріали, метали. Матеріали на основі органічних, рослинних компонентів є нормально і сильно горючими. Це матеріали з деревних волокон (ДСП, ДВП), більшість синтетичних пластмасових матеріалів.

До слабо горючих і помірно горючих відносять деякі органомінеральні матеріали, які не підтримують горіння. При дії відкритого вогню вони тліють, не дають відкритого вогню або обвуглюються. Після усунення джерела вогню тління припиняється. До таких матеріалів відносять фіброліт, арболіт, деякі органічні (органосилікатні композиції, наприклад, деревина, просочена антипіренами).

Горючі будівельні матеріали за займистості встановлюються за діючими нормами.

Горючі будівельні матеріали за поширення полум'я по поверхні підрозділяються на чотири групи:

- РП1 - не поширюють полум'я;
- РП2 – слабо поширюють полум'я;
- РП3 – помірно поширюють полум'я;
- РП4 – сильно поширюють полум'я.

Для інших будівельних матеріалів групи поширення полум'я по поверхні не визначаються і не нормуються. Горючі будівельні матеріали за димоутворювальною здатністю поділяють на три групи:

- Д-1 - з малою димоутворювальною здатністю;
- Д-2 - з помірною димоутворювальною здатністю;
- Д-3 - з високою димоутворювальною здатністю.

Горючі будівельні матеріали за токсичністю продуктів горіння підрозділяються на чотири групи:

- Т1 – мало небезпечні;
- Т2 - помірної небезпеки;
- Т3 – високо небезпечні;
- Т4 – надзвичайно небезпечні.

Під *вогнестійкістю* розуміють здатність будівельної конструкції чинити опір дії вогню та води під час пожежі. Межа вогнестійкості – це час в хвиликах з моменту початку пожежі до виходу конструкції з ладу (до втрати несучої здатності, обвалення, появи незворотних деформацій або утворення наскрізних тріщин), або прогріву до підвищення температури на протилежній від вогню поверхні близько 220 °С, вище якої можливо самозаймання органічних матеріалів. Наприклад, межа вогнестійкості не просочених антипіренами конструкцій будинку - 15-20 хв., сталевого каркасу ~ 30 хв.

Межа вогнестійкості будівельних конструкцій встановлюється за часом настання одного або послідовно декількох нормованих для даної конструкції ознак граничних станів:

- Втрата несучої здатності (R);
- Втрата цілісності (E);
- Втрата теплоізолювальної здатності (I).

При цьому межа вогнестійкості вікон встановлюється тільки за часом настання ознак E.

За пожежною безпекою будівельні конструкції поділяються на чотири класи:

- КО – не пожежонебезпечний;
- К1 – трохи пожежонебезпечний;

- К2 – помірно пожежонебезпечний;
- К3 - пожежонебезпечні.

Клас пожежної безпеки будівельних конструкцій встановлюється за діючими нормами. Будівля і пожежні відсіки (частини) будівель, виділені протипожежними стінами (брандмауерами) поділяються за ступенями вогнестійкості. Пожежна небезпека заповнення прорізів, огорожувальних конструкцій будівель, дверей, воріт, вікон і люків не нормується, за винятком спеціально обумовлених випадків. Існує кілька прийомів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій.

Конструктивні заходи. Вони передбачають: видалення горючих елементів (дерево, пластмаси) від джерел нагрівання (від печей, камінів та інших опалювальних приладів) на 30-40 см; пристрій вогнетривких стін - брандмауерів у будівлях складів, пакгаузів, інших протяжних спорудах (більше 30 м) з негорючих стін (найчастіше з керамічної цегли); пристрій вогнезахисних дверей (наприклад, при вході на горище, мансарду), вогнезахисних перегородок і інші.

Вогнезахист будівельних конструкцій:

- Просочення матеріалів антипіренами.
- Покриття поверхні вогнезахисними фарбами (товщиною до 200 мм).
- Обмазування вогнезахисними пастами (вогнетривкою мастикою) товщиною до 2 см; покриття поверхні вогнезахисними штукатурними розчинами (товщиною > 2 см).
- Покриття вогнестійкими склошпалерами.
- Захист конструкції жорсткими екранами - вогнестійкими листами, плитами, панелями.

Вогнетривкість будівельних матеріалів. Вогнестійкість – здатність матеріалів і виробів зберігати фізико-механічні властивості при впливі вогню і високих температур (до 1000 °С), що розвиваються в умовах пожежі. У одних матеріалів (вапняк, доломіт, мармур, органічні матеріали) вплив вогню викликає хімічне розкладання, інші (алюміній) плавляться, треті (сталь, граніт, мармур) деформуються і руйнуються.

Вогнестійкість конструкційних матеріалів характеризується межею вогнестійкості часом (годин) опору впливу вогню до втрати міцності. Межа вогнестійкості незахищених сталевих

конструкцій 0,5 год, залізобетонних 12 год, бетонних 25 год. Дуже висока межа вогнестійкості у глиняної цегли.

Вогнезахисна дія антипіренів заснована на їх хімічній взаємодії з захищеними матеріалами - деревиною, текстильними та деякими полімерними. При розкладанні деяких антипіренів під впливом вогню виділяються негорючі гази. Для вогнезахисного просочування деревини застосовують суміші фосфорнокислого і сірчанокислого амонію, бури та борної кислоти та ін. У полімерні матеріали (пінопласти, склопласти) при їх виробництві вводять речовини, що містять хлор, бром, фосфор, що уповільнюють горіння.

При проектуванні несучих і огорожувальних конструкцій будівель і споруд різного призначення і виборі матеріалів для їх обробки архітектор повинен суворо враховувати ступінь їх вогнестійкості відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Противопожежні перешкоди призначені для запобігання поширенню пожежі та продуктів горіння з приміщення або пожежного відсіку з осередком пожежі в інші приміщення. До них відносяться противопожежні стіни, перегородки і перекриття, що характеризуються власною вогнестійкістю і пожежною небезпекою. Вогнестійкість противопожежної перешкоди визначається вогнестійкістю її елементів: огорожувальної частини, конструкцій, що забезпечують стійкість перешкоди, конструкцій, на які вона спирається, вузлів кріплення між ними. Межі вогнестійкості конструкцій, що забезпечують стійкість перешкоди, конструкцій, на які вона спирається, і вузлів кріплення між ними за ознакою R повинні бути не менше необхідної межі вогнестійкості огорожувальної частини противопожежної перешкоди. Властивості противопожежних перешкод регламентують «Пожежна безпека будівель і споруд».

Перспективним і важливим напрямком у боротьбі з пожежами є вогнезахисна ізоляція будівельних конструкцій, зокрема вогнезахисні склади. За кордоном широке поширення набули вогнезахисні склади, що виготовляються на неорганічних в'язучих і заповнювачах з мінеральних волокон, а також заповнювачах з спученого перліту або вермикуліту. Як приклад, можна навести такі вогнезахисні склади, виготовлені у Франції:

- Newspray - на неорганічному в'язучому заповнювачі зі спученого вермикуліту зі спеціальними добавками. Призначений для вогнезахисту сталевих, бетонних і залізобетонних конструкцій в промислових будівлях і спорудах, приміщеннях складів, торгових підприємств та ін., які не перебувають на відкритому повітрі. Межа вогнестійкості залізобетонної плити товщиною 140 мм при товщині вогнезахисного покриття 10 мм складає 2 год., а при товщині вогнезахисного покриття 25 мм - 6 год.

- Fibrofeu - виготовлений на основі вторинної мінеральної вати і гідралічного в'язучого. Призначений для нанесення на поверхню залізобетонних, сталевих і дерев'яних конструкцій будь-якої конфігурації, утворює суцільне бездефектне покриття. Межа вогнестійкості залізобетонної плити товщиною 140 мм при товщині вогнезахисного шару 10...30 мм - 1...6 год., сталевих конструкцій при товщині вогнезахисного шару 10...48 мм - 0,5...2 год, дерев'яних конструкцій при товщині захисного шару 55 мм - 2 год;

- Fibrexpan - виготовляється з вторинної мінеральної вати, гідралічного в'язучого і добавок, не містить азбесту і кристалічного кремнезему. Володіє вогнезахисними, теплоізоляційними, акустичними властивостями. Вогнестійкість плит товщиною 140 або 100 мм з нанесеним на них вогнезахисним шаром товщиною 10...65 мм становить 1...4 год.

Найбільш прогресивним напрямком у розвитку вогнезахисних матеріалів є розробка і застосування покриттів, що використовуються для захисту металевих, дерев'яних і інших конструкцій. Вогнезахисні покриття набули поширення в США, Великобританії, ФРН та інших промислово розвинених країнах. Зокрема, у Великобританії їх широко застосовують для вогнезахисту сталевих конструкцій: вогнезахист із застосуванням покриттів, які сплучуються, охоплює в країні приблизно 15% сталевих конструкцій багатоповерхових будівель.

Зазвичай вогнезахисне покриття містить наступні основні компоненти: каталізатор, що розкладається при підвищенні температури з утворенням неорганічної кислоти; вуглевод, при взаємодії якого з вказаною кислотою утворюється вуглецевий обвуглений шар; сполучна, яке при підвищенні температури розплавляється, що сприяє утворенню обвуглене ізоляційного шару; спучує агент, який розкладається одночасно з

розплавленням сполучного, виділяючи значну кількість невогараемий газів, що супроводжується вспениванням і багаторазовим (до 40 раз) збільшенням товщини покриття, перетворені в ізоляційний обвуглений шар, що захищає сталь від подальшого впливу підвищених температур. Найчастіше процес починається при температурі приблизно 200 °С, коли сталь ще залишається неушкодженою.

Покриття застосовується в поєднанні з ґрунтовкою, призначеної для захисту поверхні сталі і підвищення міцності зчеплення вогнезахисного покриття з її поверхнею, а також гідроізоляційним складом.

Розрізняють тонкошарові і товстошарові покриття, що спучуються. Для тонкошарових покриттів, товщина яких не перевищує 5 мм, використовують склади, що містять органічні розчинники, або водорозчинні склади. Межа вогнестійкості сталевих конструкцій з тонкошаровими покриттями становить від 30 до 120 хв, але, як правило, не перевищує 60 хв. Товщина товстошарових покриттів складає до 50 мм. Склади для них зазвичай виготовляють на основі епоксидних смол.

Однією з сучасних тенденцій в області покриттів, що спучуються, призначених для вогнезахисту сталевих конструкцій, є застосування елементів конструкцій з попередньо нанесеним покриттям. Попереднє нанесення покриттів дає ряд переваг, які включають скорочення термінів будівництва будівель, підвищення якості та надійності вогнезахисних покриттів, підвищення безпеки будівельних робіт.

На поверхню сталевих елементів вогнезахисні покриття, що спучуються, наносять різними методами. Так, фірма Herberts GmbH (Німеччина), що спеціалізується на виробництві вогнезахисних складів для захисту різних конструкцій в умовах пожежі, пропонує для вогнезахисту сталевих конструкцій декоративні склади Unithenn. Склади є водорозчинні або містять органічні розчинники. В умовах пожежі покриття Unithenn, що спучуються, утворюючи на поверхні сталі ізоляційний шар, при наявності якого межа вогнестійкості конструкцій складає 2 год. Склади застосовують в приміщеннях і на відкритому повітрі. Herberts GmbH випускає також склади для захисту конструкцій з деревини та полімерних матеріалів, трубопроводів, кабелів, електропроводки. Продукція фірми включає герметичні

прокладки, що спучуються для вогнезахисту стиків в різних конструкціях.

Для таких матеріалів, як полімери, матеріали на основі деревини, клеї, за кордоном знаходять застосування спеціальні добавки, що знижують їх займистість. У числі найбільш поширених добавок - гідроксид алюмінію, застосовуваний в найбільш значних обсягах і відрізняється рядом переваг (зниження виділення диму при горінні полімерних матеріалів, нетоксичність, невисока вартість); сполуки бору, що застосовуються в основному для обробки матеріалів на основі целюлози, особливо теплоізоляційних матеріалів; гідроксид магнію; неорганічні сполуки фосфору; з'єднання бромовані ароматичні сполуки; хлоровані органічні сполуки.

В області вогнезахисних матеріалів можуть бути виявлені аналогічні напрямки: розробка та застосування мінеральних складів і матеріалів, а також покриттів, що спучуються. Так, наприклад, в СіБЗНІЕП розроблені склади вогнезахисних обмазок, які отримують на основі портландцементу, піску або пористих заповнювачів (керамзитового піску, спученого вермікулітового піску), бутадієнстирольного латексу і відходів азбесту. Склади призначені для вогнезахисту конструкцій різних типів. НИИМосстрой запропоновано вогнезахисне покриття, до складу якого входять портландцемент (БТЦ М500), рідке скло, спучений перлітовий пісок, вермікуліт, хризотіловий азбест. Вогнестійкість сталевих конструкцій з таким покриттям у залежності від його товщини становить 0,5 ... 4 год. Склад для вогнезахисного покриття виготовляє Московський завод будівельних фарб. У ЦНИИСК ім. В. А. Кучеренко створено фосфатне покриття, що включає вогнетривку глину, шамот і алюмохромфосфатне зв'язку (АХФС).

Розроблено також вогнезахисне фосфатне покриття ОФП-10, яке призначене для підвищення межі вогнестійкості металевих конструкцій, складається з фосфатного і застосовується в приміщеннях при відносній вологості повітря до 75%. Для пристрою вогнезахисних підвісних стель, вогнезахисту металевих та інших конструкцій запропоновані плити на основі спученого вермікуліту і неорганічних в'язучих (фосфати, рідке скло). Плити нетоксичні і водостійкі, їх межа вогнестійкості при товщині 20 мм (без облицювання) - не менше 2 год.

Всеросійський науково-дослідний інститут протипожежної оборони (ВНИИПО) розробив спучувані покриття ВІМ-2 для сталевих конструкцій. Вогнестійкість сталевих конструкцій з цим покриттям складає до 0,75 год. Його застосовують в сухих опалювальних приміщеннях з неагресивним середовищем. Для сталевих конструкцій запропоновано ще одне вогнезахисне покриття, що спучується ВІМ-2. Вогнестійкість сталевих колон при витраті складу ВІМ-2, що становить 4,5 кг /м², підвищується до 70 хв., при витраті 5,5 кг /м² - до 86 хв. Покриття ВІМ-2 може застосовуватися також для захисту деревини. Виробництво складу освоїли Загорський лакофарбовий завод і хімічний завод у Чернівцях.

Ряд матеріалів пропонує фірма «КрілаК»: покриття ОФП для підвищення межі вогнестійкості металевих конструкцій; покриття «Файрекс-100» для захисту від загоряння та розповсюдження полум'я по електрокабелю; покриття «Файрекс-200» для деревних матеріалів, що додає їм якість важкогорючих матеріалів; покриття «Файрекс-300» для металевих повітроводів, що підвищує межа їх вогнестійкості до 0,5 год; просочувальний склад «Клод-1» для деревних матеріалів, що надає їм властивість, яка важко згорає; просочувальний склад «Крілак-1» для синтетичних килимових матеріалів; покриття ОФП-МВ на основі мінеральних волокон для металевих конструкцій, що підвищує межа їх вогнестійкості до 3 год.

Фірма «Адрем» реалізує на вітчизняному ринку вогнезахисні матеріали фірми E Wood, Ltd., що відповідають вимогам євростандарту ISO 9002 і сертифіковані для застосування у Росії, країнах СНД і країнах Балтії. Однокомпонентне спучуване (при цьому воно збільшується в об'ємі в 30...35 разів) вогнезахисне покриття на водній основі Pyro-Tech L.S., призначене для захисту деревини та матеріалів на її основі, поєднує високу пожежостійкість з гарною адгезією.

Готове до вживання екологічно чисте покриття поставляється в пластмасових упаковках 5 і 20 л. Товщина покриття - 150 мкм, причому бажано дворазове нанесення - за один раз наносять покриття товщиною 75 мкм. Базовий колір складу - білий, але шляхом пігментації можна отримати покриття будь-якого кольору. Двокомпонентне безбарвне лакове вогнезахисне покриття Pyro-Tech C.S. складається з базового

складу і поверхневого шару. Товщина базового складу - 100 мкм, поверхневого шару - 50 мкм. Обидва покриття перетворюють деревину з горючого в матеріал, який важко спалити (1-я група вогнезахисної ефективності), і відповідають вимогам ДБН та ДСТУ. Для захисту металоконструкцій пропонується однокомпонентне спучуване покриття на водній основі Руго-Tech S.P. Необхідна межа вогнестійкості конструкції досягається шляхом нанесення на неї шару складу товщиною 800 мкм, що відповідає 4-й групі вогнезахисної ефективності. Для досягнення годинної межі вогнестійкості необхідно нанести шар товщиною 1,7 мм. При зовнішньому застосуванні на покриття шаром товщиною 50 мкм наносять однокомпонентне лакове покриття Руго-Tech S.P. Top Coat, яке захищає його від впливу вологи і хімічних речовин. Вогнезахисні склади Руго-Tech з успіхом застосовані в ході виконання реставраційних робіт у Великому Кремлівському Палаці, будівлі Державної Думи РФ, на спортивних спорудах і різних об'єктах в Москві, С.-Петербурзі.

Для вогнезахисту електрокабельної продукції в кабельних тунелях, метрополітенах, електростанціях, підстанціях, що має в основному горючі оболонки, хороший ефект дає також застосування двокомпонентного спучуваного вогнезахисного покриття на епоксидній основі Soron LS 3000, яке наносять шаром товщиною 250 мкм. Більшість перерахованих вище складів виготовляють на водній основі, що сприяє екологічній безпеці їх застосуванні і утилізації, але наносяться тільки при позитивних температурах. Уже нанесені покриття витримують температури понад -50 °С.

Іншим популярним напрямком в боротьбі з пожежами є збірні листові і плитні матеріали. Наприклад, фірма Fireguard Ply, Ltd. (Великобританія) для вогнезахисту сталевих конструкцій будівель пропонує незаймісті плити Viscuclad, виготовлені на основі вермикуліту і силікатної в'язучого. При товщині плит більше 45 мм межа вогнестійкості захищених ними сталевих конструкцій становить до 4 год.

Ефективним вогнезахисним матеріалом є гіпс - ще й найбільш економічний матеріал для вогнезахисту залізобетону: по ефективності шар гіпсу товщиною 1 см відповідає шару бетону товщиною 2 см. Застосування гіпсу для вогнезахисту знижує можливість руйнування захисного шару бетону; після

пожежі відновленню підлягає тільки захисний гіпсовий шар. Існують наступні способи влаштування вогнезахисту: нанесення на поверхню конструкції, що захищається, шару гіпсової штукатурки по заанкерованій в бетон сталевій сітці. Гіпс застосовується в чистому вигляді, а також у поєднанні з мінеральним волокном і керамічними матеріалами. У Великобританії для підвищення вогнестійкості не несучих перегородок з металевим каркасом, перекриттів з дерев'яними балками, зовнішніх стін зі сталевим каркасом, а також для вогнезахисту сталевих несучих елементів і в конструкціях підвісних стель застосовують гіпсокартонні обшивальні листи, виготовлені з зовнішніми шарами з картону і внутрішнім шаром з гіпсу з добавками скловолкна і спученого перліту, що обумовлює підвищення вогнезахисних властивостей листів, що відповідають вимогам стандарту Великобританії BS 1230: 170 «Гіпсові обшивальні листи».

У Німеччині виробляють вогнезахисні плити Knauf Fireboard з стеклофіброгіпса з добавками, що підвищують вогнестійкість. Товщина плит - 10...25 мм, ширина - 1250 мм, довжина - 2400 або 2500 мм, щільність - 780 кг/м³. Модуль пружності плит коливається від 2200 до 2500 МПа. Підвісні стелі, влаштовані з використанням плит Knauf Fireboard, за прийнятою в ФРН класифікації відносять по вогнестійкості до класу F90.

Фірма Placoplatre (Франція), випускає вогнестійкі гіпсові листи Stucal M, армовані двома шарами склотканини. Товщина листів - 10...12 мм. При впливі вогню вони тривалий час зберігають механічні властивості. Листи призначені для пристрою підвісних стель, міжкімнатних і міжквартирних перегородок, вогнезахисту несучих конструкцій, трубопроводів, вентиляційних коробів. На поверхню листів без попередньої підготовки можна наносити будь-які лакофарбові матеріали.

Фірма United States Gypsum Co (США) розробила конструкції протипожежних перегородок із застосуванням гіпсокартонних листів для будинків висотою 1...4 поверху з дерев'яним каркасом. Межа вогнестійкості перегородок, що включають два гіпсокартонних листа, складає 2 год., а при введенні в конструкцію перегородки звукоізоляційних матів Thermafiber товщиною 25 мм межа вогнестійкості перегородок збільшується до 3 год.

У вітчизняній практиці будівництва для вогнезахисту застосовують так звані полегшені облицювальні елементи (на основі мінераловатних, вермикуліт-перлітоскладових, азбестових, гіпсоволокнистих і інших матеріалів) - так звані захисні облицювання. Мінераловатні волокна здатні, не плавлячи, витримувати температуру понад 1000 °С, тоді як сполучні при температурному впливі понад 250 °С випаровуються. Волокна залишаються неушкодженими і, в силу хаотичного зчеплення, забезпечують зв'язність і достатню міцність, створюючи захист від вогню.

Поряд з досить широкою номенклатурою вітчизняних вогнезахисних виробів на основі мінеральної вати на ринку представлена і продукція провідних світових виробників - фірм Paroc і Rokwol, що пропонують пожежозахисні плити, мати і циліндри для конструкцій трубчастого перетину. Завдяки високій температурній стійкості мінераловатних виробів, особливо що містять невелику кількість сполучних (менше 2%), їх з успіхом можна застосовувати в якості вогнезахисту. Виробляються спеціальні види мінераловатних жорстких вогнезахисних плит, в тому числі з одностороннім покриттям фольгою.

Термін служби вогнезахисних виробів без ремонту не менше 10 років. Всі мінераловатні вогнезахисні вироби підвищують межу вогнестійкості ізолюваних конструкцій від 30 хв до 2 год.

Мінераловатні плити використовуються в якості протипожежного захисту різних сталевих конструкцій, їх можна застосовувати і при вогнезахисній обробці тонкостінних (армоцементних) конструкцій зі зниженою вогнестійкістю. Плити кріпляться за допомогою силікатного клею (товщина шару приблизно 2 мм).

Мінераловатні мати з сітчастою обплетенням або з покриттям скловолоконистої тканиною або алюмінієвою фольгою містять мінімальну кількість синтетичної зв'язки, менше 1%, і рекомендуються для пристрою вогнестійкої ізоляції вентиляційних каналів трубчастого перетину, важко-доступних ділянок і криволінійних поверхонь.



Застосовуються і вогнезахисні вироби на основі вермикуліту, матеріалу з групи гідролюд. Основною властивістю, що визначає його промислову цінність, є здатність значно збільшуватися в об'ємі, спучуватися при випалюванні в інтервалі температур 400...1000 °С.

Спучений вермикуліт являє собою сипучий пористий матеріал у вигляді лускатих частинок сріблястого і золотистого кольорів, одержуваних прискореним випаленням вермикуліту - гідролюд, що містить між елементарними шарами зв'язану воду. Пара, що утворюється з цієї води, діє перпендикулярно площинам спайності і розсовує пластинки слюди, збільшуючи первинний об'єм зерен в 15...20 разів і більше. Спучений вермикуліт володіє високими тепло- і шумоізоляційні властивості, не токсичний, не схильний до гниття і перешкоджає поширенню цвілі, має високу температурну стійкість, вогнестійкість. Спучений вермикуліт випускає, наприклад, ЗАТ «Слюдяними фабриками» (м Колпіно) на базі вермікулітового концентрату найбільшого в Європі Ковдорського родовища (Мурманська обл.).

Ще один напрямок – вогнезахисні вироби на основі каолінової вати і спученого перліту, які застосовують при температурі 1100...1250 °С (відомі високоглиноземисті та цирконієві волокна з температурою застосування 1400 і 1600 °С відповідно).

Каолінова вата і вироби на її основі відносяться до високотемпературної теплоізоляції, сировиною для її виробництва служать технічний глинозем, що містить 99% Al_2O_3 і чистий кварцовий пісок. Теплопровідність каолінової вати залежить від температури і ущільнення волокна при його монтажі. З ущільненням вати, т. е. зі зменшенням розміру пор, теплопровідність при високих температурах знижується за рахунок зменшення теплопередачі випромінюванням і конвекцією. В якості сполучних застосовують силікатне (рідке) скло, глиноземистий цемент, вогнетривкі глини, кремній органічні сполучні. Каолінова вата досить стійка до вібрації, інертна до води, водяної пари, маслам і кислотам, має високі електроізоляційні показники, що мало змінюються з підвищенням температури до 700...800 °С, не змочується рідкими металами. На основі каолінової вати випускають рулонний матеріал і штучні вироби у вигляді плит і інших виробів складної форми. У США освоєно виготовлення волокна на основі

цирконію з добавкою оксиду ітрію, що підвищує стабільність волокна при високій температурі. Температура застосування такого волокна досягає 2700 °С.

Спучений перліт отримують шляхом подрібнення і випалу перліту, обсідання і інших вулканічних гірських порід склоподібної будови, що містять невелику кількість гідратної води (3...5%). При швидкому нагріванні до температури 900... 1200 °С вода переходить в пар і спучує розм'якнену породу; та в свою чергу розпадається на кулясті зерна зі збільшенням в обсязі в 5...10 разів і більше (пористість зерен 80...90%). Насипна щільність перлітового піску коливається від 75 до 200 кг/м³, щебеню - 500 кг/м³. Теплопровідність при температурі 25 °С становить 0,046...0,08 Вт / (м • К).

Спучений перліт використовують у вигляді теплоізоляційної засипки. На основі його суміші з в'язкою речовиною отримують розчинні і бетонні суміші, з яких формують теплоізоляційні вироби (плити, шкаралупи, сегменти, цегла) або виконують теплоізоляційні, звуко поглинаючі і декоративні штукатурки. На основі перлітового піску і щебеню виготовляють конструктивно-теплоізоляційні конструкції.

Монолітні вогнетриви. Виробничий відділ виробляє і обробляє наступні види високоякісних технічних і вогнетривких керамічних матеріалів: корунд, муллит, глина, алюмосилікат, кордієрит, оксид алюмінію, карбід кремнію на алюмосилікатній зв'язці, карбід кремнію на нітрідній зв'язці, композити, керамічне волокно, а також різні види бетону, будівельних сумішей і вогнетривких будівельних розчинів. Вони є єдиним польським виробником керамічних матеріалів для зварювання, в основному зварювальних підкладок для формування кореня шва. Філія отримала сертифікат, що підтверджує відповідність вимогам EN ISO900:2008 в галузі виробництва технічних і вогнетривких керамічних матеріалів. Лабораторія повністю була оснащена для виконання комплексних досліджень в області вогнетривких керамічних і технічних матеріалів. Область акредитації (№ АВ 097) включає в себе 129 методів дослідження, а системою охоплено в цілому 325 методів.

Щоб відповідати очікуванням клієнтів і знайти нові методи комунікації, в 2013 році почав діяти віртуальний каталог, в якому можна знайти пропозицію про співпрацю, в якості

виробника кераміки, акредитованої лабораторії, а також науково-дослідного центру.

Звичайні вогнетривкі бетони:

- вогнетривкі теплоізоляційні бетони;
- вогнетривкі суміші для нанесення методом віброформовання;
- вогнетривкі суміші для нанесення методом торкретування;
- вогнетривкі цементи, клеї і покриття;
- збірний залізобетон.

Вогнетриви та їх застосування. Вогнетривкими бетонами називають суміші вогнетривких наповнювачів та цементів, які при затвердінні перетворюються в каменеподібний матеріал, здатний при тривалому впливі високих температур зберігати задані механічні властивості.

Зазвичай вогнетривкі бетони готують на зв'язці з гідравлічно тверднучого глиноземистого цементу. Але в якості в'язучих компонентів можна використовувати керамічні зв'язки, фосфати або силікати натрію. Крім вогнетривких бетонів з хорошою вогнетривкістю і жароміцністю, виготовляють легкі вогнетривкі бетони, призначені для зон, де потрібна полегшена конструкція і теплоізоляція.

Алюмосилікатні і високоглиноземисті вогнетривкі бетони і легкі бетони регламентовані японським промисловим стандартом.

Починаючи, з середини 20-го сторіччя, коли постала проблема зменшення ризиків пожеж, в багатоповерхівках, разом із зростом їхньої чисельності в містах, та населених пунктах, інженерія зайнялась проблемою зменшення ризиків займання та виникнення пожеж в житлових будинках та офісних приміщеннях високої поверховості. Діяльність була спрямована на такі напрями:

1. Покращення рівня безпеки та проектування приміщень з простішою схемою евакуації людей з високих поверхів.
2. Зміни структурної будови матеріалів, та одиниць будівництва на висотних об'єктах.
3. Впровадження в будівництво матеріалів, які мають вищий рівень вогнетривкості.
4. Зниження ціни на виробництво матеріалів, які забезпечують зростання рівня протипожежної безпеки в багатопверхових приміщеннях.

2.9. Ступінь вогнестійкості будівель та споруд

Вогнестійкість – це здатність будівельних конструкцій зберігати свої робочі функції під дією високих температур за умов пожежі. Будівельні конструкції виконують загороджувальну, теплоізоляційну та несучу функції. Втрата несучої здатності конструкції призводить до того, що вона – залежно від її типу – обвалюється або прогинається. До основних будівельних конструкцій належать зовнішні та внутрішні несучі стіни (перегородки), колони, балки, плити, настили та ін. Для несучих конструкцій вогнестійкість визначається тільки за втратою несучої здатності (зовнішні стіни, перекриття, балки, ферми, колони). Загороджувальна здатність будівельних конструкцій характеризує можливість утворення в конструкції наскрізних отворів або тріщин, через які в сусідні приміщення проникає полум'я або продукти горіння. Теплоізолююча функція конструкцій залежить від їх здатності до прогрівання. За теплоізолюючою здатністю вогнестійкість визначається підвищенням температури конструкції в будь-якій точці з необігрітого боку поверхні більше ніж на 190 °С порівняно з температурою до нагріву. Характеристикою вогнестійкості будівельних конструкцій є межа вогнестійкості. Отже, втрата несучості будівельною конструкцією означає її обвалювання (руйнування); втрата загороджувальної здатності – появу тріщин; а теплоізолюючої – прогрівання конструкцій під час пожежі до температури, коли при її підвищенні можливе самоспалахування речовин, що перебувають у сусідніх приміщеннях. Прийнято вісім ступенів вогнестійкості будівель і споруд (табл.2.1). Найбільшу межу вогнестійкості в будівлях будь-якого ступеня мають несучі конструкції, найменшу – внутрішні перегородки. Тому вогнестійкість будівлі визначається у певних діапазонах. Межа вогнестійкості будівельних конструкцій не завжди може відповідати вимогам пожежної безпеки, а відтак її потрібно підвищувати.

Для підвищення межі вогнестійкості використовують різні методи вогнезахисту. Методи вогнезахисту залежать від:

- необхідної межі вогнестійкості;
- типу конструкції;
- положення конструкції в просторі;
- виду статичних та динамічних навантажень, що діють на конструкцію;

Конструктивні характеристики будинків залежно від їх
ступеня вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості	Конструктивні характеристики
I, II	Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.
III	Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, які захищені штукатуркою або мають вогнезахисну обробку.
III а	Будинки переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – з металевих незахищених конструкцій. Огорожувальні конструкції - з негорючих листових матеріалів з негорючим утеплювачем або утеплювачем груп низької та помірної горючості.
III б	Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – з деревини, яка зазнала вогнезахисну обробку. Огорожувальні конструкції піддані вогнезахисній обробці або захищені від дії вогню та високих температур.
IV	Будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з деревини або інших горючих матеріалів, захищених від дії вогню та високих температур штукатуркою або іншими листовими, плитними матеріалами. До елементів покриттів не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості, але деревина повинна мати вогнезахисну обробку.
IV а	Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – з металевих незахищених конструкцій. Огорожувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з утеплювачем груп середньої та підвищеної горючості.
V	Будинки, до несучих і огорожувальних конструкцій яких не пред'являються вимоги щодо межі вогнестійкості та межі поширення вогню.

- температурно-вологісних умов експлуатації;
- агресивності оточуючого середовища;
- естетичних вимог до конструкцій та ін.

Найменшу межу вогнестійкості мають металеві незахищені конструкції. Залежно від температурного режиму пожежі межа їх вогнестійкості має декілька хвилин – 0,1-0,3 год.

Металеві конструкції мають велику теплопровідність, швидко прогриваються і втрачають несучу здатність. Тому збільшення їх товщини не дає позитивного ефекту. Для захисту цих конструкцій використовують:

- бетонування;
- облицювання цеглою, керамічними плитами;
- цементно-піщану й перлітову штукатурку;
- покриття азбестом і рідким склом;
- покриття, що спучується з утворенням пористих захисних прошарків, що мають високі теплоізоляційні властивості.

Наведені вище методи вогнезахисту металевих конструкцій дають можливість підвищити межу їх вогнестійкості до нормованих величин (0,5-3 год).

Дерев'яні конструкції мають незначну теплопровідність, а їх вогнестійкість втрачається через обгорання конструкцій, а відтак зменшення площини перетину.

Вогнезахист дерев'яних конструкцій здійснюється шляхом:

- просочування антипіренами;
- створення термоодягу у вигляді штукатурки;
- облицювання вогнезахисним покриттям (червона цегла, пустотілі керамічні блоки);
- покриття листовим азбестоцементом, сухою гіпсовою або звичайною штукатуркою;
- поверхневої обробки деревини емаллю в 4 шари.

Дерев'яні конструкції, захищені вище наведеними методами, набувають властивостей важкогорючих матеріалів і не займаються від малопотужних джерел.

Кам'яні конструкції мають вогнестійкість, межа якої залежить від їх товщини, теплофізичних властивостей, способу обігріву. Завдяки своїй масивності й теплофізичним властивостям, кам'яні конструкції чинять великий опір вогню в

умовах пожежі. Цегляні конструкції в умовах пожежі витримують нагрівання до 700-900 °С, не зменшуючи своєї міцності і не виявляючи ознак руйнування. Межа вогнестійкості цегляних стін товщиною 25 см становить 5 год., а стін з пустотілої цегли – 5,5 год.

Залізобетонні конструкції досить стійкі в умовах пожежі через негорючість і невелику теплопровідність. Вони виконують свої функції в умовах пожежі до 1 год., іноді менше. Дія води при їх гасінні може спричинити вибух бетону й швидке руйнування конструкції. Для підвищення їх вогнестійкості:

- збільшують товщину конструкції;
- вибирають бетон з меншим коефіцієнтом теплопровідності;
- знижують статичні і динамічні навантаження;
- добирають в'язучі матеріали і відповідні наповнювачі;
- збільшують товщину захисного шару бетону;
- зменшують теплопровідність шляхом нанесення штукатурок чи облицювання;
- добирають арматуру з більш високою критичною температурою.

Вогнестійкість будівель і споруд. Класифікація виробництв за вибухо- і пожежонебезпекою. Відповідно до чинних державних будівельних норм (ДБН) будівлі й споруди за вогнестійкістю поділяються на п'ять ступенів.

Ступінь вогнестійкості будівель і споруд визначається границями вогнестійкості основних будівельних конструкцій, границями поширення вогню по цих конструкціях, а також відповідними їм групами займання.

Границя вогнестійкості елементів і будівельних конструкцій – це проміжок часу (в годинах або хвилинах) від початку вогневого стандартного випробування зразків до виникнення одного з граничних станів елементів і конструкцій. Стандартне випробування виконують відповідно до стандарту.

Для того щоб перевірити, чи відповідає вогнестійкість будівлі або споруди, що проектується, протипожежним вимогам, необхідно зробити розрахунок вогнестійкості конкретних будівельних конструкцій, який зводиться до визначення розрахункової тривалості горіння і потрібної границі вогнестійкості. Розрахунок вогнестійкості завершується

порівнянням фактичної і потрібної границі вогнестійкості.

Ступінь вогнестійкості будівель і споруд характеризується групою займання будівельних матеріалів, з яких виготовлена споруда і вогнестійкості несучих будівельних конструкцій та їхніх частин. Відповідно до цього всі об'єкти поділяються на п'ять ступенів займистості. Нормований ступінь вогнестійкості будівель за вимогами ДБН залежить від категорії пожежної безпеки виробництва, висотності будівель тощо. Із зростанням номера категорії приміщення збільшується ступінь займання конструкції і зменшується границя їхньої вогнестійкості.

За ступенем вогнестійкості вибирають матеріал для стін, перекриттів і колон та визначають необхідні границі між будівлями або спорудами. Необхідну кількість води для зовнішнього гасіння пожеж можна визначити, знаючи категорію пожежної безпеки виробничої будівлі, ступінь її вогнестійкості і об'єм. Вибір необхідних систем вентиляції, опалення, водопостачання, освітлення і електропроводки, електрообладнання і засобів для гасіння пожеж здійснюють залежно від категорії пожежної безпеки будівель або споруд.

Категорія А (вибухо пожежонебезпечна). Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху $t < 28$ °С в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, під час займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск $\Delta P_{\phi} > 5$ кПа у фронті ударної хвилі вибуху в приміщенні. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним в такій кількості, що розрахунковий тиск $\Delta P_{\phi} > 5$ кПа у фронті ударної хвилі у приміщенні. До них відносяться водневі станції, склади балонів для розріджених газів, приміщення стаціонарних кислотних і лужних акумуляторних установок, насосні станції з перекачування рідин з температурою спалаху до $t = 28$ °С та склади цих рідин, приміщення малярних цехів, де застосовують нітрофарби, лаки і нітроемалі, ацетиленові станції і приміщення ацетиленових генераторів та ін.

Категорія Б (вибухо пожежонебезпечна). Горючі порохи або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху $t > 28$ °С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні порохоповітряні або пароповітряні суміші, під час займання яких розвивається розрахунковий надлишковий

тиск вибуху у приміщенні $\Delta P_{\phi}=5$ кПа. До них відносяться, наприклад, виробництва із застосуванням аміаку, пального для ТГД і ТРДД, а також складські приміщення, в яких зберігаються дизельне пальне, мінеральні мастила, закриті склади вугілля, пакгаузи змішаних вантажів, гаражі тощо.

Категорія В (пожежонебезпечна). Легкозаймисті, горючі й важкозаймисті рідини, тверді горючі й важкозаймисті речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним горіти тільки за умови, що приміщення, в якому вони знаходяться (обертаються), не відносяться до категорії А або Б.

Категорія Г. Негорючі речовини і матеріали в горючому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевого тепла, іскор та полум'я; горючі гази, рідини й тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо (ливарні цехи, станції випробування двигунів, котельні і т. ін.).

Категорія Д. Негорючі речовини і матеріали в холодному стані. Це – цехи холодної обробки металів (крім магнієвих сплавів), повітродувки, інструментальні цехи, насосні станції для перекачування негорючих рідин тощо.

Категорію виробництва вибирають за нормами технологічного проектування або за спеціальним переліком виробництв. Існує також класифікація виробничих приміщень і зовнішніх установок з вибухової і пожежної небезпеки. Віднесення приміщень і зовнішніх установок до вибухо- або пожежонебезпечних залежить від умов створення можливих вибухо- і пожежонебезпечних середовищ.

Вибухонебезпечними називаються приміщення і зовнішні установки, в яких згідно з умовами технологічного процесу можуть створюватися вибухонебезпечні суміші: горючих газів або пари з повітрям чи киснем та іншими газами-окислювачами (наприклад, з хлором), горючих пилу або волокна з повітрям у разі переходу їх у завислий стан. Усі вибухонебезпечні виробничі приміщення і установки поділяються на такі класи: В-1, В-1а, В-1б - приміщення з небезпекою вибуху пари і газів, В-1г - зовнішні установки з небезпекою вибуху горючого пилу або волокна. Наприклад, в приміщеннях класу В-1 виділяються горючі гази або пара в об'ємі, що створює з повітрям або іншими окислювачами вибухонебезпечні суміші не тільки при аварійних,

але й при нормальних режимах роботи, невеликих за тривалістю (при зберіганні або зливанні, наливанні, переливанні легкозаймистих і горючих речовин, які знаходяться у відкритих посудинах, тощо).

У приміщеннях класу В-1а при нормальній експлуатації вибухонебезпечні суміші горючих газів і пари з повітрям та іншими окислювачами не виникають, а створюються тільки в результаті аварій або несправностей. У приміщеннях класу В-1б на відміну від класу В-1а є такі особливості: горючі гази мають високу нижню границю вибуховості (15 % і більшу) і різкий запах при гранично допустимих за санітарними нормами концентраціях (наприклад, машинні зали аміачних і холодильних абсорбційних установок); створення вибухонебезпечної концентрації для всього приміщення за умов технологічного процесу виключається, можливе створення місцевої вибухонебезпечної концентрації; легкозаймисті і горючі речовини є в приміщеннях у невеликих кількостях і роботу з ними проводять у витяжних шафах або під витяжними зонтами (приміщення для зберігання проб легкозаймистих і горючих речовин, лабораторії і т. ін.).

До класу В-1г відносяться зовнішні установки, які містять у собі вибухонебезпечні гази, пару, легкозаймисті речовини (газгольдери, зливно-наливні естакади для легкозаймистих речовин та ін.).

У приміщеннях класу В-II виділяються горючі пил або волокна, які переходять у завислий стан і здатні створювати з повітрям та іншими окислювачами вибухонебезпечні суміші не тільки при випадкових, але й при нормальних, недовгочасних режимах роботи (наприклад, при завантажуванні технологічних апаратів).

У приміщеннях класу В-IIа, на відміну від В-II, небезпечні стани не виникають під час нормальної експлуатації, вони можливі тільки в результаті аварій або несправностей.

Найбільш вибухонебезпечними є приміщення класів В-I і В-II, найменш вибухонебезпечними — приміщення класів В-1б, установки класу В-1г.

Пожежонебезпечними називаються приміщення і установки, в яких використовують або зберігають горючі речовини. Відповідно до ПУЕ, вони поділяються на класи II-I, II-

II, II-Па, II-Ш.

До класу II-I відносяться приміщення, в яких використовують або зберігають горючі рідини з температурою спалаху пари вище 45 °С (склади мінеральних мастил, регенераційні установки для них тощо).

До класу II-II відносяться приміщення, в яких небезпека виникає внаслідок виділення горючих пилу або волокна, які переходять у завислий стан. Виникаюча при цьому небезпека призводить до пожежі (але не до вибуху).

До класу II-Па відносяться виробничі й складські приміщення, в яких знаходяться тверді або волокнисті горючі речовини (дерево, тканини тощо) і в яких горючі пилу або волокна, що переходять у завислий стан, немає.

До класу II-Ш відносяться зовнішні установки, в яких використовують або зберігають горючі рідини з температурою спалаху пари вищою 45 °С, наприклад, відкриті склади мінеральних масел, а також тверді горючі речовини.

2.10. Пожежна небезпека, вогнестійкість висотних будівель

Вогнестійкість будівель та споруд. Поширення пожежі у будівлях та спорудах значною мірою залежить від вогнестійкості будівельних конструкцій. Вогнестійкість конструкції - здатність конструкції зберігати несучі та (або) огорожувальні функції в умовах пожежі. За вогнестійкістю всі будівлі та споруди поділяють на вісім ступенів (п'ять основних та три додаткових), які характеризуються межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій та межами поширення вогню по цих конструкціях (табл.2.2):

Найвищу вогнестійкість мають будівлі та споруди I ступеня, будівельні конструкції в яких виготовлені з негорючих матеріалів відповідної товщини (наприклад, цегляний будинок), а найнижчу - V ступеня, виготовлені з горючих матеріалів (наприклад, дерев'яний будинок).

Межі вогнестійкості, будівельних конструкцій визначаються шляхом дослідження у спеціальних печах за відповідною методикою, згідно з ДСТУ «Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість». Межа вогнестійкості окремих

будівельних конструкцій залежить від їх товщини чи площі поперечного перерізу та фізико-хімічних властивостей матеріалів, з яких вони виготовлені. Наприклад, стіни з червоної цегли товщиною 38 см мають межу вогнестійкості близько 11 год., а з натурального каменю такої самої товщини - 7 год. Для перегородок із силікатної та червоної цегли товщиною 12 см межа вогнестійкості становить 2,5 год, гіпсових та гіпсошлакових товщиною 10 см - 1,7 год, дерев'яних (товщина 15 см), поштукатурених з обох сторін (товщина шару штукатурки 2 см) - 0,75 год.

Таблиця 2.2

Межі вогнестійкості конструкцій та поширення вогню по них залежно від ступеня вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості будівель	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій, год (над ризикою) і мінімальні межі поширення вогню по них, см (під ризикою)								
	Стіни							Елементи покриття	
	Несінних і сходових кліток	Самонесінні	Зовнішні несінні (у т.ч. з навісних панелей)	Внутрішні не несінні (перегородки)	Колони	Сходові площадки, козурки, сходи, балки і марші сходових кліток	Плити, настили (у т.ч. з утеплювачем) та інші несінні конструкції перекриття	Плити, настили (у т.ч. з утеплювачем) та інші несінні конструкції перекриття	Балки, ферми, арки, рами
I	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{1,25}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{2,5}{0}$	$\frac{1,0}{0}$	$\frac{1,0}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,5}{0}$
II	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{1,0}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{1,0}{0}$	$\frac{0,75}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$
III	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{1,0}{0}$	$\frac{0,25}{0}, \frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{1,0}{0}$	$\frac{0,75}{25}$	$\frac{H.H.}{H.H.}$	$\frac{H.H.}{H.H.}$
IIIa	$\frac{1,0}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{1,0}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{0,25}{0}$
IIIб	$\frac{1,0}{40}$	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{0}, \frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{1,0}{40}$	$\frac{0,75}{0}$	$\frac{0,75}{25}$	$\frac{0,25}{0}, \frac{0,5}{25(40)}$	$\frac{0,75}{25(40)}$
IV	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{H.H.}{H.H.}$	$\frac{H.H.}{H.H.}$
IVa	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{H.H.}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{H.H.}$	$\frac{0,25}{0}$
V	Не нормуються								

Межа поширення вогню по будівельній конструкції - це розмір пошкодженої зони зразка (у см) в площині конструкції від межі зони нагрівання, перпендикулярно їй, до найвіддаленішої точки пошкодження (для вертикальних конструкцій - вгору, для горизонтальних - у кожен бік).

Підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій.

Підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій можна досягти шляхом:

- збільшення товщини та площі поперечного перерізу конструктивних елементів;
- збільшення товщини шару бетону в залізобетонних конструкціях, що працюють на прогин та розтяг;
- зменшення навантажень та вибору арматури з більш високими критичними температурами;
- нанесення штукатурних та облицювальних матеріалів з низькою теплопровідністю.

Як показали досліді та спостереження на пожежах, вогнестійкість металевих несучих конструкцій є невеликою (близько 0,2-0,4 год.); під дією високих температур вони швидко втрачають стійкість та міцність. Збільшення вогнестійкості металевих будівельних конструкцій здійснюється за допомогою технічних та проектних рішень. До технічних рішень, що уповільнюють нагрівання, належать: встановлення захисного шару шляхом бетонування, штукатурення, обкладання цеглою; виконання теплоізоляційних екранів; нанесення вогнезахисного покриття. Застосування того чи іншого способу вогнезахисту залежить: від величини необхідної межі вогнестійкості; типу конструкції, що підлягає захисту, та її положення в просторі (вертикальні, горизонтальні, похилі); виду навантажень, що діють на конструкцію (статичні, динамічні); температури, вологості та агресивності навколишнього середовища; від збільшення навантаження на конструкцію внаслідок ваги вогнезахисних матеріалів; естетичних вимог. Приклади різних способів вогнезахисту металевої колони, що знаходиться біля стіни будівлі, наведені на рис. 2.1.

Для захисту горючих будівельних матеріалів від займання застосовують такі способи: термоізоляцію, вогнезахисне просочування, нанесення вогнезахисного покриття. Термоізоляція досягається при обштукатурюванні дерев'яних конструкцій, обшивці стальними листами по азбесту чи повсті з глиною.

Обробляння горючих матеріалів вогнезахисним покриттям полягає в тому, що на їх поверхню наносять густий шар спеціальної фарби, що складається з речовин, які самі по собі

не горять, досить довго не руйнуються у вогні й мають низьку теплопровідність. Вогнезахисне просочування здійснюється антипіренами та їх водними розчинами (рідке скло, фтористий натрій, хлористий кальцій тощо).

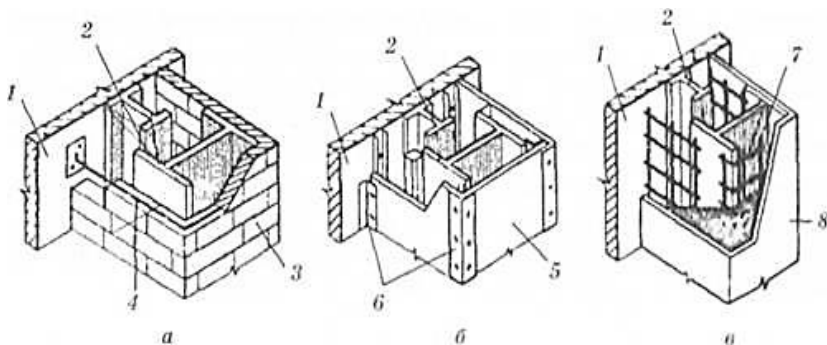


Рис. 2.1. Вогнезахист колони, що знаходиться біля стіни будівлі: *а* - цегляною кладкою; *б* - облицюванням гіпсокартонними листами; *в* - облицюванням штукатуркою; 1 - стіна будівлі; 2 - колона; 3 - цегляна кладка; 4 - арматура; 5 - гіпсокартонна обшивка; 6 - кутник; 7 - арматурні решітки; 8 - штукатурка

Цей спосіб оброблення деревини ефективніший, ніж покриття вогнезахисною фарбою, однак дорожчий та більш трудомісткий.

2.11. Пожежна безпека

Пожежна безпека — стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю відкидається можливість виникнення та розвиток пожежі, і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Небезпечними факторами пожежі і вибуху, які можуть призвести до травми, отруєння, загибелі або матеріальних збитків є відкритий вогонь, іскри, підвищена температура, токсичні продукти горіння, дим, низький вміст кисню, обвалення будинків і споруд.

На підприємствах існує два види пожежної охорони: професійна і воєнізована. Воєнізована охорона створюється на об'єктах з підвищеною безпекою. Крім того, на підприємствах для посилення пожежної охорони організуються добровільні

пожежні дружини і команди, добровільні пожежні товариства і пожежно-технічні комісії з числа робітників та службовців. При Міністерстві внутрішніх справ існує управління пожежної охорони (УПО) і його органи на місцях. До складу УПО входить Державний пожежний нагляд який здійснює:

- контроль за станом пожежної безпеки;
- розробляє і погоджує протипожежні норми і правила та контролює їх виконання в проектах і безпосередньо на об'єктах народного господарства;
- проводить розслідування і облік пожеж;
- організовує протипожежну профілактику.

Пожежа — це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків.

Пожежна небезпека — можливість виникнення та (або) розвитку пожежі в будь-якій речовині, процесі, стані. Слід зазначити, що пожеж безпечних не буває. Якщо вони і не створюють прямої загрози життю та здоров'ю людини (наприклад, лісові пожежі), то завдають збитків докільню, призводять до значних матеріальних втрат. Коли людина перебуває в зоні впливу пожежі, то вона може потрапити під дію наступних небезпечних та шкідливих факторів: токсичні продукти згорання; вогонь; підвищена температура середовища; дим; недостатність кисню; руйнування будівельних конструкцій; вибухи, витікання небезпечних речовин, що відбуваються внаслідок пожежі; паніка.

Токсичні продукти згорання становлять найбільшу загрозу для життя людини, особливо при пожежах в будівлях. Адже в сучасних виробничих, побутових та адміністративних приміщеннях знаходиться значна кількість синтетичних матеріалів, що є основними джерелами токсичних продуктів згорання. Так при горінні пінополіуретану та капрону утворюється ціанистий водень (синильна кислота), при горінні вініпласту — хлористий водень та оксид вуглецю, при горінні лінолеуму — сірководень та сірчистий газ і т. д. Найчастіше при пожежах відзначається високий вміст у повітрі оксиду вуглецю. Так, в підвалах, шахтах, тунелях, складах його вміст може становити від 0,15 до 1,5%, а в приміщеннях — 0,1—0,6%. Слід

зазначити, що оксид вуглецю — це отруйний газ і вдихання повітря, в якому його вміст становить 0,4% — смертельне.

Вогонь — надзвичайно небезпечний фактор пожежі, однак випадки його безпосередньої дії на людей досить нечасті. Під час пожежі температура полум'я може досягати 1200—1400 °С і у людей, що знаходяться у зоні пожежі випромінювання полум'я можуть викликати опіки та больові відчуття. Мінімальна відстань у метрах, на якій людина ще може знаходитись від полум'я приблизно складає $R=1,6H$, де H — середня висота факелу полум'я в метрах. Наприклад, при пожежі дерев'яного будинку, висотою до гребеня покрівлі 8 м, ця відстань буде близько 13 м. Небезпека підвищеної температури середовища полягає в тому, що вдихання розігрітого повітря разом із продуктами згорання може призвести до ураження органів дихання та смерті. В умовах пожежі підвищення температури середовища до 60 °С вже є життєво-небезпечною для людини.

Дим являє собою велику кількість найдрібніших часточок незгорілих речовин, що знаходяться у повітрі. Він викликає інтенсивне подразнення органів дихання та слизових оболонок (сильний кашель, сльозотечу). Крім того, у задимлених приміщеннях внаслідок погіршення видимості сповільнюється евакуація людей, а часом провести її зовсім не можливо. Так, при значній задимленості приміщення видимість предметів, що освітлюються лампочкою потужністю 20 Вт, складає не більше 2,5 м.

Недостатність кисню спричинена тим, що в процесі горіння відбувається хімічна реакція оксидування горючих речовин та матеріалів. Небезпечною для життя людини уже вважається ситуація, коли вміст кисню в повітрі знижується до 14% (норма 21%). При цьому втрачається координація рухів, з'являється слабкість, запаморочення, загальмовується свідомість.

Вибухи, витікання небезпечних речовин можуть бути спричинені їх нагріванням під час пожежі, розгерметизацією ємкостей та трубопроводів з небезпечними рідинами та газами. Вибухи збільшують площу горіння і можуть призводити до утворення нових вогнищ. Люди, що перебувають поблизу, можуть потрапити під дію вибухової хвилі, діставати ураження уламками. Руйнування будівельних конструкцій відбувається внаслідок втрати ними несучої здатності під впливом високих температур та вибухів. При цьому люди можуть одержати значні

механічні травми, опинитися під уламками завалених конструкцій. До того ж, евакуація може бути просто неможливою, внаслідок завалів евакуаційних виходів та руйнування шляхів евакуації.

Паніка, в основному, спричинюється швидкими змінами психічного стану людини, як правило, депресивного характеру в умовах екстремальної ситуації (пожежі). Більшість людей потрапляють в складні та неординарні умови, якими характеризується пожежа, вперше, і не мають відповідної психічної стійкості та достатньої підготовки щодо цього. Коли дія факторів пожежі перевищує межу психофізіологічних можливостей людини, то остання може піддатись паніці. При цьому вона втрачає розсудливість, її дії стають неконтрольованими та неадекватними ситуації, що виникла. Паніка — це жахливе явище, здатне призвести до масової загибелі людей.

Системи пожежної безпеки мають запобігти виникненню пожежі і впливу на людей небезпечних факторів пожежі на необхідному рівні. Потрібний рівень пожежної безпеки людей за допомогою зазначених систем не повинен бути меншим за 0,999999 відвернення впливу на кожну людину, а допустимий рівень пожежної небезпеки для людей не може перевищувати 10 впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення на рік у розрахунку на кожну людину.

Об'єкти, пожежі на яких можуть призвести до загибелі або масового ураження людей, небезпечними факторами пожежі та їх вторинними проявами, а також до значного пошкодження матеріальних цінностей, повинні мати системи пожежної безпеки, що забезпечують мінімально можливу імовірність виникнення пожежі. Конкретні значення такої імовірності визначаються проектувальниками та технологами.

Метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі - обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Основними вихідними даними при розробці комплексу технічних і організаційних рішень щодо забезпечення потрібного рівня пожежної безпеки в кожному конкретному випадку є чинна

законодавча і нормативно-технічна база з питань пожежної безпеки, вибухо пожежонебезпечні властивості матеріалів і речовин, що застосовуються у виробничому циклі, кількість вибухо пожежонебезпечних матеріалів і речовин і особливості виробництва. На основі цих вихідних даних визначаються такі критерії вибухо пожежонебезпеки об'єкта, як категорії приміщень і будівель за вибуховою і пожежною небезпекою, а також класи вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон. Саме залежно від категорії приміщень та будівель і класу зон за вибуховою і пожежною небезпекою, відповідно до вимог чинних нормативів, розробляються технічні і організаційні заходи і засоби забезпечення вибухопожежної безпеки об'єкта.

Згідно з викладеним вище для більшої наочності у вигляді блок-схеми приведена загальна послідовність вирішення питань щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта. Характеристика окремих елементів цієї схеми і їх змістовне наповнення більш детально розглядаються далі.

Висотне будівництво в Україні розвивається і з кожним роком набирає все більше обертів. Тому проблематика протипожежного захисту висотних будівель в Україні на сьогодні надзвичайно актуальна. Практичний досвід і глибина напрацювань статистичних даних пожеж, причин їх виникнення, нормативних документів, фактично перебувають у стадії формування та становлення. Щоб навчатися не на своїх помилках, нам необхідно детально вивчити світовий досвід з протипожежного захисту висотних будівель. Цілком зрозуміло, що нам не потрібно цілком копіювати зарубіжний досвід, але його уважне вивчення та адаптація до української специфіки дадуть позитивні наслідки за мінімальний час.

Як визначається економічне обґрунтування заходів з пожежної профілактики?

В рамках ООН діє Всесвітній центр пожежної статистики, який щорічно публікує звіти про затрати, пов'язані з ліквідацією наслідків пожеж у різних країнах світу.

Наслідки пожеж визначаються аналізом сукупних *прямих і побічних збитків*.

Прямі збитки - це витрати, пов'язані зі знищенням або пошкодженням вогнем, водою, димом і високою температурою основних фондів та іншого майна установ та організацій, а також

втрати громадян, якщо вони мають прямий причинний зв'язок з пожежею.

Побічні збитки - це витрати, спричинені з ліквідацією пожежі, простоем виробництва в період відновлювальних робіт та іншими втраченими вигодами через пожежу.

Як визначається матеріальна шкода від пожеж?

Матеріальну шкоду спричинену пожежею визначають з величини прямих фактичних втрат, внаслідок знищення або пошкодження вогнем, димом, високою температурою, водою основних фондів та матеріальних цінностей.

Витрати, пов'язані з ліквідацією пожеж, а також витрати, пов'язані з простоем виробництва та інша втрачена внаслідок пожежі вигода, при визначенні збитків не враховується.

Пошкодженими внаслідок пожежі, вважаються лише ті матеріальні цінності, які можуть бути відновлені для використання за початковим призначенням, у інших випадках цінності вважаються знищеними.

Матеріальна шкода M_T при знищенні або пошкодженні цінностей від пожеж визначається за формулою:

$$M_m = C_6 - Z - C_3$$

де C_6 - балансова вартість (собівартість цінностей), грн.;

Z - знос цінностей за встановленими нормами, грн.;

C_3 - залишкова вартість придатних для використання цінностей, грн.

Якщо знос цінностей становить $Z=0$, він не враховується по балансу організації, тоді матеріальна шкода визначається за формулою:

$$M_m = C_6 - C_3$$

При нанесенні збитків будівлям і обладнанню сумарна матеріальна шкода M_m буде становити:

$$M_m = M_{y1} + M_{y2}$$

де M_{y1} , M_{y2} - матеріальна шкода, нанесена пожежею відповідно будівлям і обладнанню.

Матеріальна шкода $M_{ш}$ при пошкодженні основних фондів, будівель, іншого майна - приймається такою, що дорівнює вартості відновлення C , за діючими нормами, розцінкам зносу, тобто $M_{ш} = C$. Вартість C , може визначатись: для будівель з процентного співвідношення вартості окремих частин до загальної вартості; для машин і обладнання - на підставі

процентного співвідношення вартості окремих вузлів, агрегатів до їх загальної вартості і т. ін.

Матеріальна шкода від пожеж, що спричиняються вибухом, враховується тільки у частині збитків від пожеж, розмір яких визначається комісією, що розслідувала їх причини.

Якщо після пожежі основні фонди, що знаходилися в зоні її дії, можуть використовуватись за початковим призначенням, тоді вони враховуються врятованими.

Як визначають економічну ефективність пожежно-профілактичних заходів?

Річний економічний ефект визначають шляхом порівняння приведених затрат за базовим і новим технічним рішенням. Приведені затрати розраховують за формулою:

$$Z = C + KE_{\text{н}}$$

де C - собівартість одиниці продукції (робіт), грн.;

K - капітальні вкладення, грн.;

$E_{\text{н}}$ - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень. Річний економічний ефект E визначається з виразу:

$$E = [(Z_1(P_1 + E_{\text{н}}) / (P_2 + E_{\text{н}})) + ((H_1 + H_2) - E_{\text{н}}(K_2^{\text{н}} - K_1^{\text{н}})(\Pi_1 - \Pi_2) / (P_2 + E_{\text{н}})) - Z_2]A$$

де Z_1 і Z_2 — зведені затрати на одиницю продукції (робіт) за базовим і новим варіантом, грн.;

P_1 і P_2 - долі відрахувань від балансової вартості на повне відновлення (реновацію) базового і нового технологічного рішення, грн.;

H_1 і H_2 - річні експлуатаційні витрати при використанні порівняльних варіантів технічних рішень, грн.;

$E_{\text{н}}$ - річні збитки за базовим і новим варіантами, грн.;

$K_1^{\text{н}}$ і $K_2^{\text{н}}$ — супутні капітальні вкладення по порівняльних варіантах, грн.;

A — об'єм впровадження, грн.

Збитки Π_1 , за базовим варіантом знаходять наступним чином:

$$\Pi_1 = f(\Pi_{\text{пр}} + \Pi_{\text{к}}) + f_{\text{с}}\Pi_{\text{р}}$$

де f - імовірність виникнення пожежі у пожежо-небезпечному вузлі (елементі) об'єкту;

$\Pi_{\text{пр}}$ - річні прямі збитки від однієї пожежі, грн.;

$\Pi_{\text{к}}$ - побічні річні збитки, грн.;

$f_{\text{с}}$ — імовірність смерті людей;

P_p - річні збитки від загибелі людей або отримання ними травм, грн.

У базовому варіанті прямі збитки визначають за фактичною матеріальною шкодою за 5 років і більше. У склад втрат входять: заробітні виплати за час простою; доплати працівникам вищої кваліфікації, які брали участь у ліквідації пожежі; втрати від зниження прибутку через зменшення випуску продукції, виплати штрафів за не постачання продукції, виплати демонтажних робіт і робіт по розчищенню і прибиранню будівельних конструкцій, капітальні вкладення на відновлення основних фондів.

У випадку травмування або загибелі людей у збитки включають виплати допомоги потерпілим при пожежі, оплату за тимчасову непрацездатність, виплату пенсій при втраті годувальника, вартість лікарняного і санаторного лікування.

Збитки P_2 для нового варіанта рішень визначають за виразом:

$$P_2 = P_1 / K_k$$

Проблема пожеж стає глобальною за своїми масштабами, зачіпляє не тільки національні, але й міжнародні інтереси. Щорічно на Землі виникає близько 7 мільйонів пожеж!

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків.

Пожежа виникає за одночасної наявності трьох основних умов: горюча речовина разом з окислювачем (головним чином киснем повітря) утворюють горюче середовище (рис. 2.1).

Варто запам'ятати вищенаведений "трикутник вогню", бо на ньому базуються основні напрямки попередження пожеж та способи пожежегасіння. Тому, якщо ми видалимо, унеможлиavimo, заблокуємо будь-яку з цих трьох умов, то пожежі не буде. Усім відома істина, що пожежу легше попередити, ніж потім її гасити, є актуальною постійно. Тому забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій та підприємців.



Рис. 2.1. Необхідні умови виникнення пожежі

Якщо пожежна безпека не забезпечується на необхідному рівні, то крім підвищення імовірності виникнення пожежі, це викликає відповідні дії з боку органів державного пожежного нагляду, які можуть досить негативно вплинути, зокрема, на ведення бізнесу. До таких дій можна віднести відмову у видачі дозволу на початок роботи або оренду приміщень, штрафні санкції, призупинення експлуатації приміщень, споруд, устаткування, об'єктів тощо. Тому необхідно знати хоча б основні вимоги, організаційні та інженерно-технічні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки на своїх об'єктах, зокрема ті, від яких безпосередньо залежить безпека людей, власності та видача дозволу.

Загальна схема попередження пожеж на діючих об'єктах виглядає так (рис. 2.2).

Протипожежний режим - комплекс встановлених норм поведінки людей, правил виконання робіт та експлуатації об'єкта (виробу), спрямованих на забезпечення пожежної безпеки.

Забезпечення пожежної безпеки є досить складним соціально-економічним завданням, спрямованим на запобігання пожежам у всіх сферах діяльності людини та ліквідацію пожеж у випадку їх виникнення з мінімальними наслідками.



Рис. 2.2. Схема попередження пожеж на об'єктах

Впровадження нових технологій, розвиток економіки постійно становлять нові проблеми перед системою забезпечення пожежної безпеки, функції якої доповнюються та розширюються, змінюючи тим самим структуру завдань щодо забезпечення її ефективності.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків.

Ймовірність виникнення пожежі (вибуху) в пожежонебезпечному об'єкті визначають на етапах його проектування, будівництва й експлуатації. Ймовірність виникнення пожежі (вибуху) в об'єктах, що проектуються, визначають на підставі показників надійності елементів об'єкта (складових частин), що дозволяє розрахувати ймовірність різних ситуацій у виробничому устаткуванні, системах контролю й керування, а також в інших пристроях, що складають об'єкт, які призводять до реалізації пожежовибухонебезпечних подій.

Аналіз пожежної небезпеки полягає у визначенні наявності горючих речовин і можливих джерел запалювання, ймовірних шляхів розповсюдження пожежі й необхідних засобів пожежогасіння

У багатьох місцях, де ми мешкаємо, працюємо, навчаємося, відпочиваємо, горюче середовище присутнє постійно, й суто пожежонебезпечне джерело тепла є єдиним фактором, який слід виявити й усунути з метою запобігання пожежі. Звідси впливає особлива важливість ретельного

вивчення умов появи й методів запобігання виникненню пожежонебезпечних теплових джерел.

Теплові джерела запалювання вельми різноманітні. Наприклад, навіть звичайний графин з водою, залишений на підвіконні, може зіграти роль оптичної лінзи, у фокусі якої опиниться спалима порт'єра.

Джерелом запалювання може бути таке нагріте тіло (у випадку примусового запалювання) чи такий екзотермічний процес (при самозайманні), які здатні нагріти деякий об'єм горючої суміші до визначеної температури, коли швидкість тепловиділення (за рахунок реакції горючої суміші) дорівнює чи перевищує швидкість тепловідводу із зони реакції. При цьому потужність та тривалість теплового впливу джерела повинні забезпечувати підтримання критичних умов протягом часу, необхідного для розвинення реакції з формуванням фронту полум'я, здатного до подальшого самостійного поширення.

До основних груп джерел запалювання належать:

- відкритий вогонь;
- розжарені продукти горіння та нагріті ними поверхні;
- тепловий прояв електричної енергії;
- тепловий прояв механічної енергії;
- тепловий прояв хімічних реакцій;
- тепловий прояв сонячної, ядерної енергій, інші джерела запалювання.

Пожежна небезпека відкритого вогню (полум'я) зумовлена інтенсивністю теплового впливу (густиною теплового потоку), площею впливу, орієнтацією (взаємним розташуванням), періодичністю й часом його впливу на горючі речовини.

Відкрите полум'я небезпечно не тільки при безпосередньому контакті з горючим середовищем, але й при його опромінюванні. У побуті відкритий вогонь використовується для опалення, нагрівання, приготування їжі та, в окремих випадках, для освітлення.

На промислових підприємствах у багатьох випадках відкритий вогонь застосовується згідно з умовами технологічного процесу: вогневі печі та топки, факели для спалювання газів, паяльні лампи, газові різакі та інше. Слід особливо зазначити, що відкритий вогонь має достатню температуру та запас теплової енергії, які спроможні викликати горіння усіх видів горючих речовин і

матеріалів. Тому головним захистом від даних джерел запалювання є ізоляція від можливого зіткнення з ними горючих речовин.

Велика кількість пожеж виникає внаслідок несправностей та порушень правил експлуатації електротехнічних, електронагрівальних приладів, пристроїв та устаткування. В більшості випадків такі пожежі виникають як результат коротких замикань в електричних ланцюгах; перегріву та займання речовин і матеріалів, розташованих у безпосередній близькості від нагрітого електроустаткування; струмових перевантажень проводів та електричних машин; великих перехідних опорів тощо.

Пожежонебезпечне підвищення температури внаслідок перетворення механічної енергії у теплову спостерігається в разі:

- ударів твердих тіл (з виникненням або без виникнення іскор);
- поверхневого тертя тіл під час їх взаємного переміщення;
- стиснення газів та пресування пластмас;
- механічної обробки твердих матеріалів різальними інструментами.

Ступінь нагрівання тіл та можливість появи при цьому джерел запалювання залежить від умов переходу механічної енергії в теплову.

Проходження хімічних реакцій із значним виділенням теплової енергії містить у собі потенційну небезпеку виникнення пожежі або вибуху тому, що виникає можливість неконтрольованого розігрівання реагуючих, новоутворюваних чи тих, що знаходяться поряд, горючих речовин. Існує також велика кількість таких хімічних сполук, які в контакті з повітрям чи водою, а також в разі взаємодії можуть стати причиною виникнення пожежі.

Крім вищенаведених основних джерел запалювання, існують також й інші джерела, які, хоч рідко, але зустрічаються, що не дає підстави виключати їх під час аналізу пожежної небезпеки.

Трапляються випадки, коли сонячні промені, що концентруються за допомогою оптичних приладів, утворюють досить потужні теплові джерела, здатні викликати займання цілих груп горючих речовин і матеріалів.

До групи інших джерел запалювання слід віднести підпали, які ніде і ніколи не можна виключати і про які красномовно свідчить кримінальна статистика.

Як вже зазначалося, горюче середовище є обов'язковою передумовою виникнення пожежі. Пожежі або вибухи в будівлях та спорудах можуть виникати або через вибух устаткування, що в них знаходиться, або внаслідок пожежі чи вибуху безпосередньо в приміщенні, де використовуються горючі речовини та матеріали. Залежно від агрегатного стану та ступеня подрібненості речовин, горюче середовище може утворюватися твердими речовинами, легкозаймистими та горючими рідинами, горючим пилом та горючими газами.

Тверді горючі речовини, що зберігаються у приміщеннях та на складах, застосовуються у технологічному процесі, утворюють разом із повітрям стійке горюче середовище. Вони, як правило, не ізолюються від кисню повітря і можуть горіти безпосередньо у будівлях, приміщеннях, машинах та апаратах. Прикладами можуть бути паперові та книжкові фабрики, деревообробні комбінати, швацькі підприємства, склади та квартири.

При проведенні аналізу пожежної небезпеки такого середовища слід враховувати кількість матеріалів, інтенсивність та тривалість можливого горіння.

Легкозаймисті та горючі рідини знаходять застосування у багатьох технологіях. З метою прискорення хімічних реакцій за участю цих рідин можуть штучно створюватися високі температури, підвищений тиск або вакуум, що обов'язково повинно враховуватись під час аналізу пожежної небезпеки. Необхідно детально вивчати причини утворення горючого середовища такого роду на усіх стадіях технологічного процесу: зливання, наливання, перекачування рідин, а також усередині апаратів, трубопроводів, сховищ.

Виникнення пожежонебезпечного горючого середовища усередині апаратів з легкозаймистими та горючими рідинами можливе за наявності пароповітряного простору та температури у діапазоні температурних меж спалахування.

При обробці ряду твердих речовин (деревини, бавовни, ін.) утворюється горючий пил, який перебуває у зваженому стані в повітрі або осідає на будівельних конструкціях, машинах,

устаткуванні. При цьому як у першому, так і в другому випадку пил знаходиться в повітряному середовищі.

Таким чином, у суміші з повітрям горючий пил утворює горюче середовище підвищеної небезпеки, а також може вибухати.

Горюче середовище у приміщеннях виникає в разі виходу пилу через нещільності апаратів та трубопроводів, а всередині апаратів та трубопроводів - коли співвідношення горючого пилу з повітрям складає вибухонебезпечну концентрацію.

Під час аналізу пожежної небезпеки технологій, в яких спостерігається утворення горючого пилу, слід додатково встановлювати його походження (органічний чи неорганічний), розмір частинок (ступінь здрібнення) та умови його займання та горіння (в окремих випадках - і вибуху).

Горючі гази мають здатність проникати через незначні нещільності та тріщини. Тому їх зберігають у герметичних посудинах і апаратах. Але в разі пошкоджень або порушень правил експлуатації останніх, гази можуть виходити у навколишнє середовище і утворювати з повітрям пожежо вибухонебезпечні суміші.

Усередині апаратів гази можуть утворювати горюче- та вибухонебезпечне середовище, коли вони досягають вибухонебезпечних концентрацій при певних співвідношеннях з киснем повітря.

Під час аналізу пожежо вибухонебезпеки технологічного устаткування необхідно також оцінювати можливість утворення вибухонебезпечного середовища при параметрах стану, відмінного від нормального.

Аналіз пожежної небезпеки у спрощеному вигляді будівель, приміщень, технологічного устаткування, об'єкта взагалі має дати відповіді на питання: де, за яких умов і яким чином може виникнути пожежа і як буде проходити її подальший розвиток або від чого, що і як може загорітися і до чого це призведе. Тобто аналіз пожежної небезпеки являє собою прогноз виникнення пожежі та її наслідків. Під час аналізу обґрунтовується економічна доцільність протипожежних заходів. При цьому необхідно пам'ятати, що *економія на безпеці вже небезпечна*.

Кінцевою метою аналізу пожежної небезпеки буде максимально можливе виключення потенційних джерел запалювання, зведення до мінімуму горючого середовища,

встановлення такого рівня протипожежного режиму, при якому можливість виникнення пожежі та масштаби її наслідків будуть найменші.

Методика аналізу пожежної небезпеки зводиться до виявлення та оцінки:

- потенційних та наявних джерел запалювання;
- умов формування горючого середовища;
- умов виникнення контакту джерел запалювання та горючого середовища;
- умов та причин поширення вогню в разі виникнення пожежі;
- наявності та масштабів імовірної пожежі, загрози життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, матеріальним цінностям;
- рівня працездатності систем протипожежного захисту та протипожежної стійкості кожної ділянки та об'єкта в цілому;
- порушень протипожежного режиму, норм і правил пожежної безпеки.

Для здійснення обґрунтованих прогнозів щодо виникнення та розповсюдження пожеж необхідно спиратися на статистичний аналіз пожеж, особливо тих, що виникають на споріднених об'єктах. Робота із статистичними даними дає змогу накреслювати ефективні заходи запобігання аналогічним пожежам.

Можна порадити такі напрямки виявлення умов виникнення пожежі та порушень протипожежного режиму:

- несправність технологічного устаткування (передчасний вихід з ладу, неякісний повсякденний огляд, несправність контрольно-вимірювальних приладів та несвоєчасність проведення планово-профілактичних ремонтів);
- порушення правил улаштування та експлуатації електроустановок, строків їх ремонту та замірів опору ізоляції електропроводів;
- порушення правил експлуатації вентиляційних систем (наявність пошкоджень, несвоєчасність очищення та ремонту);
- порушення технологічного регламенту з вини обслуговуючого персоналу, в разі поломок контрольно-вимірювальних приладів, неякісного догляду;
- порушення правил пожежної безпеки під час ремонту технологічного устаткування (неповне зливання легкозаймистих

та горючих рідин, непровадження продування та пропарювання ємностей інертним газом та парою, використання сталевого інструменту, здатного до іскровискання, та ін.);

- застосування відкритого вогню (при використанні факелів, паяльних ламп, під час розведення багать, порушенні режиму куріння і т.ін.);

- порушення режиму проведення вогневих робіт (електрогазоварювальних, фарбувальних, малярних, при розігріванні бітуму, смол, мастик);

- підтікання та розлив легкозаймистих та горючих рідин, вихід газів при несправностях тари, апаратів, трубопроводів та газопроводів);

- порушення строків очищення виробничого устаткування, фарбувальних камер;

- порушення режиму збору та вилучення сміття та інших горючих відходів;

- порушення правил експлуатації систем опалення і вентиляції;

- порушення в утриманні шляхів евакуації, засобів оповіщення про пожежу;

- порушення протипожежних відстаней, утримання шляхів під'їзду до будівель і споруд;

- порушення правил зберігання пожежо вибухонебезпечних речовин і матеріалів;

- несправність або відсутність систем протипожежного захисту та первинних засобів пожежогасіння, зовнішнього та внутрішнього протипожежного водопостачання;

- невідповідність вимогам норм шляхів евакуації;

- інші порушення.

Аналіз пожежної небезпеки є основою для розробки усіх видів протипожежних заходів. Тому повнота, своєчасність та якість його проведення істотно впливають на загальний протипожежний стан й організацію пожежно-профілактичної роботи. Оскільки повністю виключити, в силу відомих причин, імовірність виникнення пожежі неможливо, то необхідно використовувати стратегію обмеження її наслідків, яка досягається такими заходами:

- забезпеченням потрібної вогнестійкості будівель та споруд;

- забезпеченням своєчасної евакуації людей та відповідності чинним нормам шляхів евакуації;

- створенням умов для ефективного гасіння пожежі;
- обмеженням поширення пожежі;
- своєчасною ліквідацією горіння.

Перераховані заходи реалізуються через систему забезпечення протипожежного захисту. Обмеження поширення пожежі за межі її осередку забезпечується:

- улаштуванням протипожежних відстаней між будівлями та спорудами;
- улаштуванням протипожежних перешкод;
- встановленням гранично допустимих за техніко-економічними розрахунками площ протипожежних відсіків та секцій, а також поверховості будівель та споруд;
- улаштуванням аварійного відключення та перемикання установок та комунікацій;
- використанням засобів, що запобігають або обмежують розлив і розтікання рідин під час пожежі;
- використанням вогнеперешкоджуючих пристроїв в устаткуванні;
- локалізацією пожежі вогнегасними речовинами, автоматичними установками пожежогасіння, а також шляхом утворення розривів горючого середовища випалюванням, вибуховими речовинами, розбиранням (видаленням) горючого матеріалу.

Комплекс організаційно-технічних, економічних заходів, норм пожежної безпеки повинен забезпечувати впровадження сучасних ефективних заходів та засобів, а також підтримування пожежної безпеки на необхідному рівні.

Цей комплекс включає в себе такі основні заходи:

- організацію пожежної охорони відповідного виду (згідно з Законом України "Про пожежну безпеку" в нашій державі існують чотири види пожежної охорони: державна, відомча, місцева та добровільна);
- облік та аналіз даних про пожежі та збитки від них;
- паспортизацію речовин, матеріалів, виробів, технологічних процесів, будівель та споруд об'єктів в напрямку забезпечення пожежної безпеки;
- збирання, систематизацію та аналіз даних (вітчизняних та зарубіжних) про досвід та перспективні вирішення питань щодо забезпечення пожежної безпеки;

- організацію навчання працюючих правилам пожежної безпеки за місцем роботи та населення за місцем проживання;
- розробку та реалізацію норм і правил пожежної безпеки, інструкцій про заходи поведінки з пожежонебезпечними речовинами та матеріалами, про дотримання протипожежного режиму та порядок дій людей у разі пожежі;
- облік та аналіз витрат на забезпечення пожежної безпеки, фінансування відповідних заходів; матеріально-технічне забезпечення систем запобігання пожежам та протипожежного захисту;
- розробку прогнозів та планів забезпечення пожежної безпеки, контроль та координацію їх виконання;
- виготовлення та застосування наочних засобів протипожежної пропаганди щодо забезпечення пожежної безпеки;
- нормування чисельності людей на об'єкті за умовами безпеки їх у разі пожежі;
- встановлення порядку зберігання речовин та матеріалів, гасіння яких неприпустиме тими самими засобами залежно від їх фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей;
- розробку заходів щодо дій адміністрацій об'єктів, робітників, службовців та населення у разі пожежі та організації евакуації людей;
- забезпечення необхідної кількості, розміщення та обслуговування пожежної техніки, яка має забезпечити ефективне гасіння пожежі та бути безпечною для природи і людей;
- залучення громадськості та широких верств населення до питань забезпечення пожежної безпеки.

Наслідки пожеж визначаються сукупністю видів збитків від них. Прямі збитки - це втрати, пов'язані зі знищенням або пошкодженням вогнем, водою, димом і, внаслідок високої температури, основних фондів та іншого майна підприємства, установи та організації, а також громадян, якщо ці втрати мають прямий причинний зв'язок з пожежею.

Побічні збитки - це втрати, пов'язані з ліквідацією пожежі, а також зумовлені простоем виробництва, перервою в роботі, зміною графіка руху транспортних засобів та іншої втраченої внаслідок пожежі вигодою.

Соціальні збитки - це втрати через невикористаних можливостей внаслідок виключення трудових ресурсів з

виробничої діяльності та витрат на проведення заходів внаслідок загибелі та травматизму людей на пожежах.

Екологічні збитки - це втрати, пов'язані з забрудненням продуктами горіння і виробництва, а також засобами гасіння пожеж атмосфери, води, ґрунту, живих організмів і рослинності.

Статистика свідчить, що прямі збитки в розрахунку на 1 людину в рік зростають в Італії - на 4 долари, у Франції - на 5, у Великобританії - на 8, у Німеччині - на 13, у США - на 15 доларів. Згідно даних міжнародної статистики, при зростанні чисельності населення на 1% кількість пожеж збільшується приблизно на 5%, а збитки від них зростають на 10%. За даними, які надійшли до УкрНДІПБ МНС України від ГУ МНС України в областях, АР Крим, містах Києві та Севастополі, за 12 місяців 2003 року в країні зареєстровано 61 тис. 280 пожеж і загорянь.

Кожен день в Україні в середньому виникало 168 пожеж та загорянь (у 2002 році цей показник дорівнював 164), економічні втрати від яких становили 1210 тис. грн. (на 108 тис. більше, ніж у минулому році). Кожен день внаслідок пожеж гинуло 11, а отримували травми 5 осіб, гинуло 3 голови худоби, вогнем знищувалося 57 будівель і 7 одиниць техніки. У цілому, за період з 1999 по 2003 року в країні виникло 277 тис. 254 пожежі та загоряння. Пожежами спричинені прямі матеріальні збитки на суму понад 346 млн. грн. На пожежах загинуло 16521 осіб, з них 673 дитини, травмовано 8206 осіб, знищено та пошкоджено 92766 будинків і споруд, 10709 одиниць техніки, загинуло 4013 голів худоби. На рис. 2.3, 2.4. наведені дані, щодо пожежних ризиків для населення областей (міст) України.

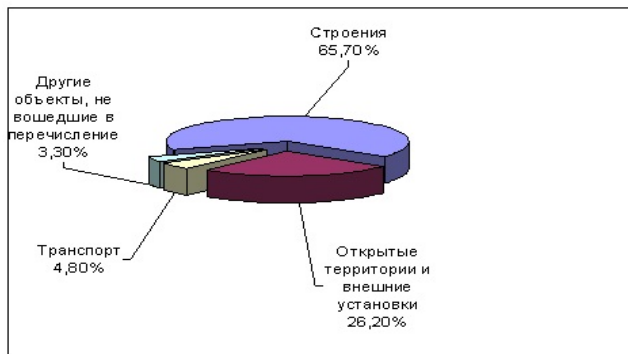


Рис. 2.3. Розподіл пожеж та загорянь за місцем їх виникнення в 2003р.

Статистика і динаміка пожеж в Україні. Незважаючи на значний поступ у науково-технічній сфері, людству ще не вдалося знайти абсолютно надійних засобів щодо забезпечення пожежної безпеки. Більше того, статистика свідчить, що при зростанні чисельності населення на 1% кількість пожеж збільшується приблизно на 5%, а збитки від них зростають на 10%. Кожні 5 секунд на земній кулі виникає пожежа, а в Україні кожні 10 хв. Протягом однієї доби в Україні виникає 120-140 пожеж, в яких гинуть 6-7, отримують травми 3-4 людини, вогнем знищується 32-36 будівель, 4-5 одиниць техніки. Щодобові збитки від пожеж становлять близько 500 тис. грн.

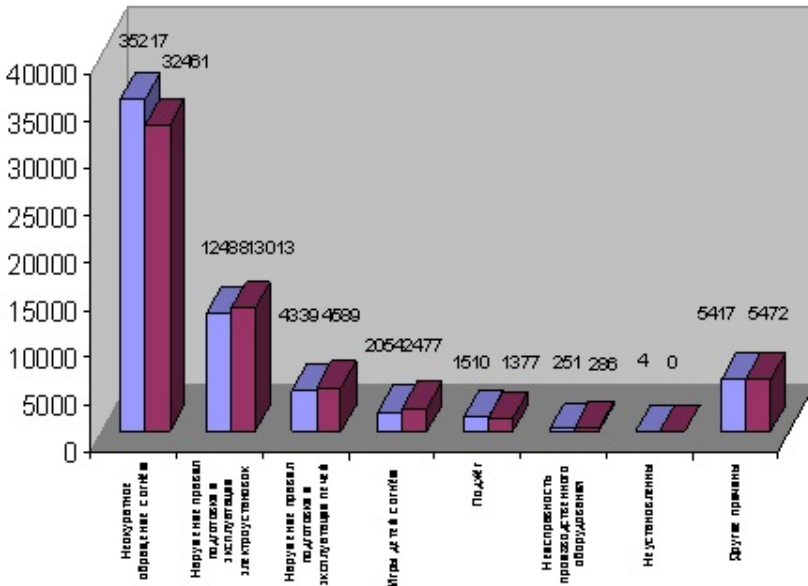


Рис. 2.4. Розподіл пожеж та загорянь на спорудах

2.12. Класифікація пожеж

Пожежа - це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що поширюється в часі та просторі. Слід зазначити, що пожеж безпечних не буває. Якщо вони і не створюють прямої загрози життю та здоров'ю людини (наприклад, лісові пожежі), то

завдають збитків довкіллю, призводять до значних матеріальних втрат.

Під час пожежі відбуваються певні хімічні та фізичні явища:

- хімічна реакція горіння;
- виділення і передача тепла;
- виділення і поширення продуктів горіння;
- газовий обмін.

Характер і масштаби горіння під час пожежі залежать від таких чинників: агрегатного стану горючих матеріалів (найбільш вибухопожежонебезпечними є газоподібні горючі речовини); особливостей розміщення пожежного навантаження (розосереджене в приміщенні та займає більшу частину площі, зосереджене в одній або декількох ділянках приміщення та займає меншу частину площі); об'ємно-планувальних особливостей об'єкта пожежі; метеорологічних умов. Вищезазначені чинники зумовлюють особливості газового обміну та димоутворення, температурний режим та види теплообміну.

Газообмін на пожежах може бути вільним, розвиненим або обмеженим, а теплообмін - здійснюватись конвекцією, випромінюванням та теплопередачею. Характер газового та теплового обмінів суттєво залежить від об'ємно-планувальних особливостей об'єкта пожежі. Виходячи з такого твердження, пожежі за умовами газового та теплового обмінів, а також об'ємно-планувальними особливостями підрозділяються на групи та підгрупи (рис. 2.5).

Пожежі за місцем виникнення підрозділяються на дві групи:

- пожежі на відкритому просторі (наприклад, лісові, степові, на хлібних полях);
- пожежі в огорожах, які виникають і розвиваються всередині будівель та споруд.

Пожежі I групи. На відкритому просторі, характеризуються розвиненим газообміном, переважає теплообмін конвекцією та випромінюванням.

Нерозповсюджені (локальні) пожежі підгрупи 1а мають незмінні розміри. Вони являють собою окремий випадок пожеж, коли загоряння навколишніх об'єктів унаслідок променистого тепла виключено.

Розповсюджені пожежі підгрупи 1б характеризуються геометричними параметрами, що збільшуються в часі.

Розповсюдження пожеж на великому просторі відбувається за різними напрямками та з різною швидкістю залежно від умов теплообміну, величини відстаней між об'єктами, напрямку та сили вітру, інших чинників. Пожежі цієї групи характерні для складів лісоматеріалів, будівель у районах старої міської забудови з вузькими вулицями, на хлібних полях тощо.

Масова пожежа підгрупи 1в - це сукупність суцільних і окремих пожеж у будинках або різноманітних горючих матеріалів на відкритих складах. Утворюється загальна зона газифікації палаючих будівель та споруд за умови невеликого вітру або штилю. Окремі пожежі утворюють єдиний турбулентний факел полум'я з потужною конвективною колонкою.

Пожежі II групи. В огорожах - поділяються на відкриті та закриті. Залежно від об'ємно-планувальних особливостей та наявності отворів пожежі цієї групи характеризуються вільним або обмеженим газообміном. Теплообмін відбувається конвекцією, випромінюванням або теплопередачею.

Відкриті пожежі підгрупи 2а (наприклад, у адміністративних приміщеннях) розвиваються за умови повністю або частково відкритих отворів. Горіння швидко поширюється, переважно в бік відчинених отворів. Газообмін може здійснюватись у межах висоти віконних отворів, які розташовані на одному рівні в приміщеннях шкіл, лікарень, побутових і адміністративних приміщень висотою до 6 м, через загальний еквівалентний отвір.

Для приміщень висотою понад 6 м, у яких отвори в огороженнях розташовані на різних рівнях, існують значні відстані між центрами припливних та витяжних отворів, характерні значні перепади тиску за висотою. Тому газові потоки переміщуються вільно із значними швидкостями, відповідно швидше вигорає пожежне навантаження.

Закриті пожежі підгрупи 2б (наприклад, у складах) відбуваються за умови повністю зачинених отворів у огорожувальних конструкціях. Має місце обмежений газообмін унаслідок інфільтрації повітря та газів, що виділяються із зони горіння, через нещільності в огороженнях, притворах дверей, віконних рам, а також витяжну вентиляцію (за наявністю).

Простір, у якому розвивається пожежа, умовно поділяють на три основні зони (рис. 2.6): *горіння, теплової дії та задимлення.*

Зона горіння - це активна частина простору пожежі, в якій безпосередньо відбувається горіння. Вона може обмежуватися огорожувальними конструкціями будівлі (приміщення), стінками технологічного устаткування. Ця зона розвивається за рахунок зони теплової дії, в якій формуються умови для подальшого поширення полум'я.

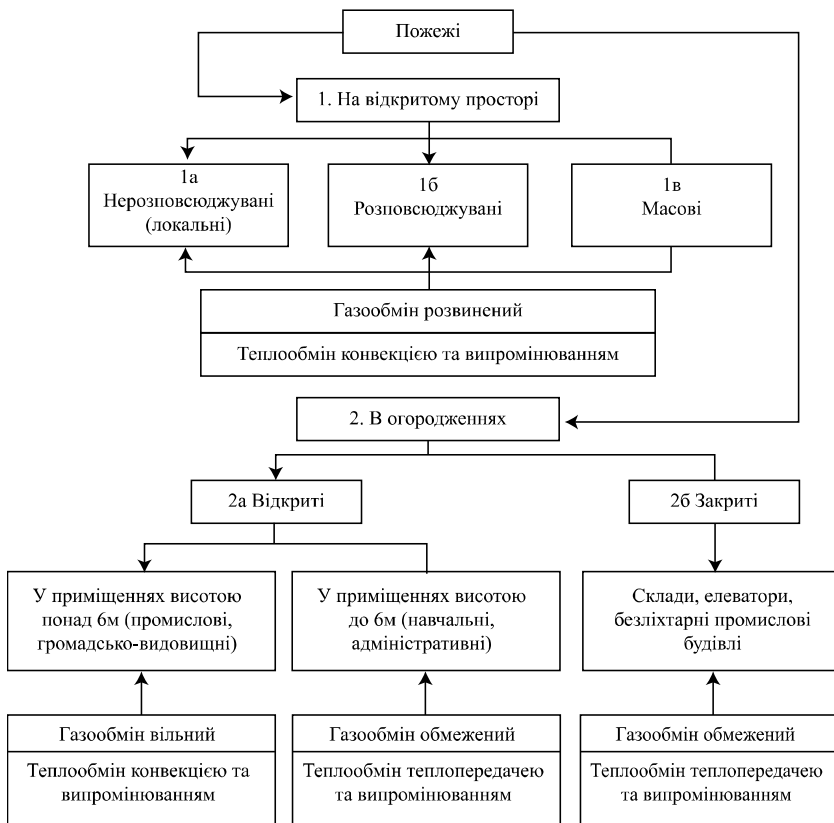


Рис. 2.5. Розподіл пожеж на групи та підгрупи за умовами газового та теплового обмінів, а також об'ємно-планувальними особливостями

Зона теплової дії - це прилеглий до зони горіння простір, в якому проходить тепловий обмін між зоною горіння та навколишнім середовищем, конструкціями та матеріалами. Межі такої зони визначаються гранично допустимими значеннями

теплових потоків і температур для людей, конструкцій та горючих матеріалів.

Зона задимлення - це прилеглий до зони горіння простір, заповнений димовими газами в таких концентраціях, що створюють загрозу для життя та здоров'я людей або ускладнюють дії пожежних підрозділів. Ця зона включає в себе зону теплової дії та за розмірами перевищує її. Зовнішніми межами зони задимлення вважаються місця, де видимість предметів становить 6-12 м, концентрація кисню в задимленому середовищі не менше 16%, токсичність газів не є небезпечною для людей, що знаходяться без засобів захисту органів дихання.

Чим ближче до зони горіння, тим вищою є концентрація димових газів. Тому іноді виділяють ще й зону токсичності - частину зони задимлення, в якій концентрація токсичних продуктів горіння є небезпечною для життя людей, які не мають засобів захисту органів дихання.

Якщо пожежа відбувається в приміщенні, то можна виділити три основні фази її розвитку: початкову, основну та кінцеву (рис. 2.7). У початковій фазі полум'я поширюється по площі приміщення від осередку займання. Температура в приміщенні при цьому поступово підвищується. Тривалість початкової фази становить 2-30% загального часу пожежі. Наприкінці цієї фази починає різко підвищуватися температура в зоні горіння, а полум'я поширюється на більшу частину горючих матеріалів і конструкцій.

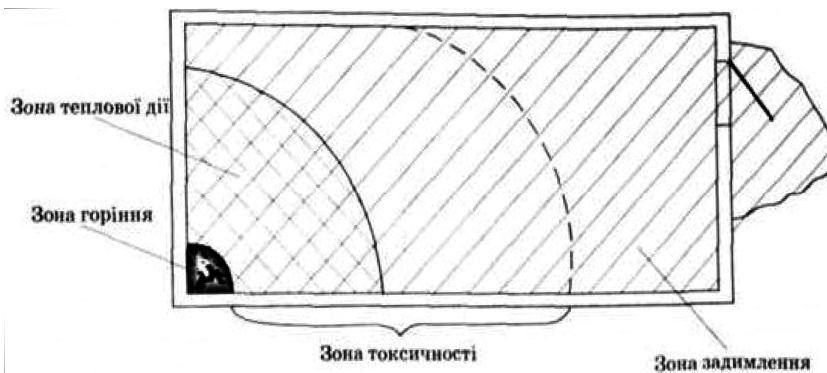


Рис. 2.6. Зони пожежі

Під час основної фази розвитку пожежі вигорає 80-90% пожежного навантаження, що знаходиться в приміщенні. У цей період середньооб'ємна температура в приміщенні підвищується до максимуму, а небезпечні чинники пожежі набувають найбільших значень. Саме в цей період створюються умови для досягнення межі вогнестійкості будівельних конструкцій, що може призвести до їх руйнування. В основній фазі розвитку пожежі найважче проводити процес гасіння, тому доцільно недопускати переходу до цієї фази. У кінцевій фазі відбувається догорання матеріалу, а горіння волокнистих матеріалів переходить у тління. Температура починає поступово знижуватися.

Про розвиток та особливості протікання пожежі в будівлях і спорудах можна судити за певними зовнішніми ознаками пожежі. Так, різке падіння висоти полум'я з вікон будівлі, що горить, свідчить про обвалювання огорожувальних конструкцій у будівлі; поступове зниження висоти полум'я з вікон - про закінчення вигорання внутрішньої начинки будівлі; різке зростання висоти полум'я з вікон - про надходження свіжого повітря в зону горіння; велика кількість густого диму з вікон - про недостатню кількість повітря в зоні горіння.

Відповідно до міжнародного стандарту ISO № 3941 залежно від характеристики горючих речовин та матеріалів або об'єкта, що горить, пожежі підрозділяються на п'ять класів: А, В, С, D, E (табл. 2.1). Кожному класу пожежі (крім E) відповідає свій графічний символ.

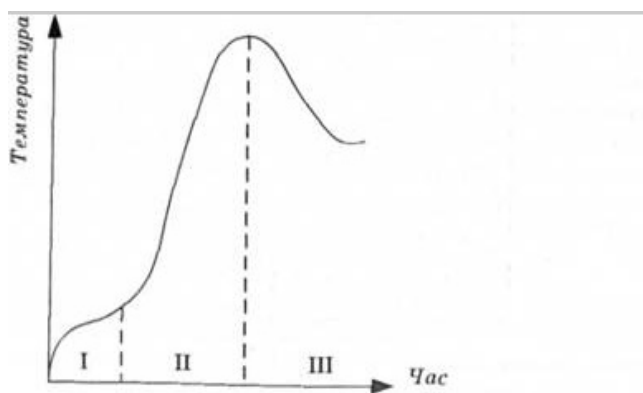






Рис. 2.7. Основні фази розвитку пожежі в приміщенні:
I - початкова; II - основна; III - кінцева

Класифікація пожеж

Клас пожежі	Символ класу пожежі	Характеристика горючих речовин та матеріалів або об'єкта, що горить
A		Тверді речовини, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір та ін.)
B		Легкозаймисті та горючі рідини, а також тверді речовини, які розтоплюються (нафтопродукти, спирти, стеарин, каучук, деякі синтетичні матеріали та ін.)
C		Горючі гази (водень, ацетилен, вуглеводні та ін.)
D		Метали та їх сплави (калій, натрій, алюміній, магній тощо)
E		Електроустановки під напругою

Вогонь, що вийшов із-під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

Залежно від розмірів матеріальних збитків пожежі поділяються на особливо великі (коли збитки становлять від 10000 і більше розмірів мінімальної заробітної плати), великі (збитки сягають від 1000 до 10000 розмірів мінімальної заробітної плати) та інші. Проте наслідки пожеж не обмежуються суто матеріальними втратами, пов'язаними зі знищенням або пошкодженням основних виробничих та невиробничих фондів, товарно-матеріальних цінностей, особистого майна населення, витратами на ліквідацію пожежі та її наслідків, на компенсацію постраждалим і т. ін. Найвідчутнішими, безперечно, є соціальні наслідки, які, передусім, пов'язуються з загибеллю і травмуванням людей, а також пошкодженням їх фізичного та психологічного стану, зростанням захворюваності населення, підвищенням соціальної напруги у суспільстві внаслідок втрати житлового фонду, позбавленням робочих місць тощо.

Не слід забувати й про екологічні наслідки пожеж, до яких, у першу чергу, можна віднести забруднення навколишнього середовища продуктами горіння, засобами пожежогасіння та

пошкодженими матеріалами, руйнування озонowego шару, втрати атмосферою кисню, теплове забруднення, посилення парникового ефекту, тощо.

Цілком природно, що існує безпосередня зацікавленість у зниженні вірогідності виникнення пожеж і зменшенні шкоди від них. Досягнення цієї мети є досить актуальним і складним соціально-економічним завданням, вирішенню якого повинні сприяти системи пожежної безпеки.

Пожежна безпека об'єкта – стан об'єкта, за яким з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, втому числі їх вторинних проявів. До таких факторів належать: полум'я та іскри; підвищена температура навколишнього середовища; токсичні продукти горіння й термічного розкладу матеріалів, речовин; дим; знижена концентрація кисню. Вторинними проявами небезпечних факторів пожежі вважаються: уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, викинуті із зруйнованих апаратів та установок; електричний струм, пов'язаний з переходом напруги на струмопровідні елементи будівельних конструкцій, апаратів, внаслідок пошкодження ізоляції під дією високих температур; небезпечні фактори вибухів, пов'язаних з пожежами; вогнегасні речовини.

Відповідно до чинних норм пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

Потрібний рівень пожежної безпеки людей за допомогою вказаних систем не повинен бути меншим за 0,999999 відвернення впливу небезпечних факторів на рік із розрахунку на кожну людину, а допустимий рівень пожежної безпеки для людей має бути не більше 10^{-6} впливу небезпечних факторів

пожежі, що перевищують гранично допустимі значення, на рік із розрахунку на кожну людину.

Рівень забезпечення пожежної безпеки являє собою також кількісну оцінку запобігання збиткам при можливій пожежі.

Об'єкти, пожежі на яких можуть призвести до загибелі або масового ураження людей небезпечними факторами пожежі та їх вторинними проявами, а також до значного пошкодження матеріальних цінностей, повинні мати системи пожежної безпеки, що забезпечують мінімальну можливу імовірність виникнення пожежі. Конкретні значення такої імовірності визначаються проектувальниками та технологами.

Незважаючи на те, що за останні 9-10 років в Україні намітилась тенденція до зниження кількості пожеж, в цілому ця проблема залишається дуже гострою. Наприклад, у порівнянні з періодом середини 80-х років, річна кількість пожеж сьогодні майже втричі вища і коливається в межах 40000-50000. Кількість загиблих становить 2500-3500 людей на рік, серед них 120-150 дітей. Щодня в країні виникає, в середньому, біля 130 пожеж, на яких гине 7-10, отримує травми 140-150 чоловік. Збитки від пожеж складають понад 2,0 млрд. грн. на рік.

На людину небезпечно впливають набагато менші значення температури. Уже при температурі 40 °C людина може зазнати теплового удару, температурний поріг життєздатності тканин лежить не перевищує 42-46 °C, а при температурі понад 60 °C в організмі людини відбуваються фізіологічно необоротні зміни. Найбільшу небезпеку цей фактор становить для слизових оболонок і верхніх дихальних шляхів.

Найбільш частою причиною загибелі людей на пожежах є задуха, що виникає внаслідок зменшення концентрації кисню в середовищі, і впливу продуктів горіння (чадний газ (CO), ціанистий водень (HCN), фосген (COCl₂), диціан (C₂N₂), оксиди сірки (SO₂, SO₃) і азоту (NO, N₂O, N₂O₅, NO₂), діоксид (C₁₂H₁₆O₂C₁₄) тощо). При концентрації в атмосфері чадного газу понад 1% людина протягом 5 хв. може знепритомніти, що в підсумку часто тягне за собою її загибель. Чадний газ блокує гемоглобін у крові, що відповідає за транспортування кисню по кровоносній системі, і, як наслідок, настає кисневе голодування. Концентрація вуглекислого газу (CO₂) в межах 3-4,5% стає небезпечною для дихання протягом півгодини, а концентрація 8-

10% призводить до швидкої втрати свідомості й летального результату. При пожежі вже протягом перших 20-60 с утворюються небезпечні концентрації шкідливих речовин.

Процеси синергізму сприяють збільшенню небезпеки середовища. Синергізм — небезпечне явище, при якому сумарна небезпека декількох небезпечних чинників підвищується не пропорційно. Наприклад, при температурі 43 °С, концентрації кисню 17% та концентрації чадного газу 0,01% умови стають смертельно загрозливими з появою навіть дуже малих концентрацій одного з трьох газів — SO₂, NO₂, HCN, — при цьому спільний вплив перевищує суму впливів кожного з небезпечних компонентів у 10-30 разів.

Виділення шкідливих речовин може відбуватися не тільки в результаті пожежі. У деяких випадках досить підвищеної температури, щоб у повітря почали надходити шкідливі речовини. У цьому випадку їх небезпечність зростає, тому що при пожежі люди очікують появи шкідливих речовин, а після пожежі їх мало хто очікує. Наприклад, досить відкритого вогню чи нагрітого металу, щоб хлороформ, чотирихлористий вуглець, трихлоретилен почали розкладатися з виділенням фосгену. Хлороформ застосовують у хімічній промисловості як протравлення, чотирихлористий вуглець і трихлоретилен використовують як розчинники. При розкладанні трихлоретилена, крім фосгену, утворюються соляна кислота і чадний газ, що вимагає підвищеної обережності при роботі з цими речовинами.

Велику небезпеку для людей становлять продукти горіння пластмас. Наприклад, при горінні 1 кг пінополіуретану в 1 м³ утворюється концентрація ціанистого водню (HCN), яка у 10 разів перевищує смертельну дозу.

При пожежах утворюються конвективні стовпи, які створюють тягу, при якій продукти горіння потрапляють у верхні шари тропосфери, наприклад, при згорянні 70 т гасу за 1 год. висота підйому продуктів горіння складе до 2 км у нормальних атмосферних умовах.

При найбільш потужних лісових пожежах збільшення площі пожежі може досягати 5-11 тис. гектарів за добу. При таких пожежах стовп диму сягає висоти 1,5-2,5 км, у випадках динамічних пожеж - до 6 км. У 1943 р. при бомбардуванні

Гамбурга була зафіксована висота підйому диму до рівня 7,2 км, а висота підйому конвективного стовпа сягала 9-12 км.

При лісових пожежах відбувається інтенсивне утворення високодисперсних часток. При згорянні 1 т деревини утворюється приблизно 75 кг сажі. Щільність пального завантаження в лісах складає 1,7-3 г/см².

Серед причин виникнення пожеж основними є:

- порушення техніки безпеки (пристрій і обслуговування систем опалення, вентиляції; правила збереження і використання пожежонебезпечних речовин і матеріалів; невиконання протипожежних норм і заходів; паління);
- неправильне поводження з вогнем (смолоскипи, паяльні лампи, свічки, паління);
- несправність електромережі (коротке замикання; перевантаження електромережі; порушення правил використання електроустаткування і приладів);
- підпали.

Однією з головних і розповсюджених причин пожеж є підпали. Працівники карного розшуку разом з пожежними проводять роботи щодо запобігання і розслідування підпалів, у РВВС чітко відпрацьовується взаємодія з пожежними у випадку виявлення підпалу. Як профілактичний захід дільничні інспектори під особливим контролем тримають неблагополучні родини, а також наркоманів, алкоголіків, бомжів.

Загибель людей обумовлена не тільки небезпечними факторами пожежі, але і психологічним впливом на людину. Часто під час пожежі виникають почуття страху і паніки, що приводить до ще більших жертв. Крім психологічного навантаження на людину з боку безпеки, що насувається, існує ще один параметр, який підсилює негативні емоції. Йдеться про вплив на людину продуктів горіння, що можуть викликати підвищене почуття паніки, наприклад, ціанистий водень.

Дим являє собою дисперсну систему, що складається з дрібних твердих часточок (сажі) і газоподібних речовин. Поняття «дим» містить у собі ще один небезпечний параметр — підвищену оптичну щільність. Кіптява, сажа, чорні клуби диму викликають у людей, що опинилися в зоні пожежі, жах. Цей фактор заважає швидко й ефективно здійснювати гасіння пожежі, рятувати людей, є причиною підвищеного травматизму.

Усе вище сказане дозволяє говорити про те, що пожежі є джерелом підвищеної небезпеки для людини і навколишнього середовища. Для зменшення травматизму на пожежах необхідне створення системи безпеки людей під час пожежі.

Процес горіння неможливий без наявності палих речовин, що мають різні пожежонебезпечні властивості. До основних характеристик відносяться: температура спалаху, температура samozapalювання, температура тління, температура горіння, нижня і верхня межа поширення полум'я, теплота згоряння, швидкість вигорання, температурні межі поширення полум'я, концентрація насичених випарів, надлишковий тиск вибуху та ін. Присутність пальної речовини не є єдиною умовою виникнення пожежі, необхідно створити пожежонебезпечну концентрацію. Мінімальна концентрація речовини, при якій можливе загоряння, називається нижньою концентраційною межею поширення полум'я (НКМП). Величини НКМП деяких речовин подано у табл. 2.2.

Для характеристики пожежної небезпеки різних речовин за часів СРСР були прийняті такі скорочення і визначення, які вживаються досі:

ВВ — вибухонебезпечна речовина, що здатна вибухати без участі кисню повітря;

ГГ — палий газ. Гази здатні утворювати в повітрі вибухонебезпечну суміш навіть при температурі нижче 55°C;

ЛВЖ — легкозаймиста рідина з температурою спалаху менше 61 °C;

ГЖ — пальна рідина з температурою спалаху понад 61 °C, що здатна горіти після видалення джерела запалювання;

ГВ — пальна речовина, що може самостійно горіти після видалення джерела запалювання;

ТГ — важкозапалювальна речовина, що може горіти тільки під впливом джерела запалювання;

НГ — негорюча речовина.

Таблиця 2.2

НКМП найбільш розповсюджених паливних речовин

Речовина	НКМП, г/м ³	Речовина	НКРП, г/м ³
Аміак	114	Бутан	46,7
Ацетон	70	Дихлоретан	273,9
Бензин	46,5	Метан	37,8
Бензол	50	Уайт-спирит	46

2.13. Технічні та організаційні протипожежні заходи

Для гарантування пожежної безпеки, зниження травматизму людей на пожежі необхідно витримувати норми вогнестійкості конструкцій і пожежонебезпечності приміщень. Конструкція будинку і споруди повинна забезпечити достатній час для евакуації людей з будівель.

Ступінь вогнестійкості конструкцій обирається з огляду на пожежну небезпечність виробництва, від неї залежить і протипожежний захист об'єкта. У відповідності з діючими нормами види виробництва за пожежною небезпечністю поділяються на наступні категорії:

А — вибухопожежонебезпечне виробництво (речовини з температурою зайняття до 28 °С; нижня концентраційна межа поширення полум'я до 10%; обсяги пальної речовини перевищують 5% від об'єму приміщення);

Б — вибухопожежонебезпечне виробництво (температура зайняття 28-61 °С; нижня концентраційна межа поширення полум'я — понад 10%);

В — пожежонебезпечне виробництво (температура зайняття вище 61 °С; нижня концентраційна межа поширення полум'я понад 10%; концентрація пилу і волокон — більше 65 г/м³);

Г — пожежонебезпечне виробництво, де непальні речовини знаходяться в нагрітому, розплавленому чи розпеченому стані;

Д — пожежонебезпечне виробництво, де використовуються непальні речовини в непальному стані;

Е — вибухонебезпечне виробництво, у якому застосовуються вибухонебезпечні речовини, що утворюють вибухонебезпечні концентрації в обсязі понад 5% об'єму приміщення.

Якщо час утворення вибухонебезпечної концентрації в обсязі 5% від об'єму приміщення становить менше 1 год., розглянуте виробництво відносять до вибухопожежонебезпечної категорії.

Використання електроприладів, електроустаткування та електромереж становить велику небезпеку з погляду пожежної безпеки. Існує низка вимог пожежної безпеки стосовно експлуатації машин - споживачів електричного струму. До основних вимог відносяться:

- споживачі електроенергії повинні бути справними, ізоляція не ушкоджена;

- електричні машини, що при нормальній роботі іскрять повинні розташовуватися не ближче 1 м від пальних матеріалів, чи відокремлюватися від них вогнетривкими екранами;

- переносні споживачі електроенергії обладнують гнучким кабелем з мідними жилами з урахуванням їх захисту від можливих пошкоджень;

- відстань між світильниками ламп накаливання і предметами з пальних матеріалів повинна бути не менше 0,2 м;

- електронагрівальні прилади заборонено використовувати в пожежонебезпечних приміщеннях, архівах, музеях, інших об'єктах непромислового виробництва, при їх можливій експлуатації температура зовнішньої поверхні в найбільш нагрітому місці при нормальній роботі повинна бути не більше 85 °С;

- заборонено використання побутових електронагрівальних приладів (чайників, кип'ятильників, прасок) без вогнетривких підставок і в місцях, де їх застосування не передбачене чи заборонене керівником об'єкта;

- підключення нових струмоприймачів має здійснюватися з обліком допустимого струмового навантаження електромережі;

- після роботи електроприлади (ЕОМ) необхідно відключити від живлення.

Мінімальна відстань між світильниками з лампою напалювання до палих предметів:

Номінальна потужність лампи, Вт; Мінімальна відстань, м	
100	0,5
300	0,8
500	1,0

Технічні заходи щодо зниження пожежної небезпеки на об'єкті поділяються на заходи боротьби з пожежами і заходи запобігання пожежам і проявам небезпечних факторів пожеж.

Заходи боротьби з пожежами:

- зонування території об'єкта;
- застосування засобів пожежогасіння;
- вільний проїзд усіх видів транспорту;
- наявність основного та аварійного в'їзду;
- протипожежні розриви (9-18 м);
- протипожежні перешкоди (брандмаурні стіни);
- використання пожежної сигналізації;
- видалення диму при пожежі з приміщень.

Заходи запобігання пожежам і проявам небезпечних факторів пожеж:

- зниження пального завантаження в приміщеннях;
- використання при обробці приміщень ТГ речовин, що не утворюють токсичних продуктів горіння;
- використання засобів пожежної сигналізації;
- забороняється використання несправного електроустаткування і відкритого вогню;
- проведення пожежотехнічних обстежень;
- використання знаків безпеки.

Найбільш надійним способом попередження пожеж є застосування пожежної сигналізації. Пожежні оповіщувачі перетворюють неелектричні фізичні величини (теплова і світлова енергія, рух диму) в електричні, й передають ці сигнали на прийомну станцію.

Пожежна сигналізація поділяється на:

- променеву, в якій кожен оповіщувач включений в окрему пару проводів;

- кільцеву, де всі оповіщувачі включаються в один загальний провід (кільце).

Оповіщувачі спрацьовують від світла (полум'я, іскри), диму, тепла. Від світла оповіщувачі спрацьовують під впливом ультрафіолетових променів. Вони є найбільш чутливими. Димові автоматичні оповіщувачі працюють на фотоелементах або на іонізаційних камерах. Теплові оповіщувачі спрацьовують при певному підвищенні навколишньої температури.

Оповіщувачі можуть бути автоматичними та ручними. Автоматичний оповіщувач — це прилад оповіщення, який реагує на супутні фактори пожежі, від яких спрацьовує. Ручний пожежний оповіщувач — це пожежний оповіщувач з ручним способом приведення в дію. Телефонний зв'язок також входить до системи пожежної сигналізації.

Існують способи, що дозволяють навіть без приладів визначати випадки початку горіння речовин. Точність такого контролю низька, але прояви пильності в питаннях пожежної безпеки не є зайвими. До цих простих способів відносяться:

- виявлення запаху, не властивого для даної ситуації (фосген — запах прілого сіна, ціанистий водень — запах гіркого мигдалю, сірководень — запах тухлих яєць і т.д.);
- виявлення диму, завіси, хмари, відмінних за кольором від повітря.

При виникненні пожежі необхідно використовувати речовини, що припиняють процес горіння. До основних вогнегасних речовин відносять:

- воду (95% пожеж гасять водою);
- піноутворювач (ПО-6К, ПО-3А т.д.);
- порошки (ПС, ПСБ-3, П-1А, ПФ і т.д.);
- вуглекислота, хладони;
- пісок;
- повстина, брезент.

При наявності в повітрі 40% води горіння припиняється. Дія різних вогнегасних речовин відрізняється одна від одної. Наприклад, застосування брезентової накидки зменшує концентрацію кисню і горіння припиняється. Горіння припиняється при вмісті кисню в повітрі нижче 12-14%.

Застосування вогнегасних речовин залежить від виду пальної речовини, температурного режиму і т.д.

Водою заборонено гасити пожежі на електроустановках, щоб виключити вплив електричного струму на людей, а також гасіння пожеж з речовинами, які вступають у реакцію з водою; піноутворювачами заборонено гасити горіння речовин, що вступають у реакцію з водою, вуглекислою заборонено гасити горіння речовин, до складу яких входять кисень, лужні метали, а також тліючі матеріали; хладони не використовуються на пожежах з високою температурою горіння (понад 1200 °С, звичайна температура при пожежі — 800-1000 °С).

Для підвищення ефективності гасіння пожежі необхідно використовувати засоби пожежогасіння, до яких взагалі відносять: автоматичні установки пожежогасіння (спринклерні, дренчерні, газові); спеціальні (пожежні крани і гідранти, пожежні водойми).

Вуглекислий газ знаходиться в балонах у зрідженому вигляді при температурі 79 °С, при випарі на повітрі з 1 л вуглекислоти утворюються 509 літрів вуглекислого газу. Вогнегасна концентрація вуглекислого газу в ізольованому приміщенні складає 30%, а при концентрації вуглекислого газу 10-30% людина непритомніє від задухи і може загинути.

Найчастіше застосовуються вуглекислотні вогнегасники (ОУ — російська аббревіація "огнетушитель углекислотный", цифра поруч означає місткість вогнегасника в літрах). Він може працювати при температурі повітря від - 25 °С до +50 °С. Вуглекислий газ міститься в балоні під тиском 6-7 МПа. Для одержання твердого діоксиду вуглецю (білі хлоп'я) вогнегасник обладнаний спеціальним розтрубом, що категорично заборонено тримати рукою під час гасіння пожежі. Для приведення в дію вогнегасника його розтруб направляють на вогнище горіння і натискають курок затвора чи відкривають вентиль. Час дії вуглекислотних вогнегасників місткістю від двох до восьми літрів складає 25-60 с, довжина струменя — 1,5-3 м.

На великих об'єктах часто застосовуються хімічні пінні вогнегасники (ОХП). Для приведення в дію такого вогнегасника повертають рукоятку запірного пристрою на 180°, перевертають вогнегасник нагору дном і направляють струмінь у вогнище. Зупинити вихід піни після робочого включення цього вогнегасника не можна, тому що при повороті рукоятки запірного пристрою усередині вогнегасника відкривається кислотна склянка і змішується з лужною частиною заряду, у результаті їх

взаємодії утворюється вуглекислий газ, що перемішує рідину, утворює піну, і цей процес є необоротним. Час дії вогнегасника — 50-70 с. Недоліком є малий термін придатності — всього один рік. Останнім часом замість вогнегасника ОХП-10 застосовують вогнегасники ОВП-5, ОВП-10, ОВП-100 (вогнегасники повітряно-пінні). Зарядом у них є 6%-ий водяний розчин піноутворювача.

Вуглекислотно-брометилові вогнегасники ОУБ-3 і ОУБ-7 широко використовується при гасінні різних пожеж (горіння твердих і рідких матеріалів, електроустаткування). Ці вогнегасники містять заряд, що складається з 97% бромистого етилу і 3% зрідженого вуглекислого газу та стиснутого повітря. Час дії такого вогнегасника — 25-40 с, довжина струменя становить 5-6 м.

Найбільш універсальними вогнегасниками є аерозольні хладонові (ОАХ-3, ОА-3) і порошкові вогнегасники (ОПС-6, ОПС-10, ОПС-100). Для створення тиску в корпусі порошкових вогнегасників використовують стиснутий газ, як правило, азот, вуглекислий газ чи повітря. У дію порошкові вогнегасники приводяться шляхом проколювання мембрани усередині корпуса, що знаходиться між порошком і газом.

Порошковий вогнегасник ОП-2 містить приблизно 2 кг порошку, робочим газом є повітря чи азот. Період дії вогнегасника — близько 10 с. У дію вогнегасник приводиться за рахунок запірно-пускового пристрою. Вогнегасник ОП-5 містить близько 5 кг порошку, робочий тиск газу складає 1,2 МПа, що дозволяє досягти довжини струменя до 5м. Він може працювати при температурі повітря від -50 °С до +50 °С. До вихідного отвору приєднаний спеціальний шланг із клапаном, тому порошок може подаватися порціями чи працювати без перерви, в останньому режимі працює 12-15с.

З метою підтримки вогнегасників у робочому стані їх необхідно берегти від механічних ушкоджень, вчасно робити зовнішній огляд і заправлення. Крім того, місце розташування вогнегасника відіграє велику роль при гасінні пожежі. Загальні вимоги до розміщення вогнегасників: їх розміщують у загальнодоступних місцях; у місці розміщення вогнегасників установлюється знак «Вогнегасник»; вогнегасники повинні розміщуватися там, де виключене влучення прямих сонячних променів; для громадських будівель і споруд вогнегасники

розподіляються так, щоб відстань від місця розташування вогнегасника до місця можливого вогнища пожежі не перевищувала 20 м; вогнегасники повинні розміщуватися удалині від опалювальних і нагрівальних приладів.

Використання визначених видів і кількості вогнегасників на конкретному об'єкті залежить від багатьох складових, насамперед, від площі приміщень, виду і кількості палих речовин на об'єкті і виду можливої пожежі. Існують наступні рекомендації з оснащення об'єктів і приміщень вогнегасниками:

- для громадських будівель і споруд площа приміщення на 1 вогнегасник ємністю 100 л складає 800 м², при наявності в приміщенні комп'ютерів рекомендується мати два вугле-кислотні вогнегасники на 20 м² площі підлоги;

- при будь-якій площі приміщень на поверсі має бути не менше двох вогнегасників;

- при наявності в приміщеннях дорогого, коштовного устаткування кількість вогнегасників необхідно збільшити;

- рекомендується оснащення приміщень громадських будівель і споруд з площею підлоги на кожні 800 м² вогнегасниками наступних видів і кількості:

- а) найбільш прийнятне застосування двох вуглекислотних вогнегасників ємністю 5 чи 8 л;

- б) менш прийнятне застосування чотирьох порошкових вогнегасників ємністю 5 л;

- в) у випадку відсутності зазначених вогнегасників можна використовувати: чотири вогнегасники ємністю 2 чи 3 л; два порошкових вогнегасники ємністю 10 л; чотири хладонових вогнегасники ємністю 2 чи 3 л;

- г) не рекомендується застосування порошкових вогнегасників ємністю 2 л.

На території об'єктів устанавлюються пожежні щити з розрахунку 1 щит на площу 5000 м². У комплект засобів пожежогасіння, що розміщуються на ньому, варто включати: вогнегасники — 3 шт., шухляда з піском (обсягом 0,1, 0,5, 1 чи 3 м³) — 1 шт.; покривало з непального теплоізоляційного матеріалу чи повсті розміром 2х2 м — 1 шт.; багри — 3 шт.; лопати — 2 шт.; лопати — 2 шт.; сокири — 2 шт.; цеберка — 1 шт.

Для ефективного гасіння засобами пожежогасіння (вогнегасниками) необхідно застосовувати прості правила:

- вогнегасні речовини направляйте в місця найбільш інтенсивного горіння, і не на полум'я, а на палаючу поверхню;
- гасіння горизонтальної поверхні виконувати з краю, відтинаючи поступово вогонь, рухаючись до протилежного краю;
- якщо горить вертикальна поверхня, воду подавайте в верхню частину, найбільш ефективне гасіння полум'я здійснюється з висоти на рівні вогню;
- у задимленому приміщенні застосовуйте розпилений струмінь, це сприяє осадженню диму і зниженню температури;
- якщо горить електропроводка, спочатку вимкніть рубильник чи обрубайте проводку, потім приступайте до гасіння пожежі;
- якщо є можливість загасити полум'я, краще рухатися проти вогню, намагаючись обмежити його поширення і "штовхаючи" вогонь до виходу чи туди, де немає пальних матеріалів;
- пальні рідини гасити піноутворюючими складами, засипати піском чи землею, невеликі вогнища накривати брезентом чи одягом;
- гасити пожежу водою, з огляду на можливі руйнування предметів чи несучих опор будинку. Важлива не кількість використаної води, а правильне її застосування.

Автоматичні засоби пожежогасіння (спринклерна і дренчерна установки) дуже ефективні в приміщеннях багатопверхових будинків, виробничих приміщеннях великої площі (складів і т.д.). Спринклерна установка являє собою розгалужену, заповнену водою систему труб у верхній частині приміщення, обладнану спринклерними голівками. Вихідні отвори голівок закриваються легкоплавкими замками, що при впливі визначеної температури розплавляються, і вода під тиском виходить з отворів голівки, зрошуючи конструкції й устаткування в зоні дії спринклерної голівки. Плавкі елементи розраховані на температуру плавлення 72-183 °С.

Вода може містити у своєму складі речовини, що мають вогнегасні властивості, наприклад, піноутворювач.

Дренчерні установки являють собою систему трубопроводів, на яких розташовані спеціальні голівки —

дренчери з відкритими вихідними отворами діаметром 8, 10 і 12,7 мм лопаткового чи розеткового типу, розраховані на зрошення до 12 м² площі підлоги. Дренчери встановлюють як для гасіння пожежі, так і для створення водяних завіс для ізоляції місця загоряння та обмеження поширення диму. Дренчерні установки можуть бути ручної й автоматичної дії. При ручній дії дренчерна установка приводиться в дію відкриванням засувки, після чого вода заповнює систему і виливається через голівки-дренчери. Автоматичне ввімкнення відбувається завдяки спрацюванню контрольно-сигнального клапана.

Газові установки застосовуються в місцях, де використання води чи піни для гасіння пожежі неможливе (бібліотеки, обчислювальні центри, музеї, склади і т.д.). Перевагою цього типу установок є можливість швидко заповнити газовою сумішшю приміщення будь-якої конфігурації з технологічними апаратами, устаткуванням та обладнанням. Установки гасіння вуглекислотою або інертними газами рекомендується застосовувати для пожежного захисту приміщень об'ємом не більше 3000 м³. Гасіння здійснюється за рахунок газів, що знаходяться в трубопроводі приміщень, у якості яких використовуються вуглекислота і фреони. Відмінною рисою газових установок є наявність спринклерної спонукальної системи електропуску. У приміщенні знаходяться димові сповіщувачі, що повідомляють про виникнення пожежі, після чого відбувається включення газової установки пожежогасіння. Але газ надходить не відразу, приміщення обладнують додатковою сигналізацією, що попереджає персонал про надходження газу. Тільки після видалення людей із приміщення включається газова установка.

З метою попередження пожеж, їх поширення і боротьби з ними, усі працівники об'єктів, установ і організацій проходять інструктажі і навчання по спеціальних програмах. Згідно з Типовим положенням про навчання з питань охорони праці усі працівники проходять навчання й інструктажі з питань пожежної безпеки. На об'єктах з підвищеною пожежною небезпечністю обов'язкове навчання (пожежно-технічний мінімум).

Відповідальність за пожежну безпеку на об'єктах, своєчасне виконання протипожежних заходів, наявність засобів пожежогасіння несуть керівники об'єктів. Відповідальність за

пожежну безпеку побутових і підсобних приміщень несуть відповідальні особи, у розпорядженні яких знаходяться ці приміщення.

При виявленні пожежі треба негайно повідомити по телефону про те, що трапилося, у пожежну охорону, а до прибуття пожежних підрозділів здійснювати первинне гасіння, евакуацію людей і матеріальних цінностей.

Дії працівників ОВС при пожежі:

- викликати пожежну команду і докласти черговому по ОВС;
- припинити роботи в будинку, крім робіт з гасіння пожежі;
- зробити в разі потреби відімкнення електроенергії за винятком систем протипожежного захисту;
- при наявності потерпілих надати їм долікарську допомогу;
- провести евакуацію людей і майна з об'єкта;
- залучити громадян до гасіння пожежі і взяти в ньому активну участь;
- організувати охорону майна, що виноситься з об'єкта, а також майна, що знаходиться під погрозою заpalення;
- по прибуттю пожежної команди сприяти їй у гасінні пожежі, евакуації людей і майна, обмежити допуск людей на об'єкт;
- запобігти паніці і порушенням громадського порядку на місці пожежі.

Якщо є підстави підозрювати, що мав місце підпал, необхідно організувати охорону слідів злочину, речових доказів, ужити заходів щодо розшуку і затримки підозрюваних. Отримані дані довести начальнику пожежної команди (керівнику гасіння пожежі) і черговому по ОВС.

Доповісти рапортом про подію начальнику ОВС. Для виживання в умовах пожежі, перебуваючи в будинку чи споруді, необхідно правильно діяти у сформованій ситуації.

Існує ряд простих правил, що допоможуть кожному підвищити особисту безпеку в умовах пожежі до приїзду пожежної охорони:

- якщо на людині зайнявся одяг, не дозволяйте їй бігти; необхідно повалити її на землю, накрити покривалом і рясно

полейте водою. Ні в якому разі не роздягайте обпаленого, якщо одяг вже прогорів, накрийте постраждалі частини тіла стерильною ватою;

- якщо зайнявся ваш одяг, ні в якому разі не біжіть, це лише більше роздме полум'я; збивати полум'я можна, перекочуючись по землі;

- перш ніж увійти в палаючий будинок, накрийтеся з головою мокрим покривалом, пальтом, плащем, шматком щільної тканини;

- двері в задимлене приміщення відкривайте обережно, тому що від швидкого припливу свіжого повітря полум'я може спалахнути. Для цих цілей краще використовувати ціпок, щоб діяти на відстані і по можливості з укриття;

- у сильно задимленому приміщенні рухайтесь плазом чи низько пригнувшись;

- у випадку неможливості вийти на вулицю підготуйте приміщення, де знаходитесь, для захисту: закрийте щільно двері, щілини закрийте вологими ганчірками і постійно їх зволожуйте, приготуйте великий запас води;

- для захисту від диму при пожежі дихайте через зволожену тканину;

- не стрибати вниз з висоти вище третього поверху (починаючи з четвертого поверху кожен другий стрибок є смертельним);

- виходьте із зони пожежі на противітряну сторону, тобто туди, звідки дме вітер.

Особливо необхідно відзначити роль евакуації людей з небезпечної зони пожежі. Оперативне проведення евакуації людей з приміщень і будинків, охоплених вогнем — запорука безпеки людей. Для забезпечення ефективної евакуації людей при пожежі необхідно:

- мати плани евакуації;

- проводити інструктажі й мати інструкції по діях при евакуації;

- мати знаки безпеки на шляхах евакуації;

- провести аналіз розрахункового і необхідного часу на евакуацію;

- зробити розрахунок ширини евакуаційних проходів чи визначити максимально можливу кількість людей у будинку;

- проводити тренування з евакуації людей з будинку і приміщень не рідше двох разів на рік.

Розрахунковий час — час, протягом якого люди фізично можуть залишити будинок при евакуації. Шлях евакуації поділяється на ділі, на яких переміщається постійна кількість людей. Чим більше людей на ділянці, тим повільніше людський потік рухається. Розрахунковий час залежить від щільності людського потоку і відстані до евакуаційного виходу.

Необхідний час — час, протягом якого люди повинні бути евакуйовані з будинку. Необхідний час нормується: для категорій пожежонебезпечності виробництва А, Б, Е — 0,5-1,75 хв.; категорії В — 1,25-3 хв.; категорій ГД — не нормуються. Мінімальним є час евакуації для приміщень з об'ємом до 15 м³, а максимальним — для приміщень з об'ємом понад 60 м³.

Виходи є евакуаційними, якщо вони ведуть до виходу з приміщень:

- першого поверху назовні чи безпосередньо через коридор, вестибуль, сходову клітку;
- якого-небудь поверху, крім першого, до коридору, що веде до сходової клітки;
- до сусіднього приміщення на цьому ж поверсі, що забезпечене евакуаційними виходами.

Допускається наявність одного евакуаційного виходу з приміщень, розташованих на будь-якому поверсі, якщо відстань від найбільш віддаленого робочого місця до цього виходу не перевищує 25 м, а кількість працюючих не більше: 5 осіб — у приміщеннях з виробництвами категорій А, Б і Е; 25 осіб — у приміщеннях з виробництвом категорії В; 50 осіб — у приміщеннях з виробництвами категорій Г та Д. На об'єктах ОВС у будинках повинні бути передбачені два і більше евакуаційних виходів.

Евакуаційні проходи повинні бути виконані з визначеними умовами, з метою ефективної евакуації людей із усього будинку. До евакуаційних проходів висувають наступні вимоги:

- мінімальна ширина проходу повинна розраховуватися, але бути не менше 1 м;
- висота проходу на шляхах евакуації повинна бути не менше 2 м;
- мінімальна ширина дверних прорізів розраховується, але не повинна бути меншою 0,8 м;

- двері на шляхах евакуації повинні відкриватися у бік руху при евакуації ч;
- шляхи евакуації повинні мати знаки безпеки по шляхах проходження;
- шляхи евакуації повинні мати евакуаційне освітлення;
- на всьому відрізку проходу не повинно бути порогів чи проміжних сходинок, при невеликій різниці рівнів підлоги повинні влаштовуватися пандуси з ухилом не більше 1:8;
- призначені для евакуації коридори повинні мати мінімальну кількість поворотів;
- евакуаційні проходи повинні бути завжди вільними;
- стіни та стелі на шляхах евакуації виконуються з непальних матеріалів, при нагріванні яких не утворюються токсичні газоподібні продукти;
- підлоги на шляхах евакуації повинні мати нековзну поверхню і виготовлені з матеріалів, що добре опираються стиранню;
- на сходовій клітці для видалення диму з шляхів евакуації повинні бути передбачені віконні прорізи;
- забороняється влаштовувати в загальних коридорах комори й убудовані шафи.

Ширина евакуаційного проходу є розрахунковою величиною, яку необхідно визначити для виключення утруднень при проходженні по проходах. Розрахунок ширини евакуаційних проходів необхідно робити для гарантування додаткової безпеки при пожежі на об'єктах у випадку, якщо розрахункова ширина проходів менше фактичної. Максимально можливу кількість людей у будинку легко можна контролювати, запровадивши пропускний режим у будинок об'єкта.

До організаційних заходів гарантування пожежної безпеки варто віднести:

- створення служби пожежної охорони;
- створення ДПД, активу пожежних інспекторів і чіткого плану їх дій;
- навчання і підготовка кадрів;
- проведення інструктажів;
- розробка протипожежних інструкцій;
- масова робота серед населення.

2.14. Пожежі багатоповерхових будівель

Зараз в Україні чинним нормативним документом, що регламентує проведення натурних вогневих експериментів будівель або їх фрагментів, є ДСТУ Б.В.1.1-18:2007 “Споруди та фрагменти будівель. Метод натурних вогневих випробовувань. Загальні вимоги”. Цей документ установлює загальні вимоги до методу натурних вогневих випробувань будівельних об’єктів або їх фрагментів за температурним режимом, наближеним до стандартного. Можна виділити такі основні положення щодо проведення цих експериментів. Для випробувань використовують реальний будівельний об’єкт, який відповідає проектній документації на нього. У випадку, якщо реальний будівельний об’єкт випробувати неможливо через технічні або економічні причини, допускається використання фрагмента будівельного об’єкта, який має бути побудований з урахуванням вимог цього стандарту. Для створення пожежного навантаження використовують модельне вогнище пожежі, спалювання якого забезпечує створення температурного режиму, наближеного до стандартного. Конструкція фрагмента має задовольняти такі вимоги: для багатоповерхових будівельних об’єктів мати не менше трьох поверхів; об’ємно-планувальне рішення має бути розроблено на підставі проектної документації на будівельний об’єкт; несучі та огорожувальні конструкції повинні мати найменшу межу вогнестійкості серед однойменних конструкцій за проектною документацією; статичні навантаження на несучі конструкції фрагмента мають бути еквівалентними статичним навантаженням на об’єкт; конструктивні рішення вузлів з’єднання мають відповідати прийнятим у проектній документації на будівельний об’єкт; приміщення, в якому розташовують модельне вогнище пожежі, має бути відокремлено від навколишнього середовища відповідно до проектних рішень будівельного об’єкта. Подібні нормативні документи існують у інших країнах: НПБ “Здания и фрагменты зданий. Метод натурных огневых испытаний. Общие требования.” (Росія), BS 476-32 “Fire tests on building materials and structures. Guide to full scale fire tests within buildings” (Великобританія), ASTM E119-“Standard Test Methods for Fire Tests of Buildings Constructions and Materials”, UL 263 “Fire Test of Building Construction and

Materials” (США), AS-1530 “Methods for fire tests on building materials, components and structures” (Австралія), EN 1363- 1:2012 “Fire resistance tests. General requirements” (країни Євросоюзу) і т.д.

Великі архітектурні споруди, які з успіхом витримали випробування часом, незважаючи на руйнівні воїни і природні катаклізми, часто таять в собі безліч таємниць і секретів. Будівництво багатьох з них обростає легендами та міфами, які залишаються в історії і крізь століття доходять до нас.

Об'ємно-планувальні рішення. Для запобігання розвитку пожежі в хмарочосах передбачають комплекс заходів з обмеження площі, інтенсивності та тривалості горіння. Об'ємно-планувальні рішення включають в себе:

- поділ будівлі по вертикалі і горизонталі на пожежні відсіки, обмеження площі і висоти відсіків;

- обмеження висоти розташування приміщень, гасіння пожежі в яких утруднено, а також виділення зазначених приміщень протипожежними перешкодами;

- обмеження кількості шахт ліфтів, що перетинають кордони пожежних відсіків, а також обмеження зв'язку з шахтами ліфтів підземних і надземних поверхів;

- поділ будівлі протипожежними перешкодами, які блокують розповсюдження пожежі за межі приміщень, між групами приміщень різної функціональної пожежної небезпеки, між поверхами та секціями, а також між пожежними відсіками.

Розподіл висотних будівель на пожежні відсіки по вертикалі пропонується здійснювати протипожежними перекриттями, по горизонталі – протипожежними стінами. Житлова частина будинку повинна мати самостійні виходи і бути відокремлена від приміщень іншого функціонального призначення протипожежними стінами і перекриттями. Найбільша площа надземного поверху між протипожежними стінами – площа пожежного відсіку – повинна бути не більше 1500 м² (для готелів), не більше 2000 м² (для житлових приміщень), не більше 2500 м² в інших випадках.

Висота кожного пожежного відсіку надземної частини будівлі не повинна перевищувати 50 м (16 поверхів). Наприклад, 32-поверхова будівля повинна мати два пожежних відсіку по 16 поверхів: перший відсік включає в себе перші 16 поверхів,

другий відсік – з 17 по 32 поверхи. При розміщенні приміщень різної функціональної пожежної небезпеки всередині пожежного відсіку та будівлі необхідно враховувати, що:

- місткість приміщень громадського призначення, розташованих на висоті більше 50 м, не повинна перевищувати 100 осіб;

- при розміщенні в складі будівель на висоті більше 50 м ресто-ранів, кафе, вар'єте та інших громадських приміщень місткістю більше 50 людей відстань від цих приміщень до незадимлюваної сходової клітки не повинна перевищувати 20 м;

- приміщення, розраховані на одночасне перебування більше 500 чоловік, повинні відокремлюватися від інших приміщень протипожежними стінами і перекриттями, а відстань від цих приміщень до незадимлюваних сходових кліток не повинно перевищувати 20 м;

- атріуми потрібно передбачати не вище нижнього надземного пожежного відсіку. Кількість шахт ліфтів, що перетинають всі пожежні відсіки, а також будь-яку групу послідовно розташованих відсіків, має бути мінімально-необхідним (з урахуванням забезпечення всіх технологічних вимог). Виходи з ліфтів на поверхах (крім виходять у вестибюль на першому поверсі) слід передбачати через ліфтові холи.

Ліфтові холи повинні відділятися від прилеглих коридорів і приміщень протипожежними перегородками. Шахти ліфтів, що перетинають пожежні відсіки, не допускається розмішувати суміжними з приміщеннями, які належать до зони ризику, тобто такими, де найбільш вірогідні надзвичайні ситуації або терористичні дії. Осі дверних прорізів ліфтових холів і шахт ліфтів, що розташовані близько зон ризику, повинні розташовуватися під кутом не менше 90 градусів.

Конструктивні рішення. Для зниження пожежної небезпеки хмарочосів необхідно дотримуватися таких вимог до конструкцій:

- основні несучі конструкції при вільному розвитку пожежі повинні зберігати вогнестійкість відповідно до вимог;

- виключити прогресуюче обвалення при втраті вогнестійкості окремих несучих будівельних конструкцій (протягом часу евакуації та проведення рятувальних робіт), у

тому числі при пожежах, викликаних надзвичайними ситуаціями і терористичними діями;

- забезпечити додатковий захист сходових клітин, пожежобезпечних зон і пожежних укриттів;

- забезпечити захист дверних прорізів приміщень, що виходять на шляхи евакуації, а також вхідних тамбурів незадимлюваних сходових кліток і ліфтових холів протипожежними дверима.

Вимогами передбачено, що двері виходів з офісів, контор, номерів готелів, житлових приміщень на шляху евакуації повинні бути протипожежними 1-го типу. Виходи з комплексу лазні сухого жару в коридори повинні бути через тамбур-шлюзи 1-го типу. Двері, люки та інші заповнення прорізів у конструкціях з нормованим межею вогнестійкості повинні бути протипожежними. Вогнестійкість дверей повинна складати EI 90 для конструкцій, що мають межу вогнестійкості REI (EI) \geq 90, і EI 60 в інших випадках. Двері і люки комунікаційних шахт повинні бути протипожежними 1-го типу. В комунікаційних шахтах, призначених тільки для трубопроводів водопостачання та каналізації із застосуванням труб з негорючих матеріалів і з ущільненням вузлів їх перетину з перекриттями негорючими матеріалами, допускається застосовувати протипожежні двері 2-го типу.

Захист від диму. Інтенсивність поширення продуктів горіння при пожежах істотно зростає у висотних будівлях, що вимагає застосування ефективної протидимного захисту. У складі протидимного захисту повинні бути передбачені:

- автономні, автоматично і дистанційно керовані системи припливно-витяжної протидимного вентиляції;

- конструкції та обладнання з технічними характеристиками, необхідними будівельними нормами;

- засоби управління, що забезпечують розрахункові режими спільної дії систем протидимного вентиляції в заданій послідовності і необхідному поєднанні, в залежності від різних пожежонебезпечних ситуацій, що визначаються місцем виникнення пожежі (розташуванням палаючого приміщення).

Автономність систем протидимного вентиляції обумовлена необхідністю захисту кожного з виділених у будівельній частині

пожежних відсіків. Для систем витяжної протидимного вентиляції передбачено виконання таких основних функцій:

- примусове видалення продуктів горіння з коридорів, холів і галерей незалежно від наявності їх природного освітлення;
- примусове видалення продуктів горіння з приміщень з масовим перебуванням людей, а також з атріумів (пасажів), закритих приміщень зберігання автомобілів, ізольованих рамп підземно-надземних автостоянок, тунелів.

Поверхові входи в незадимлювані сходові клітки типу Н2 з надземних рівнів повинні бути передбачені через тамбур-шлюзи, що захищаються автономними системами припливної протидимного вентиляції. Для захисту від задимлення ліфтових шахт допускається застосування автономних систем припливної протидимного вентиляції, що забезпечують подачу зовнішнього повітря зі створенням надлишкового тиску в ліфтових холах (ліфтовому холі на поверсі пожежі). При виходах з ліфтів в приміщення підземних автостоянок потрібно пристрій подвійних, послідовно розташованих тамбур-шлюзів, кожен з яких підлягає захисту автономною системою припливної протидимного вентиляції. Для відшкодування обсягів видаляються продуктів горіння з атріумів (пасажів) та ізольованих рамп автостоянок необхідно передбачати подачу зовнішнього повітря в нижню частину захищаються обсягів. При визначенні розрахункових параметрів систем припливно-витяжної вентиляції слід забезпечувати дисбаланс витрат по притоку і витяжці не більше 30% для обслуговування (захищення) приміщень. Періодичність перевірок при проведенні технічного обслуговування протидимного захисту повинна прийматися відповідно до інструкцій з експлуатації, але не рідше двох разів на рік.

Організаційно-технічні заходи. Специфіка висотних будівель вимагає, щоб ліквідація займань і локалізація пожежі відбувалися до прибуття пожежних підрозділів. Це досягається за рахунок спрацювання систем автоматичного пожежогасіння та дій спеціально підготовленого персоналу з використанням первинних засобів пожежогасіння та внутрішнього протипожежного водопроводу.

2.15. Американська архітектурна школа

Витрати на надійність хмарочоса і його стійкість до різних несподіваних дій значно збільшують його вартість. Але такі заходи виправдані. У хмарочосах живуть і працюють люди, які вимагають від архітекторів і будівельників максимальної безпеки.

Після 11 вересня Асоціація американських архітекторів розробила програму, в рамках якої переглянута існуюча технологія будівництва хмарочосів.

Якщо раніше від архітектури будівель були потрібні функціональна доцільність, адекватність, міцність і краса, то після 11 вересня 2001 головна вимога - максимальна безпека. Будівля не має вбивати, воно повинно оберігати того, хто в ньому виявився.

Нові хмарочоси повинні допомогти людині вижити, якщо будівля горить або вибухає, якщо в ній відбувається перестрілка, або в приміщення потрапили отруйні речовини. Сучасні хмарочоси можна порівняти з фортецею, з кількома рівнями захисту.

Сучасні хмарочоси повинні максимально встояти в результаті будь-яких зовнішніх впливів:

- між поверхами хмарочоса обладнуються спеціальні приміщення типу бункера, в яких люди зможуть сховатися від декількох годин, до декількох днів, наприклад, в разі пожежі, або терористичного акту;
- такі приміщення обладнані спеціальними вентиляційними фільтрами, що перешкоджають задимлення;
- в деяких сучасних хмарочосах бункери обладнані очищенням повітря від отруйних речовин, з'єднані мережею коридорів і виготовлені з термостійких матеріалів;
- кожен бункер обладнаний автономною системою радіозв'язку;
- в деяких сучасних міських хмарочосах у бункерах є аптечка, запас води і їжі.

У сучасних хмарочосах кожен поверх забезпечений різними датчиками, здатними розпізнавати дим, отруйні та вибухові речовини.

Сучасний хмарочос - це не тільки складна архітектурна

споруда, а й будівля, яка забезпечена знизу доверху найсучаснішими оптикоелектронними приладами і датчиками. Датчики встановлені у всіх приміщеннях, коридорах, сходах, оглядових майданчиках, і т.д. Кожен датчик подає подвійний сигнал в пункт управління: про вид небезпеки, і про точне місцезнаходження її джерела. Інформація відображається на ПК багатьох великих екранах і моніторах. За кількістю комп'ютерів, які керують хмарочосом, його можна порівняти з середнім за потужністю обчислювальним центром. У багатьох хмарочосах, крім традиційної передачі інформації по кабелям і проводам, додатково передбачена можливість бездротової передачі інформації.

Витрати на комп'ютеризацію та оптикоелектронні прилади і датчики, якими насичений сучасний хмарочос, складають сотні мільйонів доларів. Якщо в проекті хмарочоса не передбачено достатньо багато різних сучасних оптикоелектронних приладів і датчиків, то це може викликати недовіру до надійності хмарочоса з боку потенційних інвесторів.

Більшість ліфтів і пожежних сходів сучасних хмарочосів виготовлені їх міцного і куленепробивного матеріалу:

- всі ліфти в сучасних хмарочосах обладнані відеокамерами і декількома видами зв'язку;
- в сучасних хмарочосах десятки ліфтів, а в деяких - більше сотні. Кожен ліфт сучасних хмарочосів - справжнє диво техніки. Ліфти повинні щодня забезпечити надійну роботу по підняттю-спуску людей на сотні метрів за кілька секунд;
- ліфти повинні забезпечити аварійний спуск людей з палаючої будівлі;
- кабіни ліфтів сучасних хмарочосів, по суті, аналогічні бункерам, в яких люди можуть на деякий час сховатися. Але кабіни ліфтів повинні ще і переміщатися в просторі.

На сайті, присвяченому проекту хмарочоса, обов'язково повинні бути відображені конструктивні особливості ліфтів, і ступінь їх надійності та захищеності від зовнішніх впливів.

Для багатьох потенційних орендарів і покупців нерухомості в хмарочосі одним з найбільш важливих аргументів є можливість піднятися-спуститися на ліфті за якомога більш менший час.

У будівництві хмарочосів використовуються найсучас-

ніші будівельні матеріали, наприклад, надміцний бетон з домішками скловолокна і сталі:

- бетон зі скловолокна і сталі здатний "гасити" вибухову хвилю, і в разі пошкодження буде обвалюватися великими фрагментами, а не обсіпатися. Є думка, що під великими уламками шансів вижити більше;

- кожен квадратний дюйм бетону зі скловолокна і сталі може витримати тиск вагою в 5 тисяч і більше кілограмів;

- хмарочос, в будівництві якого використовувався бетон зі скловолокна і сталі, має підвищену сейсмостійкість.

Крім надміцного бетону в сучасних хмарочосах використовують матеріали, створені за допомогою нанотехнологій.

Пожежна сигналізація в сучасних хмарочосів автономна, і працює незалежно від напруги в мережі. Пожежна сигналізація хмарочосів реагує на тепло і дим. Всі найвищі хмарочоси обладнані декількома видами засобів пожежогасіння: вода і газ.

На багатьох сучасних хмарочосах, для запобігання пожежі, тонни води знаходяться в спеціальних автономних резервуарах, на різних висотах.

Для гасіння пожеж використовуються сучасне обладнання, що дозволяє розбризкувати речовини, нездатні пошкодити чутливі до вологи прилади та обладнання.

Кількість міжповерхових перекриттів і несучих стін в сучасних хмарочосах більше, ніж в хмарочосах, спроектованих і побудованих в 19-20 століттях.

Окреме питання – надійність і міцність фундаменту хмарочоса. Сучасні хмарочоси важать сотні тисяч тонн. Якщо фундамент хмарочоса неміцний, або ґрунт під хмарочосом "м'який", то мільярди доларів, вкладені в будівництво хмарочосів можуть бути втрачені. Крім цього існує небезпека для будівель, розташованих поруч з хмарочосом.

Не випадково, підземна частина хмарочосів, за ступенем насиченості її різними оптикоелектронними й іншими приладами і датчиками не поступається, або перевершує верхню частину сучасного хмарочоса.

Крім стійкості хмарочоса в несподіваним зовнішнім впливам, повинно бути переконливо відображено, наскільки надійні основні комунікації хмарочоса: електрика, телефон,

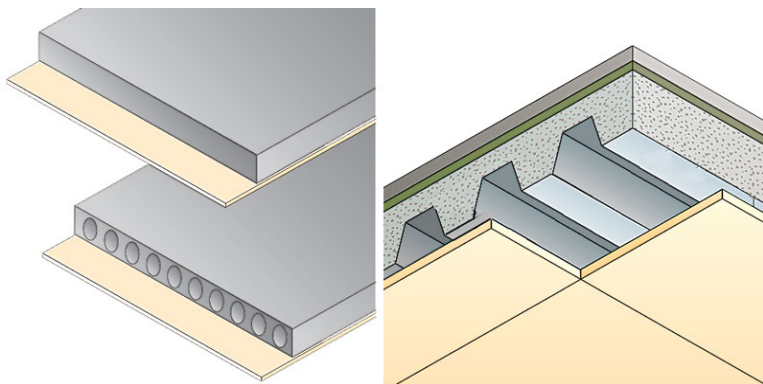
інтернет, вода, каналізація і т.д. Критичні ситуації трапляються набагато рідше, ніж, наприклад, перебої в електриці або аварії з комунікаціями.

2.16. Новітні вогнезахисні будівельні конструкції

Застосування новітніх вогнезахисних будівельних конструкцій у сучасній промисловості дозволяють покращити основні характеристики для забезпечення безпеки на виробництві.

Протипожежні вогнезахисні плити застосовують як ненесучі конструкції, дозволяючи вирішити ряд завдань:

- досягнення необхідної межі вогнестійкості;
- зменшення навантаження на перекриття і фундаменти.
- примикання до капітальних стін або легких перегородок;
- видкість монтажу.



Капітальні залізобетонні конструкції при вогневому впливі відмовляють внаслідок втрати несучої здатності. Забезпечити їхній протипожежний захист можливо за допомогою легкого вогнезахисного облицювання плитами.

Спосіб монтажу вогнезахисних плит належить до сухих будівельних технологій, створює низку переваг під час робіт з вогнезахисту: не потрібне дороге обладнання, монтують плити будь-якої пори року, а також в умовах, коли через технологічні чи інші причини застосування мокрих технологій є

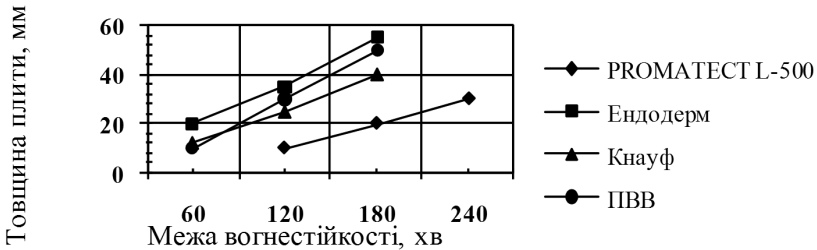
неприпустимим. Крім того, у виробничому циклі немає етапу сушіння покриття, завдяки чому значно скорочується тривалість вогнезахисної обробки.

Однією із найбільших переваг є їхні безперечні екологічні властивості на всіх етапах життя, починаючи від виробництва й закінчуючи мінімальним впливом на людину та довкілля в умовах пожежі. Відомо, що коефіцієнт димоутворення під час горіння тонкошарових покриттів інтумесцентного типу перевищує 500 кг/м^2 , а плити «Promat» і «Ендотерм» не горять, а, відповідно, й не виділяють диму.

Вогнезахисні плити перевищують за вогнезахисною ефективністю вермікулітовмісні аналоги й гіпсові плити.

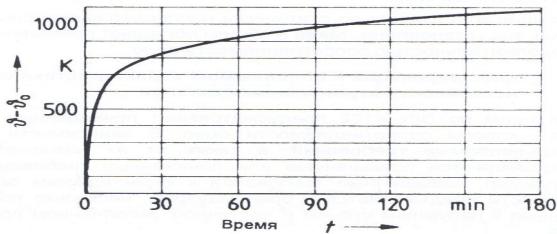
Так для порівняння, вогнезахисні плити Promat виготовлені на основі бетонної технології, а також їх український аналог плити Ендотерм, вермікулітовмісні плити ПБВ, і гіпсові плити КНАУФ.

Залежність межі вогнестійкості залізобетонних конструкцій від товщини вогнезахисних плит



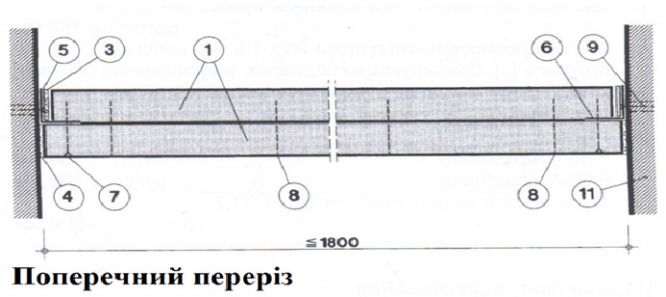
Ця залежність плит складалася у відповідності до тривалості протидії пожежу будівельних деталей в випробуванні при моделюванні повного пожежу.

Для цього складається температурний графік (ЕТК), відповідно стандарту ISO R834.



Спеціалісти рекомендують застосовувати плити для вогнезахисної обробки об'єктів стратегічного значення: машзалів атомних електростанцій, споруд нафтохімічного комплексу, складів боєприпасів підприємств Міноборони, об'єктів метрополітену, а також об'єктів підвищеної техногенної, екологічної та радіаційної безпеки, які проектують за спеціальними нормами і правилами.

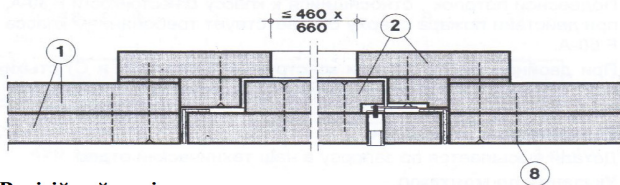
Але на відміну від інших продуктів, плити «Promat» можна монтувати не тільки у притик до залізобетонної конструкції, але й у вигляді підвісної стелі що дозволяє прокласти кабельні канали (мережі), які із практичних міркувань часто прокладаються в коридорах і розводяться по прилеглим приміщенням.



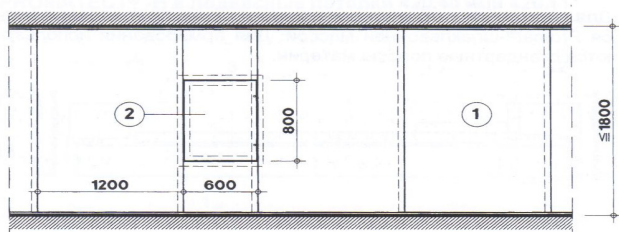
Технічні дані:

1- PROMATECT-L-плити, $d = 30$ мм; 2- ревізійна універсальна стулка Promat ®; 3- PROMASEAL ®-PL-смуги, $b = 30$ мм, $d = 2,5$ мм; 4- Promat – Мاستика; 5- Promat - клей K84; 6- пристінний куточок 30/30/0,7; 7- будівельні гвинти 4,0 x 50, рас. ок. 300 мм; 8- скоби із сталевого дроту 50/11, 2/1, 53, расст. ок. 150 мм по периметру і в середині плит; 9- пластмасові дюбелі з гвинтами, відстань бл. 500 мм; 10- будівельні гвинти 3,5 x 45, кріплення відповідно в С-образні профілі стін; 11- капітальна стіна; 12- легка перегородка F 90

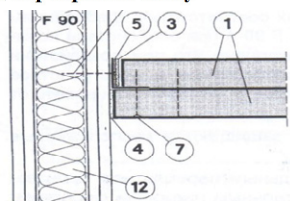
Так як ці коридори у випадку пожежі служать шляхами евакуації, кабельні канали являють собою особливу небезпеку. Якщо кабель займеться, наприклад, від короткого замикання, то через утворення диму й токсичних продуктів горіння шляхами евакуації не можна буде скористатися. У відповідності до цього є різні методи улаштування підвісної стелі, як прикріплення плит до самої стелі так і прикріплення плит до стін. Також підвісні стелі можна улаштовувати в одну чи дві плити у відповідності до



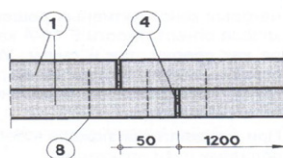
Ревізійний отвір



Вид перекриття знизу

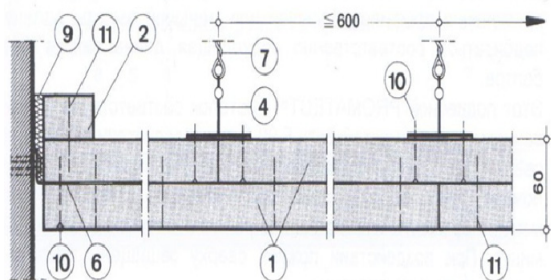


З'єднання з легкою перегородкою

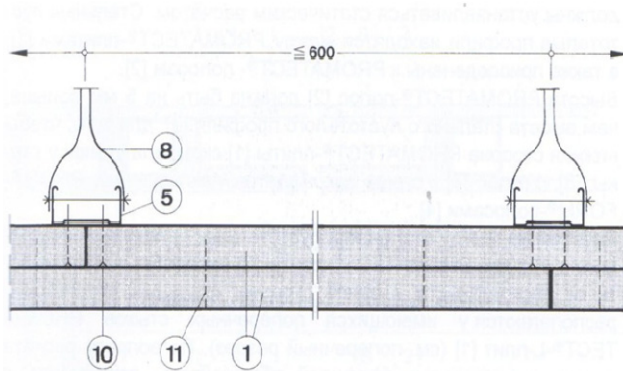
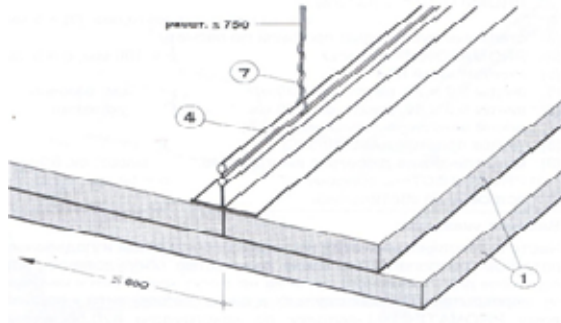


Зміщення швів

впливу вогню знизу чи зверху або з обох сторін.



З Т-подібними несучими профілями



З С-подібними несучими профілями

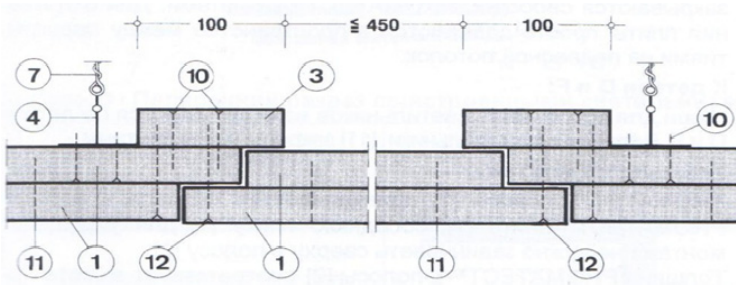
Технічні дані:

1-PRIMATECTe-L-плити, $d=30\text{мм}$; 2- PROMATECT -L, $b> 50$ мм, $d = 30$ мм; 3- PROMATECT -L, $b> 100$ мм, $d = 30$ мм; 4- несучий профіль, товщина листа 0,70 мм, 5- альтернат.: несучий, С-подібний профіль; 6- куточок по периметру 40 x 20 x 0,75; 7- подвійна, скручена оцинкований дріт 0,2 мм, перфорована полоса 20 x 1,5 мм, при впливі пожежі зверху, расст. <750 мм; 8- перфорована полоса 20 x 1,5 мм; 9- мінеральна вата для ущільнення; 10- будівельні гвинти 5,0 x 55, расст. ок. 300 мм; 11- скоби із сталевого дроту 56/11, 2/1, 53, расст. між рядами ок. 300 мм расст. в рядах ок. 150 мм; 12- будівельні гвинти 6,0 x 80

Можна виділити, що з вогнезахисних плит можна зводити перегородки, які можуть виконуватися у вигляді несучої або

ненесучої конструкції. Вони можуть влаштовуватися як у один, так і в два шари, без стійкового каркаса, або з легкими металевими стійками як ненесучі перегородки, зі сталевим каркасом як несучі фахверкові конструкції, тим самим збільшення корисної площі. У цих стінах можуть влаштовуватися протипожежні двері, люки, вікна, ревізійні отвори і проходки кабелю, проводки і труб.

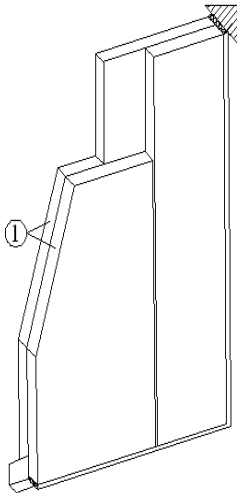
Для забезпечення необхідного теплозахисту або шумоізоляції в порожнинах стін може встановлюватися додаткова ізоляція з мінеральної вати.



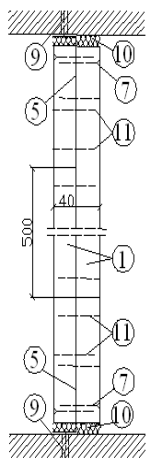
Ревізійний люк

Технічні дані:

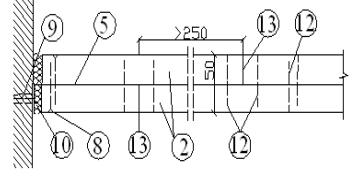
1- РРЛЕМАТЕСТ ®-Н-плити, с = 20 мм; 2- РРОМАТЕСТ ®-1-плити, А=25 мм; 3-РРЮМАТЕСТ ®-1-плити, а=50 мм; 4- РіЮМАТЕСТ®-Н -смуги, Б=100 мм, с=10мм; 5- куточки з сталевого листа 40/20/1,0; 6- куточки з листової сталі 40/40/1,0; 7- гвинти 3,9 x 35; 8- гвинти 5x45; 9 - металеві дюбелі з гвинтом М6, расст. близько 500 мм; 10- мінеральна вата; 11- скоби 38/10, 7/1,2; 12- скоби 44/11, 2/1, 53; 13- стики плит, шпаклювання шпаклівкою



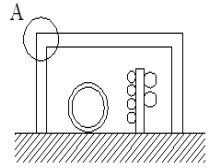
З'єднання з перекриттям



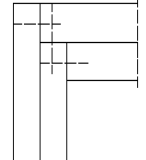
З'єднання з підлогою



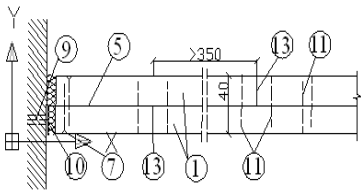
Горизонтальний розріз



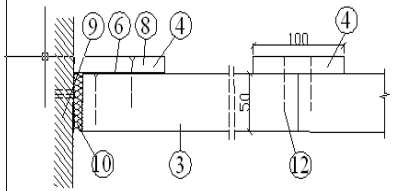
Тристороння обшивка шкати



Пункт А



Горизонтальний розріз



Однорядний варіант

3. АНАЛІЗ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ПОРЯТУНОК ЛЮДЕЙ З ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ПРИ ПОЖЕЖІ

3.1. Гасіння пожеж в будівлях підвищеної поверховості

Цивільні будівлі висотою від 10 до 25 поверхів відносять до будівель підвищеної поверховості. Вони мають конструкції з негорючих матеріалів із великими межами вогнестійкості. За своїм планувальним рішенням житлові та громадські будівлі можуть бути одно- і багатосекційними. Конструктивне і об'ємно-планувальне рішення цих будівель і сходово-ліфтових вузлів у них забезпечує незадимлюваність шляхів евакуації людей при пожежах, пропускну спроможність сходових кліток і коридорів для евакуації людей і бойової роботи з гасіння пожеж.

Незадимлюваність сходових кліток створюється підпором повітря або пристроєм поверхових виходів через зовнішню відкриту зону по балконах або лоджіях на поверхи будівель. У багатосекційних будівлях для евакуації людей передбачають переходи з квартир в квартиру по балконах в іншу секцію, по пожежних сходах, що з'єднує балкони, починаючи з 5 поверху і вище або через зовнішню евакуаційну драбину, розташовану в торці будівлі.

У будівлях підвищеної поверховості влаштовують інженерні системи для забезпечення умов успішної евакуації людей і гасіння пожеж. До них відносяться системи підпору повітря в сходових клітках, пуск яких здійснюється автоматично за допомогою датчиків і дистанційно від кнопок, встановлених на кожному поверсі біля пожежних кранів. У житлових і громадських будівлях передбачають системи видалення диму з коридорів кожного поверху. Відкривання їх клапанів і пуск вентиляторів здійснюється автоматично і дистанційно з шаф пожежних кранів. У раніше побудованих будинках існують системи видалення диму з ліфтових шахт і сходових кліток.

Протипожежний захист будівель підвищеної поверховості постійно вдосконалюється. Сучасні пристрої протипожежного захисту будівель ще недостатньо досконалі, не завжди перебувають у стані постійної готовності при виникненні пожеж.

Для евакуації людей в умовах пожежі в громадських будівлях підвищеної поверховості, в будівлях готелів і

гуртожитку передбачають системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією.

Гасіння пожеж і проведення рятувальних робіт у будинках передбачається вимогами норм зокрема "Пристрій зовнішніх пожежних драбин і забезпечення інших способів підймання пожежних підрозділів та пожежної техніки на поверхи та на покрівлю будинків, у тому числі пристрій ліфтів, що мають режим перевезення пожежних підрозділів".

Цивільні будинки підвищеної поверховості володіють внутрішніми протипожежними водопроводами. Залежно від поверховості та висоти будівлі внутрішні протипожежні водопроводи поділяють на зони. Витрата води для житлових будинків, гуртожитку і громадських будівель, а також театральних-видовищних закладів, приймають згідно з ДБН. На внутрішній мережі протипожежного водопроводу кожної зони будівель заввишки 17 поверхів і більше передбачають установку зовнішніх патрубків (не менше 2) для підключення пожежних автомобілів. У будівлях підвищеної поверховості при виникненні пожеж характерно швидке задимлення вище розташованих поверхів і сходово-ліфтових вузлів, а також інтенсивне поширення вогню в межах поверхів, особливо при коридорному плануванні, і за системи інженерних комунікацій, облицюванні з горючих матеріалів і устаткуванню в верхні поверхи. Цьому сприяють підвищений вплив вітру, значні перепади тиску повітря всередині і зовні за рахунок великої висоти будівель.

Пожежі і досліди показали, що при виникненні пожежі на першому-третьому поверхах 12-16-поверхових будівель через 5-6 хвилин з моменту виникнення, продукти згоряння поширюються по всій сходовій клітці, а рівні задимлення такі, що не дозволяють людям перебувати без захисту органів дихання.

Через 15-20 хв. від початку пожежі вогонь може поширитися вгору по балконах, лоджіях, віконних плетіннях і через віконні та дверні прорізи перейти в приміщення вище розташованих поверхів.

При пожежі на другому поверсі в будівлі підвищеної поверховості температурний режим показаний на рис. 3.1. При цьому близько 4000 м³/ч продуктів горіння надходить у сходову клітку. При розтині скління квартири схема газообміну дещо змінюється, тобто швидкість руху і кількість продуктів горіння збільшується, тому температура в міжквартирному коридорі і

дверному отворі сходової клітки підвищується особливо у верхній його частині. По висоті сходової клітки в межах двох-трьох поверхів від рівня пожежі створюється як би "теплова подушка" з температурою середовища 100-150 °С, подолати яку без засобів індивідуального захисту органів дихання неможливо.

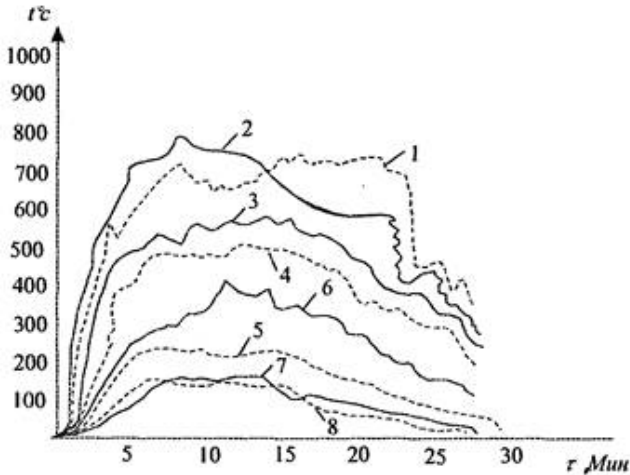


Рис. 3.1. Температурний режим пожежі в нижній зоні будівлі (2 поверх): 1,2- температура в квартирі; 3,4 - температура в передпокої; 5,6 –температура в коридорі; 7,8- температура на сходовій клітці другого поверху

Щільне задимлення сходово-ліфтових вузлів створює труднощі для проведення розвідки і рятувальних робіт. Незалежно від того, в якій зоні багатоповерхової будівлі виникла пожежа (нижньої чи верхньої), створюються складні умови для боротьби з ним.

Пожежі в будівлях підвищеної поверховості можуть поширюватися з поверху на поверх через отвори перекриттів у місцях проходу різних комунікацій: водопроводу, каналізації, електрокабелів, вентиляції.

Бойові дії з гасіння пожеж. Багато в чому залежать від місця виникнення пожежі. Якщо пожежа сталася в нижніх поверхах, то пожежні підрозділи можуть швидко ввести вогнезахисні засоби в осередок горіння і на шляхах його поширення. Але при цих умовах в небезпечній зоні може виявитися велика кількість людей, для евакуації яких потрібно значну кількість пожежних підрозділів та спеціальних засобів.

При виникненні пожеж у верхніх поверхах вогонь створює меншу загрозу поширення по будівлі, але при цьому ускладнює введення засобів гасіння на значні висоти, а також ускладнює умови проведення рятувальних робіт з палаючих і вищерозташованих поверхів.

У багатоповерхових будівлях розвідку пожежі можуть здійснювати розвідувально-рятувальними групами, які можуть складатися не менше ніж з 4-5 чоловік. Це обумовлюється тим, що при проведенні розвідки одночасно здійснюють пошуково-рятувальні роботи і гасіння пожежі. Залежно від планування будівель, наявності сходових клітин та обстановки на пожежі розвідку організовують в декількох напрямках. Розвідувально-пошукові групи повинні мати при собі засоби індивідуального захисту, переносні радіостанції, переговорні пристрої, рятувальну мотузку довжиною 50-60 м.

У процесі розвідки РТП повинен з'ясувати у представників адміністрації число людей, що залишилися в будівлі, які заходи вжиті по їх евакуації. Використовуючи системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією, він повинен попередити паніку серед людей, що залишилися в будівлі. За відсутності зазначених систем застосовують електромегафони і гучномовці, найкоротші шляхи евакуації людей з палаючих, вище- і нижче розташованими поверхів по незадимлюваних сходових клітках, в суміжні незадимлювані приміщення через балкони і лоджії, з подальшим переходом в безпечні місця і т.п. З'ясовують можливість використання автодрабин, колінчастих підйомників та інших рятувальних засобів і місця їх установки, основні шляхи поширення вогню та продуктів згоряння по будівлі. Уточнюють, чи включені пожежні насоси внутрішніх протипожежних водопроводів, чи можна використовувати стаціонарні засоби гасіння пожеж, видалення диму і зниження температури, чи наведені в дію системи протипожежного захисту і яка їхня ефективність. Визначають можливість використання ліфтів для підйому особового складу та пожежно-технічного озброєння на верхні поверхи.

Рятування людей. Евакуаційні і рятувальні роботи проводять з урахуванням обстановки на пожежі, наявності сил і засобів та психологічного стану людей. Визначаючи кількість додаткових сил і засобів, РТП повинен оцінити, яка обстановка

на пожежі може скластися до моменту прибуття і включення їх в бойову роботу.

Рятувальні роботи в разі загрози життю людей слід починати негайно і залучати для цього максимально можливу кількість сил і засобів. Евакуацію і рятування людей організовують і проводять наступними способами: висновок (винесення) людей в безпечні місця з будівель або всередині будівель; евакуація людей по сходових клітках і зовнішнім евакуаційним сходах, а також через зовнішні переходи (лоджії, балкони) з секції в секцію, через балконні сходи на нижче-і вищерозташованих поверхи; рятування людей із застосуванням автодрабин, колінчастих підйомників, штурмових і висувних сходів, рятувальних мотузок, індивідуальних рятувальних пристроїв, рятувальних рукавів. Для рятування людей використовують дахи сусідніх будівель з подальшим переведенням людей в сходові клітки і з будівлі.

При масовій евакуації по сходових клітках і переходам на шляхах евакуації виставляють пожежників, які повинні забезпечити швидке і організоване просування людей до виходів і не допустити паніки.

При рятуванні людей з будівель підвищеної поверховості можна використовувати масове застосування пожежних автодрабин, колінчастих автопідйомників, висувних і штурмових драбин, рятувальних рукавів, мотузок і одночасно висновок і винесення постраждалих по коридорах і маршовим сходах ланками і відділеннями ГДЗС. Висувні пожежні сходи встановлюють зі стилобатів і перепадів даху зблокованих корпусів будинків суміжно до палаючого, а штурмові драбини при необхідності підвішують послідовно одна за одною по "ланцюжку", починаючи з вершини висувної драбини або автодрабини. Для більшої стійкості використовують штурмові драбини з двома крюками. При цьому кожній штурмовій драбині на "ланцюжку" виставляють пожежного, який утримує сходи і надає допомогу спасаємось в пересуванні та переході зі сходів на сходи. Спасаємось обов'язково страхують мотузками.

При відшуванні людей ретельно перевіряють всі приміщення, особливо на горищах і вищерозташованих поверхах, і заблоковані кабіни ліфтів. Щоб уникнути повторного огляду приміщень, на їх вхідних дверях роблять позначки.

Одночасно з проведенням евакуаційно-рятувальних робіт РТП вживає заходів щодо запобігання розповсюдження вогню і диму на шляху евакуації, а також з видалення диму і зниженню температури в сходових клітках і шахтах ліфтів, за якими проводяться рятувальні роботи. Для цих цілей у першу чергу, використовують протипожежний водогін та стаціонарні системи гасіння пожеж, а також систем димовидалення. При видаленні диму клапани димовидалення повинні бути відкриті тільки на палаючому поверсі, тому одночасне відкриття клапанів на інших поверхах призводить до задимлення вищерозташованих поверхів. У ряді будівель зі сходових кліток дим видаляють через димові люки, влаштовані в їх покритті.

При відсутності в будівлі систем протидимного захисту або відмову їх роботи РТП повинен вжити заходів з видалення диму і обмеження поширення вогню на шляху евакуації за допомогою пересувних засобів: пожежні автомобілі димовидалення, причіпні і переносні димососи, а також шляхом розтину вікон і дверей.

За допомогою автомобілів димовидалення або димососів дим видаляють нагнітанням повітря до сходової клітки, ліфтові шахти і ліфтові холи через вестибюль будівлі. Одночасно здійснюють випуск диму у верхній частині сходово-ліфтового вузла через димові люки та віконні прорізи. Варіанти подачі повітря в вестибюлі будівель підвищеної поверховості автомобілем димовидалення наведені на (рис. 3.2). Після прибуття на пожежу працівники служби пожежогасіння або керівництва гарнізону пожежної охорони відразу створюють оперативний штаб пожежогасіння, організують зв'язок з бойовими ділянками та окремими розвідувально-рятувальними групами. Бойові ділянки можна створювати з боку кожної сходової клітки. БО одночасно забезпечують гасіння пожежі і рятування постраждалих. Для організації та проведення рятувальних робіт по периметру будівлі, особливо по пожежних сходах, з різних сторін створюють бойові ділянки і надають їм необхідну кількість рятувальних засобів. В окремих випадках при розвилися пожежах в будівлях з коридорною плануванням бойові ділянки створюють в декількох поверхах з боку однієї сходової клітини, а для координації їх роботи призначають одного досвідченого працівника - начальника сектора. З осіб начальницького складу, які прибули на пожежу, призначають

відповідальних за проведення рятувальних робіт, організацію роботи газодимозахисної служби, дотримання правил техніки безпеки, забезпечення безперебійної роботи пожежної техніки та ін.

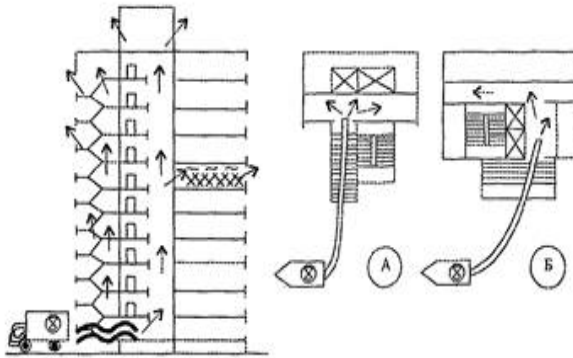


Рис. 3.2. Схема видалення диму і варіанти подачі повітря в комунікаційні вузли багатоповерхових будинків з допомогою автомобіля АДУ

У процесі гасіння пожежі РТП повинен постійно підтримувати зв'язок з ЦУС, а старший диспетчер при отриманні відомостей з місця пожежі повинен негайно повідомити РТП місце знаходження людей, яким необхідна допомога, їх стан і кількість.

Представляють складність у гасінні пожежі, що відбуваються у верхній зоні будівель підвищеної поверховості. У першу чергу включають насоси-підвищувачів і вводять стовбури від внутрішнього протипожежного водопроводу. Одночасно виробляють прокладку магістральних і робочих ліній від пожежних машин, встановлених біля місця пожежі.

Для подачі стовбурів у верхні поверхи рукавні лінії прокладають усередині будівель між маршами, а також із зовнішнього боку будівель. Найбільш доцільно рукавні лінії збирати з скаток, піднятих на висоту за допомогою ліфтів або по маршовим сходах і спускати їх в низ або піднімати по авто-сходах, колінчастим автопідійомників і по рятувальних мотузках. Для підйому рукавів використовують рятувальні мотузки довжиною 50-60 м, спеціальні кронштейни з блоками, які закріплюють за підвіконня у верхніх поверхах будівель і інші пристосування.

Подача води до стовбурів при гасінні пожеж у верхній зоні будівель може здійснюватися пожежними насосами за

різними схемами, наведеними на (рис. 3.3, 3.4). На висоту до 15-го поверху включно при розташуванні вододжерел на відстані 60-80 м від будівлі воду до стовбурів можна подавати одним автонасосами. Воду до стовбурів, розташованим до 20-го поверху включно, подають перекачуванням з насоса в насос, при цьому один з насосів встановлюють безпосередньо біля будівлі, а другий на вододжерело.

Робочі лінії при подачі стовбурів у верхню зону будівель підвищеної поверховості приєднують до розгалуженням, які встановлюють біля будівель, а також на палаючому поверсі або нижчерозташованій. Від кранів, установлених біля будівель, подають не більше двох робочих ліній, а один патрубок завжди залишають вільним для випуску води з рукавних ліній при їх збиранні. При розташуванні розгалужень у верхніх поверхах на цій же магістральній лінії біля будівлі встановлюють друге розгалуження для спуску води або для цих цілей залишають вільним одне напірний патрубок пожежних насосів.

Воду в верхні поверхи подають пожежними машинами по сухотруба із подальшою подачею стволів через внутрішні пожежні крани. Для подачі води на гасіння пожеж в будівлях вище 20-го поверху використовують проміжні еластичні ємності об'ємом 2-3 м³, а в якості насосів - переносні пожежні мотто-помпи. Всі рукавні лінії, основні та резервні, прокладені в верхні поверхи, надійно закріплюють через кожні 20 м (одна затримка на рукав), а для контролю за їх роботою в місцях кріплення виставляють пости з резервними рукавами в скатках.

Для надання допомоги РТП на всі будівлі підвищеної поверховості розробляють картки, а на готелі та адміністративні будівлі - плани гасіння пожеж, в яких вказують: наявність систем димовидалення та порядок їх приведення в дію; наявність і розташування в будівлі незадимлованих сходових кліток, міжквартирних переходів, спеціальних ліфтів для підйому пожежних, характеристику внутрішнього протипожежного водопроводу, порядок включення насосів-підвищувачів, розташування внутрішніх пожежних кранів і кнопок для

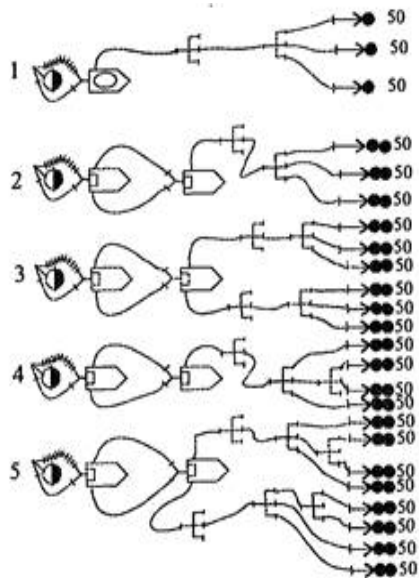


Рис. 3.3. Схеми подачі вогнегасних засобів у верхній поверхні будівель підвищеної поверховості

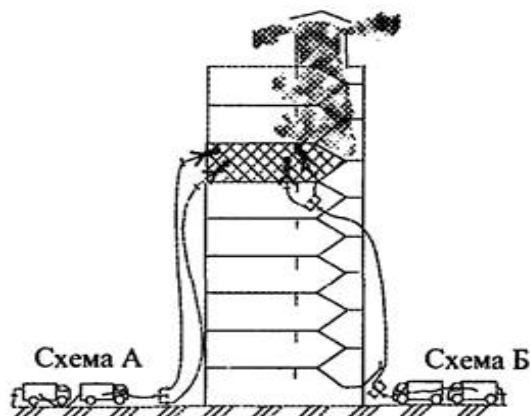


Рис 3.4. Подача засобів гасіння у верхню зону будівель підвищеної поверховості

включення насосів, діаметр і вид з'єднувальних голівок, наявність і місця підключення рукавних ліній до сухотруб; можливі місця

установки автодрабин, колінчастих автопідйомників, порядок евакуації людей з поверхів, що перевищують довжину сходів і автопідйомників; розрахунок кількості розвідувально-рятувальних груп; найбільш доцільні схеми бойового розгортання; наявність систем оповіщення про пожежу та управління евакуацією та ін.

Необхідно в розкладі виїзду на пожежу в будівлях підвищеної поверховості по першому повідомленню передбачати виїзд пожежних автодрабин, колінчастих автопідйомників, автомобілів димовидалення та димососів великої продуктивності, автомобілів зв'язку та освітлення, ГДЗС, аварійних служб міста, а також повідомляти про виїзд на пожежі в диспетчерську службу ДЕУ, РЕУ.

3.2. Порятунок людей з висотних будівель при пожежі

Потреба висотних будівель житлового та громадського призначення (далі висотні будівлі) обумовлена нестачею вільної території під забудову у великих мегаполісах, бажанням інвестора отримати максимальний прибуток з мінімальною територією, а також запитом держави і суспільства на значущі домінуючі об'єкти в містобудівній політиці. Висотні будівлі надають містам виняткову виразність і сучасний індивідуальний вигляд. Такі будівлі відносяться до об'єктів з масовим перебуванням людей, є технічно складними, а часто унікальними об'єктами (будівлі висотою більше 100 м) і представляють величезну матеріальну цінність. Пожежі у висотних будівлях, як правило, призводять до людських жертв, великому матеріальному збитку, а також великому суспільному резонансу.

Незважаючи на очевидні складнощі забезпечення безпеки у висотних будівлях, їх будівництво триває досить інтенсивними темпами. Попередження загибелі людей на пожежах, без сумнівів, основне завдання служби пожежної безпеки будь-якої країни. А евакуація людей, особливо постраждалих, з палаючих багатоповерхівок - одне з найскладніших завдань.

Евакуація людей через охоплені полум'ям і, задимлені продуктами горіння, сходові клітки практично неможлива, а використання для евакуації звичайних ліфтів не менш небезпечно.



Навіть за сприятливих факторах (відсутності полум'я, загазованості і диму) аналіз процесу екстреної евакуації людей з висотних будівель показує, що:

1. При евакуації по сходових клітках люди виходять з різних поверхів і, спускаючись по загальній сходах, утворюють частини потоку збільшується щільності в місцях виходу. У результаті на ділянках злиття утворюються потоки такої величини, що пропускної здатності перетинів спільного шляху

виявляється недостатньо для забезпечення безперешкодного руху. У такому випадку відбуваються тривалі скупчення людей високої щільності (7-8 чол / м²), що ведуть до появи ризику загибелі від компресійної асфіксії;

2. Евакуація людей з фізичними обмеженнями стає нерозв'язною: йти сходами багато з них просто не в змозі;

3. Навіть до людей, які не мають порушень функцій організму, пред'являються високі вимоги їх фізичної підготовки: для виходу з будівлі потрібно пройти по сходах від 150 м до 1 км в потоці високої щільності. Більшість людей відчують «жахливу» втому вже через 5 хвилин руху по сходах вниз.

Життєві ситуації підтверджують ці висновки. Відомо, що при вибуху у всесвітньому торговому центрі в Нью-Йорку в 1993р одночасна евакуація призвела до «затоптування» людей на сходових клітках і тривала близько 600.

Що ж робити людям на відрізаних пожежею поверхах?

Очікувати приїзду пожежників через затори автодоріг сучасних міст? Чи встигнуть?



А чи буде можливість підвести автовишку в те місце прибудинкової території, звідки можна здійснити порятунок?

А чи багато в місті вишок, здатних дотягнутися вище дев'ятого поверху?



У таких випадках люди гинуть, тому що у пожежників не було можливості своєчасно евакуювати їх з палаючої будівлі.

Але навіть якщо пожежний та добереться до локалізованих пожежею людей, то евакуювати їх традиційними шляхами, як правило, вже не представляється можливим. А щоб спускати людей на мотузковому тросі по зовнішній стіні будівлі, використовуючи стандартний пожежний карабін, закріплений на пожежному поясі і власну поперек, пожежнику необхідно мати геркулесові здоров'я і незвичайну силу, якщо є травмовані чи люди в несвідомому стані.

Оснащення пожежних розрахунків сучасними засобами для спуску та евакуації – тема окремої розмови. Зараз розглянемо, як потрапили в біду дати шанс врятуватися самим і врятувати інших? Відповідь очевидна: «порятунок потопуючих - справа рук самих потопуючих». Тобто, рішення проблеми порятунку людей, що не мають можливості для евакуації з палаючої будівлі шляхом спуску по сходових клітках або за

допомогою ліфтів, полягає в оснащенні будівель підвищеної поверховості засобами екстреної самостійної евакуації. Ці кошти не повинні змінювати зовнішнього вигляду будівель, не повинні створювати перешкод для евакуації людей з приміщень традиційними способами. Але вони повинні забезпечувати одному або декільком людям, у тому числі і фізично ослабленим, можливість самостійно і, по можливості, безпечно залишити приміщення через віконний отвір або балкон і уздовж зовнішньої стіни будинку опуститися до землі.

Комплект засобів екстреної самостійної евакуації.

Наявність у Вашій квартирі або офісі комплекту евакуаційного рятувального - це Ваш шанс на життя, своєрідна страховка на випадок пожежі. Комплект евакуаційний рятувальний (далі КЕР) можна умовно розбити на основні складові:

- Спусковий пристрій (далі СУ).
- Трос страхувально-рятувальний (поліамідний, кевларовий, сталевий, комбінований). Довжина троса, що входить в комплект, залежить від передбачуваної висоти спуску.
- Косинка рятувальна (перев'язь страхувальна). Це система ременів, яка легко одягається на евакуйованого (навіть обездвиженого) і фіксує тіло спасеного у вертикальному положенні. Косинка допомогою карабінів з'єднується з тросом або спусковим пристроєм.
- Анкерне пристрій - для фіксації верхнього кінця троса або СУ.
- Рукавички захисні - для запобігання пошкодження шкіри рук при спуску.

При виникненні пожежі необхідно:

1. Підготувати комплект евакуаційний рятувальний (КЕР).
2. Вийняти з пакувальної сумки рятувальну косинку, прикріплену до СУ, одягнути її.
3. Приєднати трос карабіном до анкерного пристрою і вийти у вікно або перелізти через перила балкона.
4. Дотримуючись за мотузку здійснити плавний спуск до поверхні землі.

Неможливо подолати страх висоти? Якщо настане критичний момент, коли вже не буде можливості дихати, людина автоматично вийде у вікно. Люди часто говорять, що вони ніколи не вистрибнути з вікна або з балкона. Практика показує, що люди

вистрибують або зриваються з вікон і балконів при пожежах, намагаючись полегшити свою долю. Під час теракту в Нью-Йорку люди стрибали з даху хмарочоса, хоча надії на порятунок не було ніякої.

Спускові пристрої (надалі СП) - це пристосування, що забезпечують рівномірний спуск з висоти вниз зі швидкістю не більше 3х метрів в секунду.

СП, застосовувані в системах екстреної самостійної евакуації, можна розділити:

1. За вартістю. Від 20 \$ США до кількох тисяч. Примітний в цьому зв'язку досвід Казахстану. У МНС Республіки Казахстан вирішили, що, при всій розмаїтості вибору, в Казахстані будуть використовуватися кошти індивідуального порятунку тільки одного виробника. І альтернативи йому не буде. Завдяки нехитрої операції з паперами, всі власники висотних будівель по всій республіці змушені купувати тільки рятувальне обладнання латиського виробництва у одного на всю країну підприємства з Алма-Ати. Судячи за прайс-листами цього підприємства, вартість кожного комплексу поставляється ними устаткування доходять сьогодні до 3000 євро, залежно від висоти будівлі. Якщо уявити, що в будівлі вище позначки 10-го поверху працюють 100 чоловік, то власники будівлі повинні будуть заплатити за обладнання своєї висотки засобами індивідуального порятунку 300000 євро. Що ж, як кажуть, «Схід - справа тонка».

2. По використовуваному гальмівного пристрою: фрикціон, гідротормоз, система механічних шестерень з відцентровим гальмом і ін.

3. З автоматичним або ручним гальмуванням.

4. За способом використання троса:

- трос вільно звисає до землі з ковзаючим вздовж нього

СП;

- трос повністю намотаний на барабан СП і розмотується під дією маси спускається людини автоматично;

- трос перекинутий через закріплене на анкері СП, що працює за принципом гойдалок. Коли людина спускається вниз, нижній кінець троса із закріпленою на ньому вільної косинкою піднімається вгору.

Розглянемо СУ, що працює за принципом гойдалок. Згідно рекламних тверджень за допомогою тільки однієї такої

«спусковухі», що працює за принципом гойдалок, одночасно будівлю можуть покинути стільки людей, скільки застрягло нагорі. Причому одночасно зможуть її використовувати дві людини. Дуже сумнівні твердження!

По-перше, спуск здійснює тільки одна людина, а наступний очікує підйому вільної косинки, закріпленої на нижньому кінці троса. А ось чи дочекається, велике питання з величезною ймовірністю негативної відповіді. Справа в тому, що піднімається нижній кінець мотузки із закріпленою на ньому косинкою і з'єднувальним карабіном є своєрідним якорем - кішкою, що прагнуть зачепитися мало не за будь виступ або застрягти в щілині відповідних розмірів. А таких перешкод на зовнішній стіні будь-якої будівлі предостатньо: віконний або міжповерховий карниз, декоративний або конструктивний елемент балкона або віконної решітки, супутникова антена, кондиціонер, відкрита квартира або вікно, нарешті. Хто ходив у гори, той знає, наскільки небезпечно заклинювання вільного кінця страхувальної подвійної мотузки при її просмикуванні на узвозі. Якщо забути розв'язати вузол, то майже напевно полізеш звільняти його з капкана скельного рельєфу. У цьому випадку застрягне тільки мотузка, а не висить на її кінці людина. І то в горах, де «час терпить», а не на пожежі, де рахунок йде навіть не на хвилини - на секунди. Тридцять секунд залишається людині для осмислених дій при вдиханні диму, насиченого чадним газом. При пожежі нещасний, що завис на таких «рятувальних» гойдалках, позбавляє шансу на порятунок і себе, і очікують нагорі підйому вільного кінця троса з рятувальною косинкою.

Наступна небезпека підстерігає використовують СП з автоматичним (тобто, неконтрольованим ніким) спуском - це несанкціоноване підсаджування зневірених на порятунок попутників. Люди, які вистрибують з «попутних» поверхів і намертво чіпляються за спускаючогося, можуть створити «гроно», що сильно перевищує межі навантаження такого СП. (Це, як правило, 30-150 кг для гарантованого спуску з досить безпечною швидкістю 1-3 метри в секунду).

А ось ще один істотний недолік СП з тросом, повністю намотаним на барабан і розмотують під впливом маси спускається людини автоматично. Фактично, це обладнання одноразового використання. Тобто на кожного що знаходиться в будівлі людини покладено один пристрій. На сто чоловік - сто



рятувальних пристроїв. На двісті, відповідно двісті таких пристроїв. А тепер уявіть собі, що деякі рятувальні пристрої знаходяться в частині будівлі, охопленій вогнем. Висновок очевидний - врятовуються

тільки ті, кому вистачило коштів екстреної самостійної евакуації. Хто не встиг той запізнився.

Таким чином, як писали в підручниках з вищої математики, «легко бачити», що перераховані вище типи спускових пристроїв систем екстреної самостійної евакуації мають низку істотних недоліків, що роблять їх застосування неефективним, і, найчастіше, непридатним для евакуації людей при пожежах.

Тепер розглянемо пристрій для спуску по тросу, вільно звисає до землі. При їх використанні можливий спуск, як однієї людини, так і одночасно декількох (групою або гроном). Кількість одночасно спускаються людина обмежується лише межею максимальної розривного навантаження троса і СП (а це 1500-2500 кг) і, на жаль, умінням керувати спусковим пристроєм. Для цього останньому потрібні лише мінімальні навички. Це, при бажанні, можна віднести до недоліку таких СП, але і тут є свої варіанти:

Перший і найбільш простий тип СП- це всілякі пристрої для спуску типу «Вісімка» (фото), типу «Решітка» і типу «Шайби Штіхта». Їх об'єднують між собою:

- способи гальмування - ручною зміною кута охоплення фрикційної поверхні пристрою нижнім кінцем спускового троса;

- способи фіксації троса для зависання на ньому - накидання декількох петель на «роги» СП.

Таким чином, очевидним є один спільний недолік: якщо під час руху втратити ручний контакт з нижнім кінцем спускового троса, то відбудеться практично неконтрольоване падіння з неприпустимим прискоренням.

Другий тип СП - це всілякі «Десантура». Їх об'єднують між собою:

- способи гальмування - ручною зміною кута нахилу рукоятки ролика-ексцентрика по відношенню до нерухомого ролику пристрою. При цьому бажано притримувати вільною рукою нижній кінець спускового троса;

- способи фіксації троса для зависання на ньому - автоматичний затиск спускового троса між роликком-ексцентриком і нерухомим роликком пристрою при втраті в русі спускається ручного контакту з рукояткою ролика-ексцентрика.

На жаль, є два загальних нестачі:

- при втраті в русі спускається ручного контакту з нижнім кінцем спускового троса відбувається практично неконтрольоване падіння з неприпустимим прискоренням. Це падіння може бути припинено системою «антипанік», що входить до складу деяких зразків СП даного типу;

- при втраті свідомості спускається при спуску він автоматично буде зафіксований на спусковому тросі.

Таким чином, знову таки «легко бачити», що два останніх вищезазначених типу спускових пристроїв систем екстреної самостійної евакуації мають низку істотних недоліків, що роблять їх застосування небезпечним для евакуації людей при пожежах.

Найбільш прийнятне СП. Отже, підводячи ризик під вищесказаним, визначимо, яким же має (одно, яким не повинно) бути СП для систем екстреної самостійної евакуації людей при пожежах.

Для цього спочатку перерахуємо типи СП і суттєві недоліки, які роблять їх застосування з метою порятунку неефективними, небезпечними або непридатними:

1. СП типу «Вісімка», «Грати», «Шайба Штіхта» - при втраті під час руху людиною ручного контакту з нижнім кінцем

спускового троса відбувається практично неконтрольоване падіння з неприпустимим прискоренням.

2. СП типу «Десантер» - при втраті свідомості під час спуску людина автоматично буде зафіксований на спусковому тросі.

3. СП, що працює за принципом гойдалок (як з автоматичним, так і ручним гальмуванням залишилися нагорі людиною) - коли верхній кінець троса спускається із закріпленою на ньому косинкою і людиною в ній, а нижній кінець троса із закріпленою на ньому вільної косинкою піднімається вгору - висока ймовірність зупинки механізму через застрявання вільного кінця.

4. СП (і стаціонарно закріплене, і мобільне) з тросом, повністю намотаним на барабан і розмотують під впливом маси спускається людини автоматично. Оскільки це в умовах пожежі - фактично обладнання одноразового використання, а відрізані вогнем пристрої не зможуть бути використані, то і врятовуються тільки ті, кому вистачило коштів екстреної самостійної евакуації.

5. СП з автоматично регульованою швидкістю спуску при вузькому діапазоні маси спускається вантажу (до 150 кг) - проблема несанкціонованого «підсаджування» зневірених на порятунок попутників.

6. Велика вартість СП – противник масового застосування.

Отже, можна сформулювати шостий вимог до того, яким має бути СП:

1. Недороге.

2. Багаторазового використання.

3. З великим діапазоном спускається маси вантажу.

4. З контрольованим обмеженням максимальної швидкості спуску до трьох метрів в секунду.

5. З відсутністю можливості мимовільної фіксації СП на спусковому тросі у разі втрати свідомості спускаються або спускався при здійсненні спуску.

6. З відсутністю можливості неконтрольованого падіння з неприпустимим прискоренням спускається у разі втрати свідомості їм або спускався при здійсненні спуску.

Все інше, що входить в комплект евакуаційний рятувальний (КЕР), вже не так категорично за вимогами. Але розглянемо і ці складові.

Складові КЕР.

Рукавички захисні. Служать для запобігання пошкодження шкіри рук при спуску. Використовуються будь (бавовняні, вовняні, повстяні), тільки не синтетичні або гумові через їх здатності оплавлятися.

Трос страхувально-рятувальний. Сталевий придатний тільки в автоматичних одноразових СУ. Комбінований і кевларовий незрівнянно дорожче поліамідного, а вогнестійкість незначно вище. Отже, поліамід найбільш прийнятний. Тим більше, що крізь фронт відкритого полум'я ніхто рятуватися не стане.

Косинка рятувальна. Альтернатива - перев'язь страхувальна або мотузкова самовязанная петля. Але для їх використання необхідні додаткові спеціальні навички.

Анкерний пристрій. Для фіксації верхнього кінця троса або закріплення СП можна використовувати різноманітні способів. Від зав'язування вузла на огорожі балкона, до розпірних балок у віконних отворах. Але найбільш простим і прийнятним є розклинюйте анкер з вушком. Інше питання, це місце його розташування. При наявності балконів і лоджій їх стіни для цього найбільш кращі. А ось при їх відсутності виникає питання можливої заборони власника будинку на декоративне доповнення фасаду вушками анкерних болтів. У такому випадку анкер необхідно розмістити всередині будівлі, наприклад на віконному укосі. У такому випадку необхідно при кріпленні поліамідного шнура використовувати проміжний подовжувальний сталевий строп для збільшення вогнестійкості системи.

Правила поведінки при пожежі в багатоповерховому будинку. Час не стоїть на місці, з'являються нові технології і у великих містах повсюдно будуються висотні будівлі, які в силу своєї специфіки мають велику ступінь потенційної пожежної небезпеки в порівнянні з будівлями нормальної поверховості. Пожежна небезпека для людей, що знаходяться у висотних будівлях, посилюється тим, що на відміну від малоповерхових будинків сильно ускладнюється евакуація, а також зростає складність боротьби з пожежами.

Основні причини трагічних наслідків при пожежах у висотних будівлях - блокування шляхів евакуації продуктами

горіння і вогнем. Слід також запам'ятати, що ліфти не є засобом евакуації людей при пожежі. Після спуску на перший поверх, їх відключають.

Для висотних будівель характерні швидкий розвиток пожежі по вертикалі і велика складність забезпечення евакуації та рятувальних робіт. Продукти горіння заповнюють евакуаційні виходи, ліфтові шахти, сходові клітки. Швидкість поширення диму і отруйних газів по вертикалі може досягати декількох десятків метрів на хвилину. За лічені хвилини будівля виявляється повністю задимлене, а перебування людей у приміщеннях без засобів захисту органів дихання неможливо. Найбільш інтенсивно відбувається задимлення верхніх поверхів, де розвідка пожежі, порятунок людей і подача засобів гасіння дуже ускладнені.

Противопожежні заходи для висотних житлових будівель розроблені дуже детально:

- Будинки обладнуються незадимлюваними сходовими клітками, пристроями димовидалення, протипожежним водопроводом з пожежними кранами, автоматичною пожежною сигналізацією та ін.

- Для видалення диму зі сходових клітин, що є основним шляхом евакуації людей з будівлі, є спеціальні вентилятори, які включаються дистанційно за допомогою кнопок, встановлених у передпокоях квартир або автоматично від пожежних датчиків.

- Будинки підвищеної поверховості обладнуються внутрішнім протипожежним водопроводом.

- У передпокоях квартир встановлюються пожежні сповіщувачі. Сигнал про їх спрацювання передається на диспетчерський пункт.

- Поширенню диму по поверхах і квартирам перешкоджають ущільнюючі гумові прокладки в притворах дверей і доводчики (пружини на дверях коридорів і сходових клітин).

- У випадках, коли вихід з квартири неможливий внаслідок високої температури або сильного задимлення, передбачено використання металевих пожежних драбин, встановлених на балконах, починаючи з 6-го поверху.

Нерідкі порушення правил пожежної безпеки у висотних будинках. Найчастіше самі мешканці порушують правила, які покликані забезпечити їх безпеку. Найбільш часто зустрічаються

порушення - це самовільне блокування існуючих шляхів евакуації. Наприклад, часто завалені сходові клітки, другий вихід, якщо він і є, заварений від грабіжників.

Однак, це не весь перелік порушень, який зустрічається при перевірках співробітниками органів державного нагляду (пожежного) при планових перевірках багатоповерхових будинків: пожежні шафи на сходових клітках - якщо вони мають на увазі, розукомплектовані, а якщо в них і є вогнегасник, то він, швидше за все, прострочений. Пожежні машини не можуть під'їхати до будинків через скупчення машин у дворах, найчастіше пожежним доводиться чекати евакуатори, щоб вони звільнили проїзд до будинку.

Отже, для того, щоб дотримувалися вимоги пожежної безпеки в багатоповерхових будинках (висотках) необхідно дотримуватися таких правил:

- стежте за наявністю і справністю ущільнюючих прокладок в притворах квартирних дверей;
- постійно тримайте вільним доступ до люків на балконах, а в зимовий час очищайте їх від снігу та льоду;
- не закривайте на замки і запори двері коридорів, в яких розташовані пожежні крани;
- стежте, щоб двері сходових кліток, ліфтових холів і їх тамбурів мали пристрої самозачинення;
- не зберігайте речі в коридорах, на балконах і лоджіях, у вестибюлях незадимлюваних сходових кліток і на самих сходових клітках;
- не замінюйте на перехідних балконах і лоджіях легкі перегородки між секціями на капітальні;
- при виявленні будь-яких несправностей засобів (систем) протипожежного захисту негайно повідомляйте про це в диспетчерський пункт.

Зарубіжний досвід. Природно, що даними проблемами займалися різні закордонні фірми.

Основний поштовх для розвитку засобів евакуації дав аналіз результатів терористичної атаки на вежі близнюки в Нью-Йорку в 9 вересня 2001 року.

У результаті в різних країнах були прийняті закони і стандарти, що регулюють необхідність і принципи використання канатно-мотузкових засобів і систем екстреної евакуації.

Все це призвело до того, що, наприклад, в Канаді в даний час встановлено близько 120000 таких пристроїв, а в Японії, відомій своїми хмарочосами встановлено більше 250000. У Франції такі пристрої обов'язкові для лікарень, навчальних закладів, міністерств і відомств.

Ці приклади показують, що незважаючи на наявність систем автоматичного пожежогасіння, служб порятунку і пожежної техніки, в усьому світі надається величезне значення обладнання будівель додатковими системами екстреної евакуації, що підвищують ймовірність порятунку людей, що знаходяться у висотних будівлях.

Трагічні події при пожежі в бізнес центрі у Владивостоці показали, що і висота на рівні восьмого поверху може бути смертельною - 9 загинув (більше 12 людей викинулися з вікна).

Чому люди біжать до вікон? Тому, що через охоплені димом і полум'ям сходові клітки і внутрішні сходи пробитися неможливо. Значить потрапили в біду треба надати шанс врятуватися самим і це можна зробити тільки з використанням індивідуальних засобів евакуації.

Вирішення цієї проблеми полягає в оснащенні будинків підвищеної поверховості засобами екстреної самостійної евакуації, які, не змінюючи зовнішнього вигляду будівель і не створюючи перешкод для евакуації людей з приміщень, забезпечували б одному або декільком людям (у тому числі, фізично ослабленим літнім громадянам) самостійно і безпечно покинути приміщення і опуститися до землі.

Уявіть собі, 150 метрів вниз зі швидкістю не більше 1.8 метра в секунду за допомогою систем колективного порятунку. Підвищена пожежонебезпека висоток не повинна залишати людей наодинці зі смертельною небезпекою.

Слід запам'ятати, що застосування мобільних засобів самостійної евакуації - це, мабуть, єдиний реальний шанс врятуватися для тих, хто не має можливості скористатися звичайними засобами порятунку або дочекатися пожежників.

Заходи по обмеженню поширення пожежі у висотних будівлях. Протипожежні перешкоди у висотних будівлях - це технічні рішення, призначені для вивертання поширення пожежі і продуктів горіння з приміщення або пожежного вдіку з вогнищем пожежі в інші приміщення. Основні види

протипожежних перешкод: протипожежні стіни, перегородки, перекриття, клапани, зони і т.д.

У поєднанні з іншими елементами системи протипожежного захисту висотних і інших будівель і споруд, протипожежні перешкоди є грошовим коштом підвищення безпеки людей і зниження матеріального збитку при пожежах.

Протипожежні стіни – вертикальні перешкоди, що розділяють будівлю по усій висоті на пожежні *відсіки*, що забезпечують нерозповсюдження пожежі в суміжний пожежний відсік, у тому числі у разі обвалення конструкції будівлі з боку вогнища пожежі.

Забезпечення функціонального призначення протипожежних стін у разі обвалення конструкції з боку вогнища пожежі вирішується шляхом використання спеціальних способів того, що спирається на протипожежну стіну примикаючих конструкцій. У протипожежних перешкодах допускається облаштування отворів за умови їх спеціального захисту у вигляді протипожежних дверей, люків, клапанів, вікон.

Заповнення отворів в протипожежних перешкодах у вигляді дверей, люків і клапанів мають бути обладнані пристроями для самозакривання і ущільнення в отворах. Якщо вони повинні експлуатуватися у відкритому положенні, обов'язковим є їх устаткування пристроями, що забезпечують автоматичне закривання при пожежі.

Для будівель заввишки вище 16 поверхів вводиться ряд особливих вимог. Наприклад, найбільша площа поверху між протипожежними стінами для таких будівель при розміщенні готельних номерів або квартир не може перевищувати 3000 м². площа підземних поверхів між протипожежними стінами не повинна перевищувати 4000 м². При цьому межа вогнестійкості протипожежних стін в підземній частині будівлі повинна складати не менше REI 150.

Протипожежні перекриття влаштовують у висотних будівлях в силу необхідності обмежувати поширення пожежі по вертикалі будівлі. Багатоповерхові будівлі слід розділяти протипожежними перекриттями по вертикалі на пожежні відсіки. Висота такого відсіку не повинна перевищувати 30 поверхів, для житлових будівель - 50 м. Межа самого нижнього пожежного відсіку висотної будівлі визначається з урахуванням можливості

доступу пожежних підрозділів з автосходів і автопідйомників у будь-яку квартиру відсіку.

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

На межі вертикального протипожежного відсіку слід передбачати карнизи по контуру будівлі, що виступають за межі фасаду на 0.75 м. Необхідно звернути увагу на те, що обмеження поширення пожежі по вертикалі пов'язане з наявністю сходових клітин, ліфтових шахт і інших шахт для прокладення різних комунікацій. В цьому випадку необхідно розробляти додаткові технічні рішення, що виключають поширення пожеж по вертикалі: зміщення осі сходових клітин і ліфтових шахт в різних відсіках, протидимний захист і так далі

Перешкоди у вигляді водяних завіс. При рішенні ряду архітектурно-планувальних завдань при проектуванні висотних будівель допускається замість протипожежних стін встановлювати протипожежні перешкоди у вигляді водяних завіс. Для цієї мети може бути використана Дренчерна система пожежогасіння. Це система трубопроводів для подання вогнегасного складу, забезпечених спеціальними насадками - дренчерними зрошувачами. Роль протипожежної перешкоди в цьому випадку грають дві лінії розподільних трубопроводів з дренчерними зрошувачами. При виникненні пожежі відбувається включення дренчерної системи автоматично або вручну і, відповідно, витікання вогнегасного складу в двох паралельних площинах. В цьому випадку еквівалентом протипожежної перешкоди є водяні завіси, що утворюються, в двох площинах, розташованих один від одного на відстані 0.5 м і що забезпечують інтенсивність зрошування не менше 1 л/с на 1 м завіси при часі її роботи не менше 1 години.

Протипожежні розриви між будівлями є важливим елементом системи протипожежного захисту. Призначення протипожежних розривів - обмеження поширення пожежі від

однієї будівлі до іншої, а також забезпечення ефективного гасіння пожежі і порятунку людей і матеріальних цінностей.

Заходи по забезпеченню своєчасної і безперешкодної евакуації людей при НС у висотних будівлях.

Евакуація людей з висотних будівель. Процес руху людей у будівлі можна підрозділити на два типи: нормальне і вимушене. До характерних особливостей вимушеного руху відноситься одночасність руху у бік виходів. Щільність людського потоку при цьому може значно перевищувати щільність потоку при нормальному русі. В окремих випадках щільність людського потоку може при вимушеному русі досягати граничних значень, при яких можливі важкі каліцтва і навіть смертельний результат. Особливо небезпечним випадком вимушеного руху людей є рух людей при виникненні паніки (рис.3.5, 3.6).

Евакуація є процесом організованого самостійного руху людей назовні з приміщень, в яких є можливість дії на них небезпечних чинників пожежі. Відповідно до норм евакуацією також слід рахувати несамостійне переміщення людей, здійснюване обслуговуючим персоналом.

Безпека евакуації людей з будівель при НС досягається шляхом забезпечення її своєчасності і безперешкодності за допомогою комплексу спеціальних заходів: об'ємно-планувальних, ергономічних, конструктивних, інженерно-технічних і 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, міри вогнестійкості будівлі з урахуванням інших заходів по захисту шляхів евакуації. Евакуаційні шляхи повинні забезпечити евакуацію усіх людей, що знаходяться в приміщеннях, впродовж необхідного часу евакуації. Захист людей на шляхах евакуації забезпечується комплексом об'ємно-планувальних, конструктивних, інженерно-технічних і організаційних заходів. Основні заходи такого роду - це протидимний захист будівлі. В якості аварійних виходів можуть використовуватися виходи, що не відповідають вимогам, що пред'являються до евакуаційних. До аварійних виходів можуть відноситися: вихід на відкритий балкон або лоджію з глухим простінком не менше 1,2 м від торця балкона (лоджії) до

віконного отвору (засклені двері) або не менше 1,6м між заскленіми отворами, що виходять на балкон (лоджію): вихід на відкритий перехід шириною не менше 0,6м, що веде в суміжну секцію будівлі класу Ф.1.3 або в суміжний пожежний відсік через пожежну зону: вихід на балкон або лоджію, обладнаний зовнішніми сходами, що сполучають балкони або лоджії: вихід на покрівлю будівлі через вікно, двері або люк.



Рис. 3.5. Самостійний порятунок людей при пожежі з використанням підручних засобів



Рис. 3.6. Один з варіантів індивідуального рятувального пристрою для спуску з віконних отворів, балконів і лоджій будівель при НС з висоти до 100 метрів

При оснащенні фасадів будівель підйомними пристроями для ремонту і очищення фасадів вказані пристрої повинні

розраховуватися на використання пожежними підрозділами, у тому числі для порятунку людей. На стадії проектування висотних будівель має бути також розглянута можливість використання вертольотів для порятунку людей.

Індивідуальний рятувальний пристрій - засіб для захисту органів дихання від продуктів горіння. У надзвичайних ситуаціях дуже ефективним засобом порятунку людей є засоби індивідуального захисту у вигляді саморятівників (рис. 3.7).

Заходи активного захисту висотних будівель від пожежі. *Пожежна сигналізація.* Необхідність облаштування установок пожежної сигналізації у будівлях регламентується спеціальними нормами. Згідно НПБ 110-03 житлові і громадські будівлі заввишки більше 28 м незалежно від площі, обладналися автоматичними установками пожежної сигналізації (АУПС) і автоматичними установками пожежогасінні (АУПГ).

Установки пожежної сигналізації (УПС) - це сукупність функціонально пов'язаних елементів: пожежних сповіщувачів, лінії зв'язку, станції пожежної сигналізації для виявлення пожежі на початковій стадії його розвитку.



Рис. 3.7. Індивідуальний рятувальний пристрій

Пожежні сповіщувачі (ПС) - це пристрої, призначені для подання сигналу про пожежу. Автоматичні ПС перетворюють Фізичні параметри, що характеризують розвиток пожежі, в електричні сигнали і по лініях зв'язку передають їх на станцію пожежної сигналізації (СПС), де вони розшифровуються і

перетворюються у світлові і звукові сигнали. Залежно від фізичного чинника, на який реагують ПС, вони діляться на теплові (підвищена температура), димові, світлові (оптичне випромінювання відкритого полум'я) і комбіновані.

Установки автоматичного пожежогасіння.

Засоби гасіння пожежі призначаються для локалізації виникаючих вогнищ горіння вогнегасним складом або створення умов, при яких горіння припиняється. Одним з найефективніших засобів гасіння пожежі є автоматичні установки пожежогасіння (АУП). Відмітною особливістю АУП є виконання ними одночасно функцій автоматичної пожежної сигналізації.

Установки пожежогасіння класифікуються:

- по виду вогнегасної речовини;
- по конструктивному наповненню;
- характеру дії на вогнище пожежі;
- способу пуску;
- інерційності;
- тривалість подання засобів гасіння.

Водяні АУП. Установки водяного пожежогасіння використовуються для захисту різних об'єктів, у тому числі для захисту висотних житлових і громадських будівель. Водяні АУП по конструктивному виконанню підрозділяються на спринклерні і дренчерні (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Загальний вигляд спринклерного або дренчерного зрошувачів у дії

Спринклерні установки водяного пожежогасіння (СУВП) застосовуються в приміщеннях із звичайною пожежною

небезпекою для локального гасіння по площі. Дренчерні установки водяного пожежогасіння (ДУВП) використовуються для захисту приміщень з підвищеною пожежною небезпекою, коли ефективність пожежогасіння може бути досягнута лише при одночасно зрошуванні усїєї площі, що захищається.

Дренчерні установки застосовують, крім того, для зрошування вертикальних поверхонь і створення водяних завіс (захисту отворів), в якості еквівалентної заміни конструктивних протипожежних перешкод (наприклад, в атриумах), ліхтарів і тому подібне.

У будівлях заввишки більше 16 поверхів системи внутрішнього протипожежного водопроводу і автоматичного пожежогасіння мають бути роздільними.

Центральний пульт управління системами протипожежного захисту (ЦПУ СПЗ). Основною функцією ЦПУ СПЗ є управління системами протипожежного захисту і забезпечення координації дій усіх служб, відповідальних за забезпечення безпеки людей і ліквідацію пожежі. Розміщується ЦПУ поблизу від головного входу у будівлю або в приміщенні першого або цокольного поверху з виходом безпосередньо назовні і повинен мати прямий телефонний зв'язок з найближчою пожежною частиною. Таким чином, у сучасному будівництві розроблена і успішно застосовується багаторівнева система протипожежного захисту (СПЗ) висотних будівель, що включає 15 елементів захисту. Увесь цей комплекс заходів спрямований на забезпечення безпеки людей. У статті розглянутий комплекс сучасних і перспективних заходів по забезпеченню безпеки людей при пожежах у висотних будівлях з урахуванням специфіки пожежної небезпеки цих об'єктів. При правильному проектуванні, пристрої і експлуатації цього комплексу заходів системи протипожежного захисту необхідний рівень безпеки людей буде забезпечений.

3.3. Вогнестійкість багатоповерхових будівель

Основи пожежної профілактики. Пожежна профілактика – комплекс інженерно-технічних і організаційних заходів, вкладених у забезпечення протипожежної захисту об'єктів народного господарства.

Метою пожежно-профілактичної роботи є підставою підтримку країни високого рівня пожежної безпеки у містах, населених пунктів, місцях концентрації тих матеріальних цінностей і об'єктах народного господарства шляхом приведення в зразкове протипожежне стан.

Основними завданнями профілактичної праці є: розробка й здійснення заходів, вкладених у ліквідувати причини, які можуть викликати виникнення пожеж; обмеження поширення можливих пожеж й створення умов успішної евакуації покупців, безліч майна у разі пожежі; забезпечення своєчасного виявлення виниклого пожежі, швидкого виклику пожежної охорони й успішного гасіння пожежі.

Профілактична робота на об'єктах включає; періодичні перевірки стану пожежної безпеки об'єкта загалом і окремих ділянок, і навіть забезпечення контролю над своєчасним виконанням запропонованих заходів; проведення пожежнотехнічних обстежень об'єкта представниками Державного пожежного нагляду (Госпожнадзора) з врученням розпоряджень, встановлення дієвого контролю над виконанням розпоряджень і наказів, які видаються за ним; постійний контролю над проведенням пожеже небезпечних робіт, виконанням протипожежних вимог на об'єктах нового будівництва, при реконструкції та переобладнанні цехів, установок, майстерень, складів та інших приміщень; проведення бесід - інструктажів і спеціальних занять із робітниками та представниками об'єкта з питань пожежної безпеки (ні з тимчасовими робітниками інших підприємств і закупівельних організацій, що прибули об'єкт) та інших заходів із протипожежної пропаганді і агітації; перевірку справності і правильного змісту стаціонарних автоматичних і первинних коштів пожежогасіння, протипожежного водопостачання і систем повідомлення про пожежі; підготовку особового складу добровільних пожежних дружин і бойових розрахунків щодо профілактичної праці та гасіння пожеж і загорянь; установку в цехах, майстерень, складах і окремих агрегатах систем пожежної автоматики.

Межі вогнестійкості. Фактичні межі вогнестійкості визначаються у більшості випадків експериментальним шляхом. Суть методу випробувань конструкцій на вогнестійкість полягає в тому, що зразок конструкції, нагрівають у спеціальній печі та одночасно піддають дії нормативних навантажень. При цьому

визначають тривалість часу від початку випробувань до з'явлення одного з граничних станів. Для випробування будівельних конструкцій на вогнестійкість дані про температури на реальних пожежах були покладені в основу температурних режимів, прийнятих стандартами ряду держав світу. Як результат Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) була рекомендована стандартна температурна крива.

Фактичні температури на пожежах бувають вищі або нижчі вказаних стандартною температурною кривою, яку необхідно розглядати як усереднений температурний режим для співставлення даних про вогнестійкість будівельних конструкцій. Під час випробувань температура у вогневій камері печі змінюється за часом саме за стандартною температурною кривою. Температуру в печі вимірюють не менше ніж в п'ятьох точках за допомогою термопар. Нагрівання зразків конструкцій виконують згідно з реальними вимогами до роботи конструкцій та можливими напрямками дії вогню при пожежі. Тому при випробуванні колони, як правило, обігрівають з чотирьох боків; балки – з трьох; покриття – з боку нижньої поверхні; стіни, перегородки, двері – з одного боку. Випробують не менш двох однакових серійно або спеціально виготовлених зразків в спеціальних випробувальних установках.

Межею розповсюдження вогню по будівельних конструкціях визначають розміри пошкодження конструкції у сантиметрах внаслідок її горіння за межами зони нагрівання – у контрольній зоні. Будівлі та споруди за вогнестійкістю діляться на ступені (ДБН В.1.1-7-2002), які визначаються мінімальними межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій та максимальними межами розповсюдження по них вогню. Ці норми встановлюють пожежне-технічну класифікацію будівельних матеріалів, конструкцій, протипожежних перешкод, зовнішніх пожежних драбин, сходів та сходових кліток, будинків і споруд, приміщень, а також загальні вимоги щодо забезпечення безпеки людей у разі виникнення пожежі, пожежної безпеки конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, обладнання будинків, приміщень інженерно-технічними засобами захисту від пожежі. Норми поширюються на нове будівництво, розширення, реконструкцію, технічне переоснащення, реставрацію, капітальний ремонт будинків і приміщень різного призначення.

Вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки під час експлуатації будинків і приміщень встановлюються відповідними нормативними документами (НД) системи стандартизації та нормування в будівництві, а також нормативно-правовими актами з питань пожежної безпеки. Межі вогнестійкості та межі розповсюдження вогню по будівельних конструкціях визначаються на основі випробування зразків у спеціальних печах. Мінімальні межі вогнестійкості та максимальні межі розповсюдження вогню по будівельних конструкціях залежно від ступеня вогнестійкості будівель та споруд приведені у ДБН В 1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», який передбачає вісім ступенів вогнестійкості – I, II, III, IIIа, IIIб, IV, IVа, V.

Загальні вимоги, які пред'являються до багатоповерхових будівель. Багатоповерхові - це основний тип будинків при забудові міст і селищ міського типу. Залежно від адміністративного значення і населеності міст гранична поверховість будівель різна. У великих республіканських центрах вона може становити до 25..30 поверхів - для житлових будинків і вище, 30 - для адміністративних. За призначенням багатоповерхові будівлі підрозділяють на цивільні і виробничі. Багатоповерхові цивільні будівлі - це головним чином житлові будинки, будівлі готелів, гуртожитків, лікарень, адміністративні будівлі і т. п.

Найбільш загальні вимоги до багатоповерхових будівель всіх типів – забезпечення вогнестійкості і довговічності конструкцій. Багатоповерхові будівлі відносяться звичайно до I, II класів по капітальності. Це означає, що ступеня вогнестійкості і довговічності конструкцій цивільних будівель повинні бути не нижче II класу; тому для будинків вище п'яти поверхів номенклатура будівельних матеріалів несучого кістяка обмежена кам'яними, бетонними, залізобетонними матеріалами. Металеві несучі конструкції застосовуються у виняткових випадках і захищаються від дії вогню, як правило, із забезпеченням меж вогнестійкості не менше меж, необхідних за табл. II норм.

Винятки: в несучих конструкціях покриттів верхніх поверхів і в деяких інших випадках, особливо обумовлених протіропожарними нормами, метал можна не захищати. Вимоги до довговічності будівельних конструкцій особливо важливо дотримуватися для тих виробничих будівель, які можуть піддаватися впливам агресивного середовища - частої і різкій

зміні високих і низьких температур, високої вологості, дії блукаючих струмів, хімічних реагентів і т. п.

Заходи щодо збільшення довговічності конструкцій передбачаються проектом. До числа таких заходів відносяться: застосування матеріалів належної стійкості, застосування простих архітектурних форм, що виключають скупчення агресивної технологічної пилю; збільшення прольотів несучих конструкцій для виключення контакту вертикальних опор з джерелами тепло- та вологовиділення; застосування захисних покриттів конструктивних елементів та ін.

Вимоги доцільності технічних рішень стосовно до багатопверхових виробничих будинків насамперед зводяться до можливо більшого забезпечення застосування уніфікованих виробів у конструкціях і до інших заходів спрямованих на підвищення ступеня індустріалізації будівельного виробництва. Так, якщо до 50-х років як проектні рішення, так і конструкції виробничих будівель були в значній мірі різноманітні та індивідуальні то сучасні вимоги інші. Основні координаційні розміри сучасного виробничої будівлі повинні строго відповідати нормативам, встановленим в державному порядку; це дозволяє застосовувати уніфіковані вузли і такі рішення, які допускають при необхідності організацію в будівлі, запроектованому для одного виду виробництва, іншого, спорідненого технологічного процесу. Вимоги доцільності технічних рішень стосовно до житлового будівництва зводяться до розумного поєднання масової житлової забудови, заснованої на застосуванні типових проектів і виробів з домінуючими в міській забудові акцентними будівлями, споруджуються за індивідуальними проектами. Точно такий же підхід до проектування інших типів цивільного будівництва: поряд із перевагою будинків з повнозбірних конструкціями за каталогами індустріальних виробів унікальні об'єкти проектуються індивідуально, що, втім, не виключає можливостей застосування виробів каталогу.

Горіння, пожежа, вогнестійкість будинків. Під пожежею розуміється неконтрольований процес горіння, у якому можливі знищення тих матеріальних цінностей і небезпеку обману життя людей. Причинами виникнення пожеж найчастіше є: необережне поводження з вогнем; недотримання правил експлуатації виробничого устаткування; самозаймання чи підпал

речовин і матеріалів; замикання в електричній мережі; грозові розряди та інших.

Розташовані в осередку пожежі сгораємі конструкції і матеріалів нагріваються і спалахують, а неспалені втрачають механічну міцність і деформуються. Продукти горіння може бути підвищеної токсичністю.

Громадськість бере участь у справі попередження й гасіння пожеж лінією добровільних пожежних дружин і пожежно-технічних комісій, що працюють у контакту з органами державного пожежного нагляду.

Спеціальним наказом начальника будівництва на начальників ділянок, цехів, підрозділів покладається відповідальність забезпечення пожежної безпеки, інші ж, своєю чергою, організують інструктажі і з вивчення правил безпеки і здійсненню необхідних заходів у разі пожежі.

Головною обов'язком всіх ІТП є підтримування на будмайданчику належної культури виробництва:

- справна звукова і світлова сигналізація (сирени, плакати);
- пожежні гідранти і водойми місткістю щонайменше 100 м;
- справне стан внутріпостроечних доріг, проїздів і під'їздів, їх добре освітлення, відсутність загроможденности тощо;
- справжній телефонний зв'язок;
- діючі мережі аварійного висвітлення;
- систематичне видалення з будівельних майданчиків в відведені місця на відстань що найменше 50 м пожаро-опасных будівельних матеріалів і відходів (стружки, тирса, клоччя тощо.);
- устаткування спеціальних місць для куріння, зберігання газових балонів і ацетиленових генераторів;
- вміст у справному стані пожежних щитів, обладнаних сокирами, ломами, лопатами, відрами, баграми, вогнегас-никами, посудинами з піском.

Умови виникнення горіння. Для виникнення процесу горіння необхідні: пальне речовина, кисень, джерело запалення. Деякі речовини здатні горіти без кисню, у атмосфері хлору, бромю тощо, але ці явище, швидше за все, слід зарахувати до винятків з правил.

Горючі речовини можна бачити в вигляді газів, пилу, твердих речовин і рідин. Углерод, водень, сірка і фосфор, що входять до склад горючих речовин, при горінні окисляються й утворюють продукти згорання, які зазвичай представляють серйозну небезпеку життя і здоров'я людей. Наприклад, 0,4 % кисню вуглецю, вдихуваного людиною, є смертельною дозою; вдихання протягом декількох хвилин гарячого повітря температурою 70 °С теж призводить до смерті.

Щоб запобігти пожежі, необхідно виключити пальну речовину, кисень чи джерело запалення. Виключити кисень надзвичайно складно, тому розробку протипожежних заходів зазвичай замінюють матеріалами на менш горючими, і обмежують можливість наявності джерела загорання.

За горючістю речовини і матеріали поділяють на групи:

- негорючі, (які не згорають) - речовини і матеріали, не здатні до горіння надворі;
- важкогорючі, (які важко згорають) - речовини і матеріали, здатні займатися від джерела загорання, але неспроможні самостійно горіти після видалення джерела запалювання;
- горючі, (які згорають) – речовини і матеріали, здатні самозайматися, і навіть займатися від джерела запалювання та самостійно горіти.

Групу горючих речовин і матеріалів виділяють легкозаймісті речовини і матеріали. Легкозаймистими називають горючі речовини і матеріали, здатні стріляти від короткочасного (до 30 секунд) впливу джерела запалювання з низькою енергією (полум'я сірника, іскра, тліюча цигарка тощо). До легкозаймистих відносять рідини з температурою спалаху не вище 61 °С у закритому чи 66 °С у відкритому тиглі.

Спалахом називається швидке згорання займистої суміші. Температура спалаху мінімальна температура, коли вона дає кількість парів від поверхні рідини і може запалитися. Горюча суміш - суміш парів пального речовини з киснем повітря.

Займиста – це така суміш, яка може відбутися навіть від малопотужного і короточасного джерела запалення (іскри).

Температура запалення – найменша температура, коли речовина виділяє горючі пари, гази із швидкістю, що після їхнього запалювання виникає стійке горіння полум'я.

Температура самозаймання – температура, коли починається самонагрівання суміші до запалення, яка спливає горінням.

Нижній і верхній межі запалення (вибуховість) - об'ємна частка пального на суміші (%), нижче, й вище за яку суміш стає нездатною до запалення.

Межа поширення вогню характеризується здатністю будівельних конструкцій до горіння, вимірюється в сантиметрах і становить розмір ушкодження конструкції у контрольній зоні протягом 15 хв.

У будівельному виробництві під час проектування заходів запобігання пожеж орієнтуються на неприпустимість появи джерела запалення, бо дуже багато будівельних матеріалів ставляться до групи тих, які згорають, і виключити їх із технологічних процесів неможливо.

Вогнестійкість будівельних конструкцій і матеріалів.

Пожежна безпека будівельної споруди значною мірою залежить від вогнестійкості його конструкцій, під якою розуміється здатність конструкцій зберігати огорожуючі функції за умов пожежі. Вогнестійкість характеризується межею вогнестійкості, тобто тривалістю впливу високих температур до втрати конструкціями своїх здібностей.

Сталеві конструкції дуже швидко нагріваються під впливом високих температур і через 15...20 хв. втрачають міцність і стійкість.

Нанесення штукатурки збільшує межу вогнестійкості до 2 год., при фарбування вогнезахисними фарбами межу вогнестійкості можна збільшити до 35...45 хв.

Залізобетонні конструкції – слабо армовані конструкції, мають вищу межу вогнестійкості, бо з причин нормативних захисних верств бетону, арматура швидко нагрівається. Межа вогнестійкості залізобетонних конструкцій коливається не більше 0,75...1,5 год.

Кам'яні конструкції більш вогнестійкі, ніж бетонні, руйнуються зазвичай за нормальної температури приблизно 1000 °С.

Дерев'яні чи пластмасові конструкції, зазвичай, є тими, які згорають. Для підвищення вогнестійкості деревину просочують вогнезахисними складами, а в пластмаси вводять добавки, які зменшують їх горючість. Проте, попри високу горючість, дерев'яні конструкції під час пожежі протягом певного часу зберігають, несучі і огорожувальні здібності.

У середовищі сучасних несучих і огорожуючих конструкцій поруч із вогнестійкими, застосовують оздоблювальні, тепло- і звукоізоляційні матеріали, тому щодо ступеня вогнестійкості будинків та споруд враховують як вогнестійкість конструкцій, а й межі поширення вогню.

Існує вісім ступенів вогнестійкості будинків та споруд. Характеристики будинків по ступеню вогнестійкості такі: будинки з несучими і захисними конструкціями, з природничих чи штучних кам'яних матеріалів, бетону чи залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

У покриттях будинків допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції; будинки з несучими і захисними конструкціями з природничих чи штучних кам'яних матеріалів, бетону чи залізобетону. Для перекриттів припускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою чи трудногорючими листовими, і навіть плитними матеріалами. До елементам покриттів не пред'являються вимогами з меж вогнестійкості і меж поширення вогню; елементи покриття з деревини піддаються вогнезахисної обробці; а - будинку переважно з каркасної конструктивної схемою; елементи каркаса складаються з сталевих незахищених конструкцій, огорожуючі конструкції - з сталевих профілюваних аркушів чи інших негорючих листових матеріалів з трудногорючим утеплителем; б - будинку переважно одноповерхові з каркасної конструктивної схемою.

Елементи каркаса складаються з суцільної крокви і клееної деревини, підданою вогнезахисної обробці, які забезпечують необхідну межу поширення вогню; огорожуючі конструкції - з панелей чи позлементної складання, виконані із застосуванням деревини або матеріалів її основи. Деревина та інші горючі матеріали піддані вогнезахисної обробці чи захищені від впливу вогню й високих температур, щоб выдерживалася необхідна межа поширення вогню; будинки з несучими і захисними конструкціями з цільною чи клееною деревини й

інших пальних чи трудногорючих матеріалів, захищених від впливу вогню й високих температур штукатуркою чи іншими листовими чи плитними матеріалами. До елементів покриттів не пред'являються вимогами з меж вогнестійкості створення і поширення вогню; - елементи покриття з деревини піддаються вогнезахисної обробці; - будинку переважно одноповерхові з каркасної конструктивної схемою; елементи каркаса складаються з сталевих незахищених конструкцій; огоражающие конструкції - з сталевих профилюваних аркушів чи інших негорючих матеріалів з пальним утеплителем; - будинку, до несучих і огороджуючих конструкцій яких не пред'являються вимоги з меж вогнестійкості й ризик поширення вогню.

Класифікація приміщень та будинків по пожаро- і вибухонебезпечності. Пожаро- і вибухонебезпечність будинків та споруд оцінюється з урахуванням пожежо- вибухонебезпечних властивостей і кількості що у них речовин і матеріалів. Категорії приміщень по пожаро- і вибухонебезпечності такі:

А - горючі гази, легкозаймісті рідини з температурою спалахи трохи більше 28 °С стільки ж, що може утворювати вибухонебезпечні парогазовоздушные суміші, при запаленні яких розвивається розрахункове надлишкове тиск вибуху приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії із жовтою водою, киснем повітря, або сам із іншим стільки ж, що розрахункове надлишкове тиск вибуху приміщенні перевищує 5 кПа;

Б - горючі пил чи волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху більш 28 °С, горючі рідини стільки ж, що може утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні чи пароповітряні суміші, при запаленні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа;

У - легкозаймісті, горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали, речовини і матеріали, здатні при взаємодії із жовтою водою, киснем повітря;

Р - негорючі речовини і матеріали в гарячому, розпеченому чи розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я; горючі гази, рідини і тверді речовини, які спалюються чи утилізуються як паливо;

Д - негорючі речовини і матеріали в холодному стані.

Категорії небезпеки виробництв визначаються за нормами технологічного проектування. Конструктивні рішення будинків перебувають у прямій залежності від ступеня пожежної небезпек.

Боротьба з пожежами. Протипожежні заходи. Вогонь може поширюватися по палим оздоблювальним поверхням усередині приміщення, по будівельним конструкціям та між будинками. Тому, за проектуванні передбачається: поділ будинків протипожежними стінами чи протипожежними перекриттями на пожежні відсіки; поділ будинків протипожежними перегородками на секції; пристрій протипожежних перешкод обмеження поширення вогню з конструкцій, по палим матеріалам (гребені, пояса та інших.); пристрій протипожежних дверей і воріт.

До конструктивного рішення протипожежних перепопн пред'являється низку вимог до: протипожежні стіни повинен мати висоту будинку, перетинати все конструкції і поверхи.

Протипожежні стіни повинні підніматися над дахом що найменше ніж 60 див, якщо хоча один із елементів горючого чи бесчердачного покриття (крім покрівлі) виконані з трудногораємих матеріалів. Протипожежні стіни можуть підніматися над дахом, коли всі елементи горючого чи бесчердачного покриття, крім покрівлі, виконані з негорючих матеріалів. Протипожежні стіни в будинках з зовнішніми стінами, виконаними із застосуванням горючих чи трудногорючих матеріалів, повинні перетинати ці стіни й виступати за зовнішню площину стіни.

При устрої зовнішніх стін з негорючих матеріалів з стрічковим заскленням протипожежні стіни слід поділити заскленням; допускається, щоб протипожежна стіна виступала за зовнішню площину стіни.

При поділі будинку банку на пожежні відсіки протипожежної мусить бути стіна вищого і більше широкого відсіку. Допускається у зовнішній частини протипожежної стіни розмішувати вікна, дверця і ворота з ненормуємої межею вогнестійкості з відривом над дахом примикання відсіку більш як вісім м за вертикаллю і 4 м від стін - за горизонталлю.

Протипожежні перекриття повинні примикати до зовнішніх стін, виконаних з негорючих матеріалів, без проміжків. У будинках з зовнішніми стінами, якими можливо поширення вогню, чи з заскленням, розмішеним у рівні перекриття, ці перекриття повинні перетинати ці стіни і засклення.

Площа пожежних відсіків з урахуванням категорії, які у них виробництв встановлюють розрахунками. Для розрахунку необхідно, щоб площа дозволяла забезпечувати гасіння пожежі передбаченими засобами пожежної захисту під час, яке перевищувало б на час до втрати основними конструкціями несучою здібності. Для поділу будинків на пожежні відсіки замість протипожежних стін допускається влаштовувати протипожежні зони як об'ємних вставок шириною що найменше 12 м з протипожежними стінами, які поділяють будівлю на всій ширині (довжині) і висоті.

Щоб виключити чи знизити небезпеку поширення пожежі на сусідні об'єкти, між будинками та спорудами передбачаються безпечні відстані, які називаються протипожежними розривами і нормуються ДБН. Їх розміри залежать від ступеня вогнестійкості будинків та категорій пожежної небезпеки приміщень.

Вода перестала бути дефіцитним і дорогим засобом пожежогасіння. Вона може сприймати від запалених речовин дуже багато тепла. Але через низьке змочення таких речовин, як деревина, тканини та інших, коефіцієнт її використання за пожежі дуже невеликий. Тож, для збільшення ефективності гасіння в воду додають змочуючі і спрямовують на палаючу поверхню розпорошеним струменем.

Для гасіння легкозаймистих і горючих речовин застосовуються вогнегасні піни, спеціальні порошки, азот, вуглекислий та інші гази, що досить успішно ізолюють палаючі речовини від зони горіння повітря атмосфери.

У великих будовах та підприємствах для попередження пожеж використовують стаціонарні автоматичні установки, сигнально-пускові пристрої, системи подачі, збереження і випуску вогнетушіння.

До автоматичних настанов відносяться:

- спринклерні і дренчерні для гасіння загорянь з допомогою спеціальних насадок - спринклерів і дренчерів;
- установки для гасіння пожеж з допомогою інертних газів - азоту, аргону, вуглекислого газу, вуглекислоти;
- установки для гасіння загорянь з допомогою водяної пари;
- автоматичні установки з порошковим вогнетушінням (ОПА-50, ОПА-100).

У пожежних частинах є автонасоси, автоцистерни, автомобілі пінного і порошкового гасіння та інших.

У разі пожежі технічний персонал зобов'язаний: повідомити в пожежну охорону; оголосити пожежну тривогу; з допомогою чергового електрика (у разі загоряння чи небезпеки загоряння електропроводів) знеструмити електричну мережу; евакуювати покупців, безліч посилити охорону об'єкта; вжити заходів для ліквідації пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пісок, вода та інших.).

Для евакуації при пожежі в будинках мають бути передбачені евакуаційні шляхи: з приміщень першого поверху назовні безпосередньо чи через коридор, вестибуль, сходову клітину; з приміщень іншого поверху в коридори, провідні виходом назовні безпосередньо чи через вестибуль; з приміщень у сусіднє приміщення ньому, забезпечене виходами назовні безпосередньо чи через коридор.

Кількість евакуаційних виходів приймається що найменше двох, ширина виходів залежить від категорії приміщень, ступеня вогнестійкості будинку, щільності людського потоку й чисельності людей.

Пристрій пожежної зв'язку й сигналізації. Для екстреного сполучення пожежну частина про пожежі чи можливостей його виникнення можна скористатися телефоном, короткохвильовою радіостанцією, електричної пожежної сигналізацією. У містах найбільш простий та доступною є телефонний зв'язок, оскільки у переважну більшість будівельних об'єктів або поруч із ними є телефонні лінії. У сільській місцевості для виклику пожежної охорони селищні телефонні лінії повинні видаватись негайно.

Короткохвильовими чи ультракороткохвильовими радіостанціями користується в оперативному порядку персонал пожежних частин для зв'язку друг з одним. Радіостанції встановлюються безпосередньо на пожежних автомобілях, завдяки чому пожежники мають постійну зв'язку з диспетчерським пунктом і один з одним.

Електрична пожежна сигналізація, можливо ручний чи автоматичної. Ручне зв'язок зараз майже застосовується, але автоматичні системи електричної пожежної сигналізації використовуються доволі. Вони складаються з автоматичних извещателів, ліній зв'язку, джерел харчування і прийомних апаратів. Автоматичні извещатели реагують на поява диму,

підвищення, виникнення полум'я і передають електричні сигнали на прийомні апарати.

Такі извещатели широко йдуть на подачі сигналів на автоматичне включення стаціонарних систем пожежогасіння на великих будівельних об'єктах й управління промислових підприємствах.

Способи гасіння. До них належать: гідранти, вогнегасники, покриття вогню, пісок, і інші підручні матеріали. Найбільш традиційним засобом гасіння пожеж є гідрант, який встановлюється всередині всіх громадських будівель, крім складів, де є матеріали, не змішувачі з жовтою водою, - бензин, солярка. Вони повинні перебувати у легкодоступних місцях і завжди виробити готовність для використання.

Принцип дії гідранта залежить від подачі великих обсягів води, настановленим гасіння пожеж, коли горять звичайні матеріали - дерево, солома, папір, тканини.

Воду не можна залучити до разі загорання електричної апаратури, що під напругою, горючих рідин - бензин, ацетон, спирти; для затоки речовин, які за реакції із жовтою водою виділяють токсичні чи горючі гази, - сода, калій, карбід кальцію.

Працюючи при пожежі також слід стежити, щоб вода не зіпсувала, які перебувають поруч не палаючі матеріали й устаткування.

Кількість вогнегасників має відповідати потенційним розмірам пожежі і зоні, які мають перебувати під медичним наглядом. Перевірка працездатності вогнегасників має здійснюватися не менше десь у півріччя. Вогнегасники бувають повітряно-пінні, пінно-хімічні, вуглекислотні, і навіть порошкові. Перед використанням пінного вогнегасника головне - не забути прочистити спрыск з допомогою спеціальної шпильки, яка прив'язана до ручці. Вона ж непросто так теліпається! Якщо отвір спрыска буде засорено, це можуть призвести до того що, що вогнегасник вибухне просто біля тебе у руках.

Варто також пам'ятати, що з допомогою пінних вогнегасників не можна заливати дроти, які перебувають під напругою, і навіть будь-які загоревшиися електроприлади.

Для гасіння бензину, гасу, лаків, фарб та інших горючих речовин передбачені порошкові вогнегасники, які містять бикарбонат соди. Цим порошком, як піском, засипається вогонь. Порошкові вогнегасники можуть також використовуватися для

гасіння електроприладів напругою близько тисячі вольт. Для гасіння електроприладів найбезпечніше використання вуглекислотних вогнегасників, які містять вуглекислий ангідрид (скраплений газ), що може сильно охолоджувати палаючу поверхню.

Слід лише пам'ятати, що при гасінні палючих електропроводки і електроприладів (переважно у квартирі загоряється телевізор) необхідно починати їх гасити, висмикнувши з розетки мережевий провід! Якщо вогонь заважає підійти до розетки, слід викрутити пробки або ж вимкнути електрику в усій квартирі з допомогою перемикача, розташованого на електричному щиті, біля лічильника.

Не слід також забувати про час роботи різних вогнегасників. Порошкові вогнегасники працюють 10-15 сек. Вуглекислі- 25-45 сек. Пінні - 60-80 сек.

У зв'язку з цим, приводити вогнегасники в дію необхідно за безпосередньої близькості до вогнища пожежі і треба максимально, без втрат використовувати їх ресурси. Пожежа у домі часто виникає в кухні, де може бути загасити, використовуючи саме накидку. Вона годиться також і для ліквідації загорянь автомобільних моторів, різноманітної електричної побутової техніки.

Для гасіння вогню також використовують пісок. Він доречний під час ліквідації невеликих пожеж. Якщо загорівся мотор автомашини, крім інших засобів пожежогасіння, можна використовувати пісок чи землю.

У разі пожежі у домі, в гаражі тощо, замість піску можна використовувати пральний порошок.

Є й інші способи. Навіть проста мітла, якщо вона обмотана сирого ганчіркою, може бути засобом гасіння. Попри свою простоту, його дія досить ефективна, тим більше довга ручка дозволяє уникнути опіків. Так само можна використовувати мокрі ганчірки, намотані на палицю. Оскільки швидкість реакції пов'язана з ефективністю гасіння пожежі, необхідно використати будь-який засіб, пожертвувавши, якщо знадобиться, пальто, піджак або інший одяг, щоб уникнути серйозніших втрат.

Окрім вищеперелічених протипожежних засобів є й інші, які можуть бути корисними. Це жердина з гаком, кілька лопат,

драбини, відра чи якісь інші легко транспортовані контейнери, бочки із водою, залізні загородження. Добре також мати засіб на шляху подання сигналів тривоги.

Якщо пожежа, що охопила будинок, торкається безпосередньо твоєї квартири, необхідно зробити такі дії щодо міри обережності: не намагатися бігти сходами, тим паче використовувати ліфт, котрий може зупинитися будь-якої миті через брак електроенергії; закрити вікна, заткнути всі зазори під дверима мокрими ганчірками; вимкнути електрику і перекрити газ; підготувати кімнату як "останній притулок", у цьому може виникнути необхідність; наповнити водою ванну та інші великі ємності; зняти фіранки, оскільки скло під впливом тепла може тріснути; відсунути від вікон всі речі, що потенційно можуть спалахнути; облити підлогу та двері водою, знизивши в такий спосіб їх температуру.

Коли на сходах раптом запахло гаром, одразу ж треба запідозрити пожежу. Не полінуйся пронюхати і з'ясувати, через які двері долинає цей тривожний запах.

Дзвони у цю квартиру, колоти через двері саме руками і ногами, не виключено, що господарі в момент вже активно борються з вогнем, або ж лежать непритомними. В усіх випадках твоїм сусідам необхідна допомога, ти можеш її надати. Викликай пожежних по "01" і швидку допомогу по "03". У сильно задимлене приміщення припустимо входити лише в крайньому випадку, коли йдеться про врятування людського життя. Неприпустимо кидатися у вогонь за якимись речами і матеріальними цінностями!

Висновок. Збиток, що наноситься пожежами, в значній мірі визначається руйнуванням будівель і споруд під дією вогню. У свою чергу руйнування в значній мірі залежать від конструктивних матеріалів, використаних при будівництві будинків. Горючість матеріалів характеризується показником вогнестійкості, тобто відношенням кількості теплоти, що виділяється зразком у процесі випробування, до кількості теплоти, що виділяється джерелом запалювання. За показником возгораємості матеріали поділяють на групи: - негорючі - до 0, 1; - важкогорючі - 0, 1 - 0, 5; - горючі > 0, 5. Виробничі будівлі цехів машинобудівних підприємств частіше виконують з негорючих матеріалів, що зберігають постійну масу при дії вогню: металу,

бетону, цегли, гіпсових і гіпсоволокнистих плит. Для невеликих виробництв можуть використовуватися будівлі з важкогорючих і горючих матеріалів. До вогнестійких матеріалів відносять матеріали, які горять тільки в присутності джерела вогню: деревина, просочена антипіренами, гіпсові і бетонні матеріали, що містять органічний заповнювач, та ін.

Основою кожної характеристики будівлі служить його вогнестійкість, тобто спроможність будівлі зберігати експлуатаційні властивості при впливі вогню. Вогнестійкість будівлі оцінюється межею вогнестійкості та межею поширення вогню. Межа вогнестійкості - це час в годинах від початку дії вогню на конструкцію до моменту появи ознак втрати вогнестійкості (втрата несучої здатності, поява в конструкції наскрізних тріщин і т. п.). Спалімі конструкції не мають меж вогнестійкості. Під межею поширення вогню розуміється розмір пошкоджень зони при випробуванні будівельної конструкції розміром 2 x 2 м у вогневій печі протягом 15 хв. Залежно від величини межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій і меж поширення вогню по цих конструкціях будівлі і споруди по вогнестійкості поділяються на п'ять ступенів. Для будинків I ступеня вогнестійкості необхідно, щоб межа вогнестійкості несучих стін, стін сходових клітин, колон був не менш 2,5 год, сходових майданчиків - не менше 1 год, зовнішніх стін з навісних панелей, перегородок і покриттів - не менше 0,5 год. Для будинків II ступеня вогнестійкості відповідно 2; 1 і 0,25 год, а для будинків V ступеня вогнестійкості величина мінімальної межі вогнестійкості всіх конструкцій не нормується.

3.4. Причини виникнення і види пожеж

Пожежа – некероване, несанкціоноване горіння речовин, матеріалів і газоповітряних сумішей поза спеціальним вогнищем, і приносять значний матеріальний збиток, ураження людей на об'єктах і рухомому складі, яке підрозділяється на зовнішні і внутрішні, відкриті і приховані;

- це горіння речовин, що характеризується істотними розмірами розповсюдження, високими температурами і тривалістю, що представляє небезпеку для людей.

Причинами виникнення пожеж найчастіше є:

- недотримання правил експлуатації виробничого обладнання;

- самозаймання речовин і матеріалів;
- розряди статичної електрики;
- грозові розряди;
- неякісне будівництво будівель і споруд;
- нехтування правилами техніки безпеки;
- підпали.

Залежно від місця виникнення розрізняють:

- пожежі на транспортних засобах;
- степові і польові пожежі;
- підземні пожежі в шахтах і рудниках;
- торф'яні та лісові пожежі;
- пожежі в будівлях і спорудах.

Останні, у свою чергу, поділяються на зовнішні (відкриті), при яких добре проглядаються полум'я і дим, і внутрішні (закриті), що характеризуються прихованими шляхами поширення полум'я. Нормативна ймовірність фатальних результатів на пожежі - 10^{-6} . Основною характеристикою руйнівної дії пожежі є температура, що розвивається при горінні. Для житлових будинків і громадських будівель температури усередині приміщення досягають 800-900 °С. Як правило, найбільш високі температури виникають при зовнішніх пожежах і в середньому становлять від 1000-1350 °С, а при горінні терміту, електрона, магнію максимальна температура досягає 2000-3000 °С. Простір навколо зони горіння, в якому температура в результаті теплообміну досягає значень, що викликають руйнівний вплив на навколишні предмети і небезпечних для людини, називають зоною теплового впливу. Прийнято вважати, що в зону теплового впливу, навколишню зону горіння, входить територія, на якій температура суміші повітря і газоподібних продуктів згорання не менше 60-80 °С.

При пожежах для людей становлять небезпеку наступні фактори:

- відкритий вогонь і іскри;
- підвищена температура навколишнього середовища і предметів;
- токсичні продукти горіння і термічного розкладання;
- дим;
- знижена концентрація кисню;

- осколки, частини разрушених апаратів, агрегатів, установок, конструкцій;
- електричний струм, що виник внаслідок винесення високої напруги на струмопровідні частини конструкцій, апаратів, агрегатів;
- небезпечні фактори вибуху, події внаслідок пожежі;
- вогнегасники засоби.

Підвищені інтенсивність теплового потоку і температура повітря можуть викликати опіки шкірного покриву, дихальних шляхів і опіковий шок (збудження або загальмованість аж до спутаного свідомості або його втрати). Токсичні продукти горіння, що виділяються при пожежах, містять від 50 до 100 хімічних сполук, які можуть надавати токсичну дію на людину. До найбільш токсичним і часто зустрічається відносяться оксид вуглецю CO і діоксид вуглецю CO₂. Небезпека CO полягає в тому, що він у 200-300 разів краще, ніж кисень, взаємодіє з гемоглобіном крові, утворюючи при цьому карбоксигемоглобін H_бCO. При цьому настає кисневе голодування.

Небезпека CO₂ полягає в тому, що він заміщає кисень в крові, прискорює дихання, що призводить до інгаляції великої кількості інших газів в небезпечних концентраціях. Знижена концентрація кислорода во вдихуваному повітрі при пожежах навіть при відсутності токсичних продуктів горіння може перешкоджати евакуації і привести до загибелі людей.

Причини виникнення пожеж в будівлях. На житловий сектор припадає від 70 до 80% від загального числа пожеж. Основна кількість пожеж у житло відбувається з вини людей, що знаходяться в стані обмеженої дієздатності (стан сп'яніння, психічні захворювання, вікова неміч і т. д.). У житлових будинках гине близько 90% від загальної кількості загиблих при пожежі по країні. Головні причини загибелі людей при пожежах - дія продуктів горіння (до 76% від загального числа загиблих) і висока температура (до 19% від загального числа загиблих). До числа об'єктивних причин відноситься висока ступінь зношеності житлового фонду, причому тут йдеться і про конструкціях будівель, і про їх інженерному забезпеченні; відсутність економічних можливостей підтримки протипожежного стану будівель, низька забезпеченість житлових будівель засобами виявлення та оповіщення про пожежу, а також сучасними первинними засобами пожежогасіння.

Наявність в квартирах і житлових будинках легкозаймистих предметів, синтетичних виробів і різноманітної побутової техніки, з одного боку, збільшує потенційну можливість виникнення пожеж, а з іншого боку, робить навіть саму незначну пожежу небезпечною для життя і здоров'я людей через виділення отруйних газів при горінні синтетичних матеріалів. Іншими джерелами пожежної небезпеки є: підвали, горища, санітарно-кухонні вузли. Найменш небезпечні в пожежному відношенні малоповерхові будівлі з негорючих матеріалів (цегли, залізобетону), найбільшу ж небезпеку становлять будівлі з дерев'яних конструкцій. Крім того, велику небезпеку представляє застосування горючих теплозвукоізоляційних матеріалів (тирси, листя, торфу і т. п.), особливо полімерних (пінополістиролу, пінополіуретану і ін.).

Більшість малоповерхових житлових будинків мають пічне опалення. За статистичними даними, приблизно кожна десята пожежа в житловому будинку і надвірних будівлях відбувається від несправності печей і димоходів, їх неправильного пристрою або експлуатації.

Багатоповерхові будинки, як правило, основний вид житла у великих населених пунктах. Особливістю, усугубляючої пожежну небезпеку житлових будівель, є наявність вбудованих в них приміщень іншого призначення: закладів торгівлі, зв'язку, комунально-побутового призначення, громадського харчування та ін. При виникненні пожежі у вбудованому приміщенні виникає загроза для життя людей, що живуть на верхніх поверхах.

У будинках заввишки більше п'яти поверхів є сміттепроводи і ліфти, які також можуть представляти небезпеку з точки зору можливого задимлення. Пожежі в багатоповерхових житлових будинках можуть розповсюджуватися по кабельних комунікацій, якщо прорізи в місцях проходження труб не закладені будівельним розчином або бетоном. Для будівель підвищеної поверховості характерні швидкий розвиток пожежі по вертикалі і велика складність рятувальних робіт. Продукти горіння рухаються в бік сходових кліток і шахт ліфтів. Швидкість їхнього поширення по вертикалі може перевищувати 10 і більше метрів в хвилину. Протягом декількох хвилин будівля повністю задимлюють, і перебувати у приміщеннях без засобів захисту органів дихання неможливо. Найбільш інтенсивно відбувається задимлення верхніх поверхів, особливо з підвітряного боку.

Від високої температури управління ліфтами виходить з ладу, і кабіни блокуються в шахтах. Швидко встановити місце знаходження ліфта при відключеному електроживленні не представляється можливим і люди, що знаходяться в ньому, гинуть. При пожежі на верхніх поверхах дуже складно виробляти розвідку пожежі, порятунок людей і подачу засобів гасіння.

Слід також додати, що фактором, що істотно підвищує пожежну небезпеку багатоповерхових будівель та будівель підвищеної поверховості, є висока ймовірність пізнього виявлення пожежі в разі відсутності або знаходження в несправному стані відповідних систем пожежної автоматики. Враховуючи збільшення обсягу будівництва житлових будівель наднормативної висоти і беручи до уваги актуальність питань їх протипожежного захисту, МНС Росії прийняв рішення про перевірку даних будівель із залученням фахівців інших відомств. Група громадських будівель включає досить широкий спектр будівель, що відрізняються за кількістю присутніх в них людей, за кількістю пожежної навантаження, а також за характером (режиму) функціонування. Крім того, в межах кожного з перерахованих ознак спостерігаються істотні відмінності, що вимагають диференційованого підходу до вирішення завдань щодо забезпечення пожежної безпеки. Так, при вирішенні питання забезпечення безпеки людей на випадок пожежі, необхідно враховувати психофізіологічні особливості присутнього в будівлі контингенту, ступінь його ознайомленості з планувальними особливостями будівлі, а також рівень готовності до сприйняття сигналу про пожежу та виконанню необхідних дій по евакуації з будівлі. З погляду забезпечення захисту знаходяться в будівлі матеріальних цінностей слід враховувати не тільки розміри очікуваного матеріального збитку, але і соціальну значимість можливих втрат від пожежі. Це стосується насамперед до будівель музеїв, архівів, бібліотек, а також до будівель, що є пам'ятками історії та архітектури. Для таких будинків слід враховувати також можливість збитку, що наноситься вогнегасними засобами в ході роботи оперативних підрозділів, а також при помилкових спрацьовування установок автоматичного пожежогасіння. У громадських будівлях відбувається близько 7% пожеж від загальної кількості пожеж у РФ. На пожежах в громадських будівлях гине в середньому від 6 до 7% всіх загиблих на

пожежах. Серед умов, що сприяють загибелі людей, на першому місці за раніше стоїть алкогольне (або наркотичне) сп'яніння. До чинників, сприяючих загибелі людей, слід віднести і такі явища, як збільшення насиченості приміщень громадських будинків матеріалами, що виділяють при горінні особливо небезпечні речовини (HCl, HCN і т.д.), а також збільшення кількості різних енергетичних джерел, використовуваних в побуті. З причин пожеж в громадських будівлях в середньому за останні роки основне місце займають пожежі від необережного поводження з вогнем - 36,5% від усіх пожеж в громадських будівлях. Через порушення правил експлуатації електрообладнання та побутових електроприладів виникло 32,4% всіх пожеж. Підпали складають 10,2% від усіх пожеж в громадських будівлях.

Таким чином, в житлових і громадських будівлях пожежа в основному виникає через:

- несправності електромережі та електроприладів;
- витоку газу;
- загоряння електроприладів, залишених під напругою без нагляду;
- необережного поводження і пустощі дітей з вогнем;
- використання несправних або саморобних опалювальних приладів;
- залишені відкритими дверей топків (печей, камінів);
- викиду палаючої золи поблизу будов;
- безпечності і недбалості у поводженні з вогнем;
- куріння.

Але значний матеріальний збиток завдають пожежі в житлових і громадських будівлях, особливо в будівлях підвищеної поверховості, по електротехнічним причин. За даними статистики, серед загальної кількості пожеж, що виникли по електротехнічних причин, частка пожеж у житлових і громадських будівлях перевищує 50%. Найбільше таких пожеж виникає в процесі експлуатації кабелів, проводів, електроустановочних виробів та електричних приладів. Згідно зі статистикою, найбільша кількість зареєстрованих у 2004 р пожеж (72,4%) і втрат від них (34,4%) припадало на житловий сектор. Поширення пожежі в житлових будинках найчастіше відбувається через надходження свіжого повітря, що дає додатковий приплив кисню, по вентиляційних каналах, через

вікна та двері. Ось чому не рекомендується розбивати шибки у вікнах палаючого приміщення і залишати відкритими двері. У житлових і громадських будівлях вогонь швидко поширюється по обладнанню та меблів, обробці і облицюванні, виконаним з горючих матеріалів, за горючих конструкцій, вентиляційних каналах та іншим сантехнічним комунікацій.

А причинами пожеж на громадських підприємствах найчастіше бувають:

- порушення, допущені при проектуванні та будівництві будівель і споруд;
- недотримання елементарних заходів пожежної безпеки виробничим персоналом та необережне поводження з вогнем;
- порушення правил пожежної безпеки технологічного характеру в процесі роботи промислового підприємства (наприклад, при проведенні зварювальних робіт);
- при експлуатації електрообладнання та електроустановок;
- використання у виробничому процесі несправного обладнання.

Поширенню пожежі на промислових підприємствах сприяють:

- скупчення значної кількості горючих речовин і матеріалів на виробничих і складських площах;
- наявність шляхів, що створюють можливість поширення полум'я та продуктів горіння на суміжні установки і сусідні приміщення;
- раптова поява в процесі пожежі чинників, що прискорюють його розвиток;
- запізніле виявлення виниклої пожежі і повідомлення про нього в пожежну частину;
- відсутність або несправність стаціонарних і первинних засобів гасіння пожежі;
- неправильні дії людей при гасінні пожежі.

3.5. Безпечна висота – будівництво хмарочосів

Висотне будівництво в Україні хоч і почало набирати обертів, поки що перебуває в зародковому стані. Особливо, коли проводити аналогію з такими країнам, як США, ОАЕ, Китай,

Росія. Тому практичний досвід і глибина напрацювань нормативів, статистика пожеж та причин виникнення їх перебувають у стадії становлення. Щоб навчатися не на своїх помилках, а на чужих, є прямий сенс звернути увагу на досвід, скажімо, Америки, де перші хмарочоси з'явилися ще в другій половині 19-го століття.

За даними NFPA (Американської асоціації проти-пожежного захисту), за період від 2005 до 2009 року у висотних будівлях (від семи поверхів і вище, за американською класифікацією) фіксували в середньому 15 тисяч пожеж на рік, які забрали життя 53 людей, завдали шкоди здоров'ю ще 546 і спричинили прямих збитків майже на 235 млн. доларів.

Законодавець у сфері протипожежного захисту — NFPA — вже кілька десятків років веде докладну статистику пожеж у висотних будівлях, аналізує причини займань і їхніх наслідків, оцінює ефективність тих чи тих рішень із протипожежного захисту. Така кількість пожеж свідчить як про численність висотних будівель у США, так і про добре налагоджену національну систему збирання й аналізу даних про пожежі: фіксують до 99% випадків. Результатом такої роботи спеціальних комітетів NFPA є постійна актуалізація національних стандартів пожежної безпеки та врахування чинників ризику.

Свій вклад у вивчення проблематики пожеж у висотних будівлях вносять і інші професійні організації, такі як Underwriters Laboratories (UL) і Factory Mutual (FM), які формулюють вимоги до пожежної безпеки будь-якого обладнання, застосовуваного у висотках. Європейські проти-пожежні норми також досить глибоко опрацьовані, але в основі їх однак лежить американський досвід, оскільки він найліпше систематизований і різноманітний.

Ясна річ, нам не варто просто безтямно копіювати зарубіжний досвід, але його уважне вивчення та адаптація до української специфіки можуть дати добрі наслідки за мінімальний час, адже висотки у нас є, нові будують повним ходом, і ми вже нині спостерігаємо перші тривожні сигнали недавнього спалаху в житловій 26-поверхівці в Києві на вулиці Вадима Гетьмана. Є також приклад наших найближчих сусідів: загоряння на даху споруджуваної вежі «Федерація» в Москва-Сіті або пожежа з людськими жертвами на Останкінській телевежі 27 серпня 2000 року.

Знання та досвід у галузі протипожежного захисту постійно оновлюються, і цей процес дає змогу проектувати й споруджувати висотні будівлі з усе раціональнішим та ефективнішим протипожежним захистом. А головними завданнями такого захисту є збереження життя людей, майна і забезпечення безперервної нормальної експлуатації.

Ризики виникнення та можливі наслідки пожежі у висотній споруді в процесі будівництва значно серйозніші, ніж після здачі її в експлуатацію. Існує ціла низка небезпечних чинників, таких як обмежений доступ до вогнища спалаху і до самої території будмайданчика, до верхніх поверхів будівлі, наявність великої кількості горючих матеріалів (дерев'яної опалубки, лако-фарбних матеріалів, балонів із пропаном або оксацетиленом, полімерних плівок), великих відкритих прорізів і протягів, які сприяють швидкому поширенню вогню. Навіть тимчасовий протипожежний водогін не завжди гарантує швидку локалізацію і гасіння займання. Почасти води в такому водопроводі дуже мало для виконання завдання, або в потрібний момент він не працює. У будь-якому разі подача води від рівня землі до верхніх поверхів висотки по «сухому» стояку вимагає потужних насосів і займе чимало дорогоцінного часу. Як свідчить світова практика (і це ще раз підтвердив інцидент на даху вежі «Федерація»), пожежі в споруджуваних висотках через сильні повітряні потоки поширюються надзвичайно швидко як по вертикалі, так і горизонталі. Найгіршим сценарієм за таких пожеж є пошкодження або руйнування структурних конструкцій будівлі, що може призвести до повного руйнування її.

Група компаній «Пожтехніка» виготовляє системи автоматичного газового пожежогасіння, які починають експлуатувати вже після завершення будівництва. Тому нам ближча тема пожежної безпеки саме наявних, а не споруджуваних висотних будівель. За даними звіту NFPA, здані в експлуатацію висотні будівлі загалом не такі пожежонебезпечні порівняно зі звичайними (невисотними). Це стосується не загальної кількості пожеж, а площі загоряння, швидкості локалізації й гасіння та загального збитку від пожежі — у висотках вони в середньому на 3-4% менші (у США). Пояснюється це тим, що вимоги до систем пасивного і активного протипожежного захисту висотних будівель загалом суворіші через низку особливостей експлуатації їх та пожежних ризиків.

До особливостей експлуатації слід передусім зарахувати потребу в разі пожежі у виведенні з будівлі великої кількості людей досить обмеженими шляхами евакуації.

Як, за даними звіту NFPA, розподілилися місця початку загорянь у висотних і звичайних будинках. Статистику ведуть за призначенням як будівель (перші три місця за кількістю займань посідають медичні установи, офісні й житлові споруди), так і приміщень усередині будинків. На першому місці за кількістю займань — кухні, від 27 до 40% випадків! При цьому в абсолютній більшості випадків пожежа не поширюється за межі приміщення, де вона виникла, бо спрацьовують автоматичні системи кухонного гасіння. У чинних українських нормах вимоги щодо наявності таких систем є (п. 7.1.5 ДБН В.2.5-56: 2010), але, на жаль, не завжди вони реалізовані на практиці, та й у житлових приміщеннях, ясна річ, ніхто таких систем не встановлюватиме. А це в перспективі значно збільшує пожежні ризики під час експлуатації висотних будівель.

Іншим цікавим фактом є й те, що у більшості випадків (60-75% залежно від призначення будівлі) загоряння починаються від першого до шостого поверху. Люди, які перебувають вище, потрапляють у зону особливого ризику, тому вкрай важливо, по-перше, виявити і ліквідувати пожежу на ранній стадії, як це відбувається, за статистикою NFPA, в переважній кількості випадків, а по-друге, якщо поширення вогню не вдалося уникнути, плани евакуації, системи димовидалення та підпору повітря, протипожежні перегородки й двері, системи голосового оповіщення повинні працювати злагоджено і чітко, щоб люди змогли вчасно залишити будівлю.

У сучасних висотках розташовують штаб-квартири великих корпорацій і офіси провідних банків — ІТ та адміністративну. Структура таких організацій припускає наявність великих серверних кімнат та архівів, тобто приміщень із підвищеним пожежним навантаженням, що вимагають установки систем автоматичного (газового) пожежогасіння.

Вкрай важливо, щоб експлуатація таких систем не створювала додаткових ризиків у разі штатного або навіть несанкціонованого спрацьовування. Газова вогнегасна речовина, безумовно, повинна бути безпечною для персоналу і обладнання, що захищається.

Починаючи обговорення проблем пожежної безпеки, ми виходимо на низку дуже актуальних і важливих питань, відповідати на які нам потрібно починати прямо сьогодні, а не постфактум, тобто після чергової пожежі. Це питання і пасивного вогнезахисту конструкцій будівель, і протипожежних заходів у процесі проектування висоток, і вкрай важливі питання профілактики пожеж, побудови протипожежних зон, проектування сучасних систем пожежної сигналізації та спринклерного гасіння й ще дуже багатьох інших важливих тем. А результатом такого обговорення в ідеалі має стати поява сучасного державного стандарту, де б детально було враховано всі згадані (і не згадані) проблеми й чітко сформульовано вимоги до всіх аспектів протипожежного захисту висотних будівель.

Настала ера розквіту хмарочосів.

Символом і кульмінацією нової епохи стало зведення за новою технологією башт-близнят WTC в 1973-му році. І буквально відразу загорілася нова 25-поверхова вежа в бразильському Сан-Паулу, забравши життя 250 чоловік. Сценарій трагедії був нескладний: невелике загоряння, вогонь з величезною швидкістю поширюється по вертикалі, перетворюючи будинок в пастку. Адже, за великим рахунком, недоліки хмарочосів є продовженням їхніх достоїнств.

Жити і працювати на висоті з комфортом можна лише, коли є інженерні комунікації і засоби транспортування до верхніх поверхів, а значить – технічні та ліфтові шахти. Тому конструктивно більшість висоток представляють собою трубу складного перетину – зовнішня оболонка і безліч наскрізних тунелів зверху донизу. Очевидно, що при загорянні створюється тяга, яка може досягати ураганної сили.

Трагедія в Бразилії викликала активні дискусії як серед фахівців з безпеки, так і серед проектувальників і девелоперів. У 1976-му році глава протипожежної служби Нью-Йорка Хеган навіть видав книгу, в якій назвав хмарочоси останнього покоління «самозаймисті». Він першим звернув увагу, що заміна залізобетону «голими» сталевими балками разом із здешевленням і новими архітектурними можливостями несуть суттєву небезпеку через зниження міцності конструкції при сильному нагріванні. На жаль, праця пожежного на архітектурну громадськість великого враження не справив.

Результат відомий: ясним вересневим днем 2001 р. «близнюки» впали, поховавши під руїнами архітектурну концепцію 70-х років. Адже поруч стоїть висотний будинок початку ХХ століття хоч і вигоріло дотла, залишилося стояти і було відновлено. Витримав півстоліття тому прямий удар літака і вже згадуваний «Емпайр Стейт Білдінг». Попереджений озброєний. Наслідком «Атаки 9/11» стало зникнення помилкового відчуття безпеки і технологічного могутності. Спішно почали розроблятися способи збереження людей і будівель навіть у дуже серйозних катастрофах – природних і техногенних.

Системний аналіз виявив вузькі місця вже побудованих хмарочосів. Це низька вогнестійкість будівельних конструкцій (особливо несучих металевих балок і ферм) та інженерного обладнання. Крім того, ситуацію посилювало наявність великих внутрішніх об'ємів без протипожежних перешкод, невелика кількість сходових кліток і вузькі евакуаційні сходи. Підвісні стелі, велика кількість горючих матеріалів, електрокабелів і т.п. також не сприяли безпеці.

Як вже говорилося, сама конструкція висоток провокувала швидке поширення вогню та диму по вертикалі і трудність евакуації та рятувальних робіт. Розпечені і отруйні продукти горіння заповнюють евакуаційні виходи, ліфтові шахти, сходові клітки. Швидкість цього процесу досягає декількох десятків метрів в хвилину. Особливо важко доводиться тим, хто залишився на верхніх поверхах, де розвідка пожежі, врятування людей і подача води можуть бути вельми утруднені. Крім того, можливі відмови ліфтів та систем протипожежного захисту.

Щоб вирішити всі ці проблеми, були розроблені досить чіткі наукові рекомендації, які лягли в основу нових будівельних нормативів, присвячених висотним будівлям. Необхідно зауважити, що кожна країна має власні стандарти, але загальні принципи єдині для всіх. Це:

- По-перше, використання в основних несучих конструкціях матеріалів підвищеної вогнестійкості. Конструктив має виключити прогресуюче обвалення при втраті міцності окремих несучих будівельних конструкцій (протягом часу евакуації та проведення рятувальних робіт), у тому числі при пожежах, викликаних надзвичайними ситуаціями та терористичними діями. Важлива також вогнестійкість і хімічна

безпеку оздоблювальних матеріалів. Необхідно створити і спеціалізовані об'ємно-планувальні рішення – зонування, пожежні відсіки та ін. Наприклад, по московським «висотним» нормами (МГСН 4.19-2005), надземна частина будинку повинна мати пожежні відсіки через кожні 50 м (16 поверхів).

- По-друге, при проектуванні слід передбачати безпечні шляхи евакуації, при ефективному димовидаленні. Необхідно мати і засоби індивідуального захисту і порятунку людей. Між іншим, на думку багатьох фахівців, навіть наявність побутових респіраторів в «близнюках» допомогло б зберегти життя десяткам людей. Та й рятувальне обладнання теж скоротило б втрати. До речі, в цій області Росія навряд чи не «попереду планети всієї»: у нас розроблені різні типи екстреної евакуації – від індивідуальних «БАРС» до колективних, типу ESCAPE.

- По-третє, і це, мабуть, найголовніше, необхідна ефективна система пожежогасіння. При цьому вона повинна бути надійною, автономною і досить потужною, щоб якщо не вбити вогонь у зародку, то хоча б стримати його до кінця евакуації людей. Для цього простих гідрантів вже недостатньо. Сьогодні протипожежні системи – це складні конгломерати насосного обладнання, трубопроводів, спринклерів і дренчерів, об'єднані суперсучасною автоматикою. І саме вони служать запорукою того, що трагедії, подібні вересневої, більше не повторяться.

Як це працює:

Як відомо, сьогодні більшість висоток будується за принципом «smart house» – «розумного будинку». Це означає повну автоматизацію будівлі, тобто все, що відбувається в ньому контролюється комп'ютерною системою.

Як правило, передбачаються один-два диспетчерських пульта (загальний і пожежний), які і забезпечують життєдіяльність хмарочоса. А вона дуже складна – інженерні мережі включають в себе величезну кількість обладнання, трубопроводів, електрики і т.д. Варто врахувати, що типових проектів таких споруд не буває – всі вони унікальні. Тому і розробка технічних рішень, в тому числі і для пожежогасіння, – справа поштучна і вимагає неабиякої кваліфікації інженерів і усвідомленого підбору всіх компонентів за критеріями надійності та можливостям вбудовуватися в загальну інженерну архітектуру.

Відповідно, високі і вимоги до всіх деталей цієї системи. Особлива увага приділяється надійності автоматики. Сьогодні спектр інженерного обладнання дуже широкий. Природно, що це веде за собою проблему – як змусити техніку різних марок взаємодіяти один з одним без збоїв. Для цього були розроблені спеціальні комп'ютерні протоколи уніфікації, такі як LON і ВАСnet. Слід врахувати, що вони вимагають розробки індивідуального програмного забезпечення для взаємодії техніки.

Існують і «обхідні шляхи»: наприклад, можна використовувати промислову шину (FieldBus) – готовий посередник для цифрових пристроїв, що вміє перетворювати різні протоколи. Сьогодні найбільш широко застосовується шина PROFIBUS (Siemens). Як правило, саме вона рекомендується виробниками складного обладнання для об'єднання його з системами «розумного будинку». Природно, що і в протипожежних заходах їй відводиться важлива роль – адже від точності взаємодії всіх елементів таких систем залежить безпека висотки та її мешканців.

3.6. Забезпечення пожежної безпеки висотних будівель

Висотні будинки (більше 75 м) стають особливістю сучасного силуету великих міст, надаючи масштабність і привабливість *архітектурного* вигляду. У чималому ступені їх поява обумовлена причинами економічного характеру, такими, як дефіцит вільних міських територій і висока вартість землі, які дають про себе знати і в Мінську.

Однак висотні будівлі, будучи технологічно складними будівельними спорудами, відносяться до об'єктів підвищеного ризику. Отже, ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, небезпечних для життя людей і цілісності самих будівель, зокрема пожеж, в них незрівнянно вищий. Статистика говорить, що трагедій, що відбуваються в хмарочосах, у світі не меншає, а наслідки їх виглядають катастрофічно і загрозливо. Наприклад, в результаті пожежі в 31-етажному будівлі в центрі СанПаулу (Бразилія) 10 січня 2005 р. близько 90 осіб отримали отруєння від продуктів горіння. У ліквідації вогню та евакуації людей було задіяно більше двадцяти пожежних аварійно-спасательних підрозділів.

Сильна пожежа, що виникла в ніч на 13 лютого 2005 р. у верхній частині 32-етажного офісної будівлі "Віндзор",

розташованого в діловому центрі Мадрида (Іспанія), продовжувався 21 год. І, незважаючи на всі зусилля, не припинився до тих пір, поки практично не вигоріло всю будівлю.

Більше доби вогонь непередбачувано господарював у 56-етажному хмарочосі Каракаса (Венесуела) 17 жовтня 2005 р., майже повністю знищивши 26 поверхів східної вежі висотного комплексу. Фахівці всерйоз побоювалися, що будівля може зруйнуватися.

30 травня 2006 в Астані відбулося загоряння покрівлі та верхніх поверхів адміністративного 38-поверхової будівлі, в якій розташовані міністерства транспорту і комунікацій, культури та інформації, спорту і туризму. Вогонь охопив 1200 м² зовнішній конструкції і близько 600 м² внутрішніх площ. На щастя, все перебувало в будівлі, були оперативно евакуйовані.

Як правило, економічний збиток від надзвичайних ситуацій в хмарочосах обчислюється астрономічними цифрами. Загибель людей і умови розвитку пожеж викликані найчастіше відсутністю продуманих інженерних рішень, наявністю ряду помилок в проектуванні висотних будівель, що підвищують їх пожежну небезпеку, а також недостатнім контролем за експлуатацією.



Безумовно, головним завданням, що передус ухваленню рішення про зведення висотних будівель в Мінську, поряд з гостро стоять питаннями забезпечення їх безпеки повинна стати нелегка, відповідальна і копітка робота по вдосконаленню нормативної бази такого будівництва.

Ми тільки приступасмо до подібних досліджень, власний досвід у проектуванні висотних будівель недостатній. Існуюча зарубіжна нормативна база не може бути повністю адаптована до місцевих умов без урахування їх особливостей.

У 2006 р. НДІ ПБ та НС МНС Республіки Білорусь взяв участь в дослідженнях об'ємно планувальних, конструктивних та технічних рішень, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки проєктованого ТОВ "Енергія ГМБХ" висотного 120 метрового житлового будинку з вбудованим гаражем та об'єктами соціально торгового призначення в районі вул. Сторожевського і пер. Комунального у Мінську.

Оскільки вимоги чинних будівельних норм поширюються на проєктування житлових будинків висотою не більше 75 м, виникла задача розробити рішення, що відбивають специфіку протипожежного захисту даного висотного житлового комплексу. В ході робіт було вивчено досвід проєктування аналогічних об'єктів в ближньому і далекому зарубіжжі.

Фахівці інституту, враховуючи можливість швидкого розвитку пожежі по вертикалі, складність в забезпеченні евакуації, проведення рятувальних робіт та дій по ліквідації можливої пожежі на проєктованому об'єкті, передбачили додаткові заходи на всіх стадіях проєктування: при розробці генерального плану; виборі конструктивних рішень; об'ємно-планувальних рішень в частині забезпечення безпечної евакуації людей; проєктуванні систем пожежної автоматики, зовнішнього та внутрішнього пожежогасіння, протидимного захисту та електропостачання.

Був запропонований досить широкий спектр обов'язкових для виконання захисних рекомендацій. Зокрема:

- для того щоб пожежна аварійно спасательная техніка могла безперешкодно проїхати до проєктованого комплексу, необхідні кругові проїзди шириною не менше 6 м з твердим покриттям на відстані 8-10 м від зовнішніх стін;

- конструкція дорожнього полотна пожежного проїзду, покриття стилобатній частині, за якими передбачається проїзд пожежної аварійно спасательной техніки, повинна бути запроєктована на розрахункове навантаження від автодрабини, колінчатого підйомника вагою не менше 46 т (16 т на вісь) з урахуванням вимог СНБ 5.08.01-2000;

- на прилеглий до житлового комплексу території слід передбачити площадку для посадки пожежного вертольота або висадки людей з рятувальної кабіни;

- клас пожежної небезпеки будівельних конструкцій висотної частини комплексу прийняти КО по СНБ 2.02.01;

- межі вогнестійкості конструктивних елементів висотної частини комплексу передбачити згідно з вимогами СНБ 2.02.01 до будівель 1-й ступеня вогнестійкості, за винятком: протипожежних перекриттів технічного поверху - REI 90, протипожежних перегородок - EI 60, зовнішніх несучих стін - EI 60, покриття експлуатованого - REI120, стін сходових кліток - REI 180;

- для теплоізоляції зовнішніх стін слід застосовувати негорючі матеріали;

- прорізи в протипожежних перекриттях повинні захищатися клапанами 1-го типу;

- дверні прорізи в огорожувальних конструкціях пожежо-небезпечних та технічних приміщень, комунікаційних шахт і ніш слід захистити протипожежними дверима 2-го типу; двері квартир - протипожежними 1-го типу; двері у внутрішніх стінах сходових кліток висотної (житловий) частини будівлі - протипожежними 1-го типу;

- для обробки стель, стін і облаштування підлог на шляхах евакуації та в технічних поверхах обов'язково застосування негорючих матеріалів;



- над прорізами виїздів з автостоянок повинні бути козирки з негорючих матеріалів завширшки не менше 1 м, відстань від козирка до низу віконних прорізів - не менш 4 м;

- на технічних поверхах тепло і звукоізоляцію приміщень, інженерного обладнання, покрівлю висотної частини комплексу проектувати з негорючих матеріалів;

- площа пожежного відсіку автостоянки в підземних поверхах не повинна перевищувати 3000 м², а площа пожежного відсіку, що включає громадські приміщення в стилобатній частині та на першому поверсі 5000 м²;

- висотна частина комплексу повинна бути розділена по висоті на пожежні відсіки, які не перевищують 50 м, що включають в себе не більше 16 поверхів. Кожен пожежний відсік в житлової частини будинку відокремлюється від іншого пожежного відсіку технічним поверхом з протипожежними перекриттями і має самостійні інженерні комунікації протипожежний та господарсько водопроводи, системи протидимного захисту та вентиляції, сміттєпровід, електропостачання, пожежну автоматику;

- на технічному поверсі необхідно передбачити зону колективної безпеки з приміщеннями для зберігання протипожежного обладнання, засобів рятування та індивідуального захисту, виділену протипожежними перегородками і забезпечену підпором повітря при пожежі;

- стоянки автомобілів, громадські приміщення на першому поверсі повинні мати самостійні евакуаційні виходи;

- евакуацію з житлових поверхів слід передбачити по незадимлюваних сходових клітках, забезпеченим в рівні першого поверху виходами безпосередньо назовні. При цьому ширина евакуаційного виходу повинна бути такою, щоб з урахуванням геометрії евакуаційного шляху через проріз або двері можна було безперешкодно пронести носилки з лежачим на них людиною;

- ширину маршів і площадок у сходових клітках передбачити не менше 1,2 м із зазором між маршами не менше 100 мм; ширину зовнішніх дверей сходових кліток - не менше ширини маршу;

- всі евакуаційні сходові клітки забезпечити природним освітленням через вікна в зовнішніх стінах з урахуванням вимог СНБ 2.04.05;

- на покритті висотної частини комплексу запроектувати майданчик з освітленням розміром 5х5 м та огорожею висотою 1,2 м для рятувальної кабіни пожежного вертольота. До неї повинен бути забезпечений доступ з усіх незадимлюваних сходових кліток через виходи на покриття висотної частини комплексу по сходових маршах. Виходи на покриття слід захищати протипожежними дверима 2-го типу;

- всі приміщення комплексу необхідно обладнувати системою оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей відповідно до вимог СНБ 2.02.02-01;

- на шляхах евакуації на автостоянках і з громадських приміщень стилобатній частині запроектувати світлові покажчики напрямку руху на висоті 2 і 0,5 м від рівня підлоги в межах прямої видимості з будь-якої точки шляхи евакуації;

- над вхідними дверима квартир зовні - встановлення спринклерних зрошувачів, підключених до стояків внутрішнього протипожежного водопроводу через реле потоку; в приміщеннях квартир (прихожих, житлових кімнатах, кухнях) і поверхових коридорах, включаючи ліфтові холи, установку димових пожежних сповіщувачів;

- сигнал про спрацювання установок пожежної автоматики слід передбачити на пульт диспетчеризації Міністерства з надзвичайних ситуацій Республіки Білорусь;

- автостоянки та громадські приміщення стилобатній частині обладнувати автоматичними установками пожежогасіння;

- забезпечити під'їзд пожежних аварійно спасательних машин до пожежних гідрантів, встановлених на міській водопровідній мережі. Кількість пожежних гідрантів прийняти з розрахунку подачі на гасіння пожежі не менше 100 л / с з видаленням їх від стін висотної частини комплексу не більше 150 м з урахуванням вимог СНБ 4.01.02-03;

- передбачити можливість забору води з річки Свіслоч автонасосами з пірсу за допомогою спеціальних пристроїв;

- житлові поверхи обладнати внутрішнім протипожежним водопроводом із розрахунковою витратою води не менше 2 струменів по 5 л/с в кожен точку квартири;

- для створення необхідного напору у внутрішньому протипожежному водопроводі слід запроектувати у межах верхнього технічного поверху пневмоблоки ємністю 10 м³;

- пуск насосов повисітелей внутрішнього протипожежного водопроводу повинен бути автоматичним, дистанційним (від кнопок, встановлених у шафах пожежних кранів) і вручну;

- на балконах (лоджіях) при незадимлюваних сходових клітках Н1 передбачити сухотруби діаметром 80 мм зі спареними пожежними кранами на кожному поверсі, обладнані в рівні 1-го поверху полугайками для підключення автонасосів;

- від кожної зони протипожежного водопроводу (включаючи і систему автоматичного пожежогасіння) повинні бути виведені на зовнішні стіни будівель патрубки зі з'єднувальними головками діаметром 80 мм з установкою в будівлі зворотного клапана і засувки, керованої зовні. Місця розміщення патрубків повинні бути позначені світловими покажчиками і піктограмами згідно СТБ 1392-03;

- передбачити системи димовидалення з поверхових коридорів з урахуванням поділу висотної частини житлового комплексу на пожежні відсіки та системи підпору повітря в сходові клітки типу Н2, а також в підвалі, в тамбуршлюзах перед пожежними ліфтами;

- пуск системи протидимного захисту повинен здійснюватися автоматично по сигналу від пожежних сповіщувачів; дистанційно від кнопок, встановлених у шафах пожежних кранів;

- забезпечити самостійними системами протидимного захисту відповідно до вимог СНБ 4.02.01-03 стоянки автомобілів, громадські приміщення у стилістичній частині і кожний пожежний відсік житлової частини комплексу;

- решітки на вентиляційних каналах в кухнях і санвузлах квартир запроектувати з негорючих матеріалів з можливістю їхнього перекриття мешканцями квартир при пожежі вручну;

- електропостачання систем протипожежного захисту забезпечити від окремої трансформаторної підстанції або розташованої в першому або цокольному поверсі стилістичній частині комплексу. З урахуванням висотності проєктованого комплексу передбачити третє резервне джерело електропостачання від дизельної електростанції. Склад палива дизельної електростанції повинен бути запроектований у прибудові стилістичній частині або окремому будинку;

- електропостачання систем протипожежного захисту (включаючи пожежні ліфти) запроектувати по 1-й категорії надійності від самостійних електрощитів (окремих панелей), що мають відмітну забарвлення, по двом самостійним трасах (напрямах);

- кабельні електромережі в межах пожежного відсіку слід прокладати в металевих трубах або коробах, за межами пожежного відсіку - в каналах і шахтах. Протипожежні двері

електротехнічних шахт і ніш запроєктувати з межею вогнестійкості EI 60;

- прокладаються в електротехнічних шахтах кабелі повинні мати клас пожежної небезпеки не нижче ПЗ.6 за вимогами НПБ 9-2000 або зазначені шахти слід обладнати автоматичними установками пожежогасіння;

- у місцях перетинання протипожежних перешкод одиночними кабелями передбачити вогнезахисну обмазку кабелів або встановити керамічні обтискні прокладки;

- світлові покажчики евакуаційних виходів слід живити від автономного джерела електроживлення;

- ліфти повинні бути запроєктовані з двома режимами управління: "пожежна небезпека" і "перевезення пожежних підрозділів"; конструктивні і технологічні рішення, а також системи управління, сигналізації, зв'язку та енергопостачання ліфтів повинні відповідати вимогам НПБ 14-2004.

Проблеми пожежобезпеки багатофункціональних висотних будинків і комплексів були центральною темою, відбувся 16 листопада 2006 на Координаційній раді з научно технічного забезпечення пожежної безпеки. За результатами ради НДІ ПБ та НС МНС рекомендовано розгорнути дослідження можливих сценаріїв пожежі з метою моделювання їх розвитку; рівня безпеки людей; динаміки розвитку небезпечних факторів пожежі, а також тимчасових інтервалів рятувальних робіт; поширення вражаючих факторів, включаючи зони теплового впливу і обвалення; необхідного резерву засобів ліквідації можливих надзвичайних ситуацій на об'єкті. Очікують вивчення питання застосування механізованих засобів порятунку людей з висот, індивідуальних засобів захисту від небезпечних факторів пожежі в процесі евакуації і багато іншого. Результати досліджень планується покласти в основу розробки національного технічного нормативного правового акта, вимоги якого будуть спрямовані на забезпечення безпеки людей при експлуатації багатофункціональних висотних будинків.

Слід зазначити, що роботи з реалізації рішення ради активно ведуться. І вже на початкових етапах формуються конкретні висновки. Зокрема, практичні дослідження підтверджують, що при проектуванні висотних будівель чільну роль грає оцінка ризику або аналіз можливих загроз безпеки.

Особливої уваги вимагають сегментація будівлі на окремі пожежні відсіки та забезпечення відповідних меж вогнестійкості несучих будівельних конструкцій, влаштування протипожежних перешкод, що розділяють один відсік від іншого і ефективно протистоять поширенню пожежі по будівлі в цілому, жорсткість рішень по відношенню до дверних і віконних отворів, інженерним системам, фасаду висотного будинку. Планована робота дозволить громадянам Республіки Білорусь бути впевненими у своїй безпеці.

3.7. Поверховість і ступінь вогнестійкості

Поверховість і протяжність будівель визначаються проектом забудови. При визначенні поверховості і протяжності житлових будівель в сейсмічних районах, слід виконувати вимоги чинних державних норм. Квартирні будинки для людей похилого віку слід проектувати не вище дев'яти поверхів, для сімей з інвалідами - не вище п'яти. В інших типах житлових будинків квартири для сімей з інвалідами слід розміщувати на перших поверхах.

Протипожежний захист будівель слід забезпечувати відповідно до вимог ДБН, за винятком випадків, спеціально обумовлених в даних нормах.

Класифікацію житлових будинків по функціональній пожежній небезпеці слід приймати за ДБН: Ф 1.2 - гуртожитки; Ф 1.3 - багатоквартирні будинки, в тому числі для сімей з інвалідами.

Площа поверху пожежного відсіку між протипожежними стінами в будівлях класу Ф 1.3 в залежності від ступеня вогнестійкості класу конструктивної пожежної небезпеки і висоти будівель повинна бути не більше зазначеної в таблиці 3.1.

Наскрізні проїзди в будинках слід приймати завширшки у просвіті не менше 3,5 м, висотою не менше 4,25 м. Наскрізні проходи через сходові клітки будинків повинні бути розташовані на відстані один від одного не більше 100 м.

Висота будівлі визначається висотою розташування верхнього поверху (включаючи мансардний), беручи до уваги верхній технічний поверх, а висота розташування поверху визначається різницею позначок поверхні проїзду для пожежних машин і нижньої межі відкриття отвору (вікна) в зовнішній стіні.

Таблиця 3.1

Ступінь вогнестійкості будинку. Клас конструктивної пожежної безпеки будинку. Найбільша допустима висота будівлі, м. Найбільша допустима площа поверху пожежного відсіку, м²

Довжина магістральної лінії, м	Номер схеми								
	2		3		4		5		
	При діаметрі рукава, мм								
	66	77	66	77	66	77	66	77	77
40	42	41	47	43	44	42	54	47	
	119	114	119	114	128	117	128	117	
80	44	42	54	46	48	44	68	54	
	119	114	119	114	128	117	128	117	
120	46	43	61	49	52	46	82	61	
	119	114	119	114	128	117	128	117	
160	48	44	68	52	56	48	96	68	
	119	114	119	114	128	117	128	117	
200	50	45	75	55	60	50	110	75	
	119	114	119	114	128	117	128	117	
240	52	46	81	58	64	52	124	82	
	119	114	119	114	128	117	128	117	
280	54	47	89	61	68	54	138	89	
	119	114	119	114	128	117	128	117	

У будівлях I, II і III ступенів вогнестійкості для забезпечення необхідної межі вогнестійкості несучих елементів будівлі допускається застосовувати тільки конструктивний вогнезахист.

У будівлях I, II і III ступенів вогнестійкості міжсекційні стіни і перегородки, а також перегородки, що відокремлюють загальні коридори від інших приміщень, повинні мати межу вогнестійкості не менше EI 45, в будівлях IV ступеня вогнестійкості - не менше EI 15.

У будівлях I, II і III ступенів вогнестійкості міжквартирні ненесучі стіни і перегородки повинні мати межу вогнестійкості не менше EI 30 і клас пожежної безпеки K0, в будівлях IV ступеня вогнестійкості - межа вогнестійкості не менше EI 15 і клас пожежної безпеки - не нижче K1.

Клас пожежної безпеки міжкімнатних (в тому числі шафових, збірно-розбірних, з дверними отворами і розсувних) перегородок не нормується.

Несучі елементи двоповерхових будівель IV ступеня вогнестійкості повинні мати межу вогнестійкості не менше R 30.

У будівлях гуртожитків (клас Ф 1.2 по ДБН) площа поверху між протипожежними стінами і найбільшу висоту будівель в залежності від ступеня вогнестійкості і класу конструктивної пожежної небезпеки слід приймати: для гуртожитків, що розміщуються в житлових будинках секційного типу - по таблиці 3.1.

Допускається розділяти пожежні відсіки будівель гуртожитків IV і V ступеня вогнестійкості суцільною протипожежною стіною 2-го типу при блокуванні не більше двох пожежних відсіків.

Допускається будівлі I, II і III ступенів вогнестійкості надбудовувати одним мансардним поверхом з несучими елементами, що мають межу вогнестійкості не менше R45 і клас пожежної небезпеки K0, незалежно від висоти будинків, встановленої в таблиці 3.1, але розташованим не вище 75 м. Ограждаючі конструкції цих мансард повинні відповідати вимогам, що пред'являються до конструкцій надбудови будівлі. При застосуванні дерев'яних конструкцій слід передбачати конструктивний вогнезахист, який забезпечує зазначені вимоги.

Ступінь вогнестійкості будинку з неопалювальними прибудовами слід приймати за ступенем вогнестійкості опалювальної частини будівлі. Межа вогнестійкості та клас пожежної небезпеки для конструкцій галерей у галерейних будинках повинні відповідати значенням, прийнятим для перекриттів.

3.8. Проблеми евакуації людей з висотних будівель при пожежах

Будівництво висотних будівель у великих містах світу розвивається з кожним роком. Це обумовлено високою вартістю земельних ділянок, обмеженістю міських територій, інтенсивним демографічним зростанням населення і іншими причинами. У Росії будівництво висотних будівель з кожним роком охоплює все більше міст, заплановано і ведеться будівництво більше 30 висотних будівель, серед яких найбільш відомими 53 проекти "Росія" - 80 поверхів (Москва), "Федерація" - 81 поверх (Москва), "Лахта-центр" - 86 поверхів (Санкт-Петербург) і ін. Московський

міжнародний діловий центр "Москва-Сіті" об'єднує 15 висотних будівель.

Про проекти зведення висотних будівель заявили Єкатеринбург, Новосибірськ, Краснодар, Іркутськ, Ханті-Мансійськ і Кемерово. У Росії висотним прийнято вважати будинок висотою більше 75 м (близько 25 поверхів), хоча в інших країнах висотним вважається будівля висотою 35-100 м, а будинок висотою понад 100 м - хмарочосом.

Висотна будівля, споруда – це сукупність складних систем, таких як системи будівельних конструкцій, інженерні системи життєзабезпечення, енергопостачання, забезпечення безпеки (в тому числі пожежної) і ін.

Система пожежної безпеки, як правило, розробляється на стадії проектування будівлі і включає в себе: автоматичні установки пожежної сигналізації, пожежогасіння, димовидалення, оповіщення людей про пожежу, припливно-витяжної вентиляції і кондиціонування повітря, управління ліфтами під час пожежі, безперебійного живлення систем життєзабезпечення об'єкта при аварійному відключенні електроенергії. На кожен висотну будівлю повинні бути розроблені і погоджені спеціальні технічні умови, що відображають специфіку забезпечення її пожежної безпеки і містять комплекс необхідних інженерно-технічних і організаційних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

Висотна будівля являє собою багатофункціональний комплекс, який включає приміщення різного призначення: офіси різних компаній і установ, житлові приміщення, дитячі установи, готелі, об'єкти торгівлі, розважальні та спортивні об'єкти, автостоянки. Кількість людей, які одночасно перебувають у висотній будівлі, вимірюється тисячами.

Пожежна обстановка в висотних будівлях характеризується значним часом евакуації людей із зони пожежі, великим часом розгортання пожежних підрозділів, швидким поширенням полум'я по вертикалі.

Необхідний час евакуації – це час з моменту виникнення пожежі, протягом якого люди повинні евакуюватися у безпечну зону без заповдіння шкоди їх життю і здоров'ю у результаті впливу небезпечних факторів пожежі.

Основними небезпечними факторами пожежі, що приводять до загибелі людей, є:

- відкритий вогонь;
- підвищена температура повітря;
- токсичні продукти горіння;
- зниження концентрації кисню;
- обвалення пошкоджених конструкцій будівель;
- вибухи.

Більшість людей стають заручниками диму, який завадив знайти вихід, а потім гинуть від отруєння продуктами горіння, термічного розкладання або задихаються через нестачу кисню до прибуття перших пожежних підрозділів. За статистикою, кількість постраждалих від нестачі кисню і продуктів горіння перевищує 73% загальної кількості постраждалих від пожеж. У 2009, 2010 роках, як мінімум, 20 випадків загибелі людей безпосередньо пов'язані з відсутністю у евакууюються індивідуальних засобів захисту органів дихання.

При обробці внутрішніх приміщень сучасних будівель, в тому числі багатофункціональних висотних, застосовуються матеріали, при горінні яких виділяються небезпечні токсичні речовини. Потрапляючи в організм людини навіть в малих дозах, вони здатні привести до летального результату. У продуктах горіння і термічного розкладання, виділяються під час пожежі, містяться до 100 видів хімічних сполук, більшість з яких токсичні.

Найбільшу небезпеку становлять токсичні гази: окис вуглецю, ціаністий водень, хлористий водень і ін.

Трагічні наслідки пожеж обумовлені низькою підготовкою населення до дій при виникненні пожеж, відсутністю індивідуальних і колективних засобів захисту і порятунку, недосконалістю систем комплексної захисту будівель і споруд, складністю планування всередині будівель, блокуванням шляхів евакуації вогнем і димом.

Існують категорії людей, які найчастіше стають жертвами диму і містяться в ньому продуктів горіння і термічного розкладання:

- діти грудного та дошкільного віку (від 1,5 до 7 років);
- діти молодшого шкільного віку (7-12 років), які через недосвідченість і почуття страху часто не здатні прийняти вірне рішення для самостійного порятунку;

- літні люди, яким в силу похилого віку проблематично самостійно евакуюватися з небезпечної зони;

- люди з обмеженими фізичними і (або) розумовими здібностями;

- люди, що знаходяться на стаціонарному лікуванні в спеціалізованих установах і тимчасово втратили здатність самостійно пересуватися.

У 2009 році було зафіксовано 874 випадки травмування цих категорій людей на пожежі, в 2010 році - 882 випадки. Дані цифри наочно показують, що ці люди, перш за все, потребують захисту.

Виникає питання: як захистити людей, що евакуюються або очікують порятунку, під час пожежі у висотних будівлях? Люди, захоплені пожежею, намагаються захистити органи дихання і зору від продуктів пожежі. Для цих цілей застосовуються підручні засоби (наприклад - мокра тканина), які частково фільтрують вдихаємо повітря, дозволяючи людям врятуватися самим або врятувати потерпілого із задимлених приміщень.

Сьогодні наука і виробництво пропонують людям, що потрапили в зону пожежі, сучасні засоби індивідуального захисту органів дихання та зору (ЗІЗОД), що відповідають всім вимогам безпеки. Ці ЗІЗОД отримали назву - "саморятівники".

Саморятівник – засіб індивідуального захисту органів дихання та зору людини від токсичних продуктів пожежі протягом заявленого часу захисної дії при евакуації з виробничих, адміністративних та житлових будівель, приміщень.

Існують два класи саморятівників, що відрізняються за принципом дії: ізолюючі і фільтруючі.

Ізолюючі саморятівники діляться на:

- ізолюючі зі стисненим повітрям ЗІЗОД, в якому весь запас повітря зберігається в балоні в стислому стані;

- ізолюючі з хімічно зв'язаним киснем ЗІЗОД, вражаючі дії яких засновані на регенерації газової дихальної суміші в контурі саморятувальника за рахунок поглинання хімічною речовиною діоксиду вуглецю і вологи і додавання в газову дихальну суміш кисню. Призначений для дихання кисень міститься в хімічно зв'язаному стані.

Залежно від способу подачі повітря ізолюючі саморятівники діляться на два види:

- з постійною подачею повітря: саморятівник зі стисненим повітрям, який працює за вентиляваного схемою дихання, при якій вдих робиться з-під капюшона, а видих - в капюшон;

- з легенево-автоматичною подачею повітря: саморятівник зі стисненим повітрям, який працює по відкритій схемі дихання, при якій вдих здійснюється з балона, а видих в атмосферу.

Ізольовані саморятівники поділяються на:

- саморятівники, призначені для застосування людьми, які самостійно евакуювалися з будівель і приміщень під час пожежі (саморятівники загального застосування);

- саморятівники, призначені для застосування персоналом, відповідальним за евакуацію людей з будівель і приміщень під час пожежі (саморятівники спеціального призначення).

Номінальний час захисної дії саморятувальника загального призначення повинно бути не менше 15 хв., спеціального призначення не менше 25 хв.

Саморятівник фільтруючий – засіб індивідуального захисту органів дихання та зору людини, в якому вдихається людиною повітря очищається в комбінованому фільтрі саморятувальника, а повітря, що видихається видаляється в навколишнє середовище.

Фільтруючі саморятівники підрозділяються на універсальні і спеціальні.

Залежно від захисних властивостей саморятівники поділяються на класи:

- саморятівники низької ефективності;

- саморятівники середньої ефективності;

- саморятівники високої ефективності.

Час захисної дії фільтруючого саморятувальника має бути не менше 15 хвилин. Одним з основних умов застосування фільтруючого саморятувальника є вміст кисню в навколишньому середовищі не менше 17% (об.).

Ізольовані саморятівники можуть застосовуватися незалежно від вмісту кисню і концентрації токсичних продуктів горіння в навколишнє середовище. Беручи до уваги, що основними користувачами саморятівників стануть люди, не підготовлені фізично і морально до пожежі, найбільш переважними для дослідження і оптимальними для масового

використання є фільтруючі універсальні саморятівники високу ефективність для дорослих і дітей.

Хмарочоси повинні бути оснащені засобами індивідуального захисту органів дихання та зору, причому обґрунтованість і порядок оснащення необхідно підтверджувати розрахунком. Застосування саморятівників могло б істотно збільшити час перебування людей під впливом небезпечних факторів пожежі і максимально наблизити час евакуації до необхідного для порятунку. Крім того, саморятівники дають можливість вибору найбільш незахищеним категоріям людей (дітям, людям похилого віку та інвалідам) евакуюватися самостійно або чекати допомоги пожежних і рятувальних підрозділів.

Висновок. Існуюча статистика загиблих і постраждалих людей під час пожеж у висотних будівлях обумовлює необхідність розробки нових методичних підходів у забезпеченні безпечної евакуації різних категорій людей.

Крім цього, необхідна розробка нових стандартів для дитячих саморятівників, що відображають технічні, фізіолого-гігієнічні, психологічні та поведінково-етичні особливості дітей молодше 12 років, які застосовують саморятівники під час самостійної евакуації під час пожежі або очікують допомоги пожежних підрозділів або інших осіб, що евакуюються дорослих людей.

Ідея: в ліфті?



Ліфтові системи встановлюються на даху – рекомендується встановлювати хоча б дві системи, з різних сторін будівлі. У разі пожежі, отримавши сигнал по бездротовому зв'язку, вони спускаються вздовж однієї зі стінок хмарочоса, розкриваючись на манер гармошки. Будь-який ланцюг ліфтів включає п'ять вертикально розташованих кабін, розрахованих на 6 осіб і зроблених з вогнетривкого матеріалу, разом вони дозволяють проводити евакуацію з 5 поверхів паралельно.

Думка: на тросі? Спускатися по зв'язці простирадлом - досить



небезпечне заняття. Але що раз для людей, оточених пожежею, заздалегідь підготувати надійну тросову систему порятунку? Таке рішення дає ізраїльська фірма Moseroth Technologies: система евакуації Spider встановлюється в заздалегідь приготовані місця евакуації, короб міцно угвинчується в підлогу. При пожежі необхідно тільки вийняти спеціальну рятувальну косинку, сісти в неї, прикріпитися карабіном до 5-міліметрового залізного кабелю, видихнути і почати евакуацію. Гідравлічне гальмо утримує трос, забезпечуючи безпечний спуск на швидкості від 0,9 до 1,8 м/с з висоти до 50 м.

В іншій формі цю систему втілює американський винахідник Кевін Стоун. Rescue Reel - «катушка порятунку» - підступає для хмарочосів висотою до 100 поверхів (305 м) і являє собою засіб не колективного, особистого порятунку. Принцип конструкції дійсно узятий у звичайної рибальської катушки, тільки замість волосини в ній використовується особливо міцний кевларовий шнур, здатний витримати навантаження масою до 181 кг. У момент загрози досить зачепити його одним кінцем за придатний предмет - віконну раму або в батарею, сісти в рятувальну косинку і, тримаючись руками за катушку, а відштовхуючись ногами від стіни, почати спуск.



Головний секрет Rescue Reel - прихований в катушці гальмівний механізм, який забезпечує постійну помірну швидкість розкручування троса і гарантує безпечний спуск. Ви не запанікуєте при спуску, і пожежа не застане вас вище 100-го поверху. Вам не доведеться спускатися через полум'я, не маючи спеціального захисту, по іншому не допоможе ніякий трос, навіть кевларовий.

Ідея: вертольотом?

За 10 осіб планується рятувати за допомогою літаючої платформи Eagle VTOL компанії DM AeroSafe. Пасажири і пілоти будуть захищені навіть від падаючих уламків - для цього на апараті передбачається встановити кевларову основу. Але ще більш оригінальний проєкт озвучив каліфорнійський механік Ернест Барчелл: за планом винахідника, його апарат буде спускатися на тросі з томного транспортного вертольота, притискаючись до відчиненого вікна за допомогою пари власних роторів. Вхід прямо в плоскому носі - хороша думка, тільки знову ж нереалізована.



Ризики виникнення та можливі наслідки пожежі у висотній споруді в процесі будівництва значно серйозніші, ніж

після здачі її в експлуатацію. Існує ціла низка небезпечних чинників, таких як обмежений доступ до вогнища спалаху і до самої території будмайданчика, до верхніх поверхів будівлі, наявність великої кількості горючих матеріалів (дерев'яної опалубки, лако-фарбних матеріалів, балонів із пропаном або оксиацетиленом, полімерних плівок), великих відкритих прорізів і протягів, які сприяють швидкому поширенню вогню. Навіть тимчасовий протипожежний водогін не завжди гарантує швидку локалізацію і гасіння займання. Почасти води в такому водопроводі дуже мало для виконання завдання, або в потрібний момент він не працює. У будь-якому разі подача води від рівня землі до верхніх поверхів висотки по «сухому» стояку вимагає потужних насосів і займе чимало дорогоцінного часу. Як свідчить світова практика (і це ще раз підтвердив інцидент на даху вежі «Федерація»), пожежі в споруджуваних висотках через сильні повітряні потоки поширюються надзвичайно швидко як по вертикалі, так і горизонталі. Найгіршим сценарієм за таких пожеж є пошкодження або руйнування структурних конструкцій будівлі, що може призвести до повного руйнування її.

Сьогодні дослідженню методів визначення межі вогнестійкості приділяють все більшої уваги, як в межах України, так і за кордоном. Одним з основних напрямів цих досліджень є врахування сумісної роботи конструкцій будівлі, тобто дослідження не окремих конструкцій, а всієї конструктивної системи загалом. Важливим методом у цьому напрямі досліджень є повномасштабні натурні випробування будівель або їх фрагментів.

Аналіз існуючого стану питання. Визначення вогнестійкості будівель та споруд за допомогою натурних вогневих експериментів є питанням досить складним і неоднозначним. Проте необхідність використання саме такого методу диктується складністю сучасних технічних рішень та конструктивних систем. У такому випадку використання результатів визначення вогнестійкості окремих конструкцій для оцінювання вогнестійкості споруди загалом є некоректним, а в окремих випадках зовсім неможливим. Аналіз пожеж останніх років свідчить про серйозні наслідки пожеж сучасних багатопверхових житлових, громадських та виробничих споруд.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Аварии и катастрофы*. Предупреждение и ликвидация последствий. Учебное пособие в 6-ти томах. Под ред. В. А. Котляревского и А. В. Забегаева. – М.: Изд-во АСВ, 1995 – 2003.
2. *Аверін Г. В.* Оцінка ризику виникнення аварій на об'єктах підвищеної небезпеки / Г. В. Аверін, В. М. Москалець // Охорона праці. – 2008. – № 6. – С. 17 – 21.
3. *Алмазов В.О., Као Зуй Кхой.* Динамика прогрессирующего разрушения монолитных многоэтажных каркасов. Журнал «Промышленное и гражданское строительство» №4, 2010. – С. 52–56.
4. *Ажермачев Г. А.* Ветер и многоэтажные здания. Будівельні споруди: матеріали, конструкції, технології. Вып. 2003–2(39).Т. 2. ДДАГА, Донецк, 2003. – С. 53–54.
5. *Ажермачев Г. А.* Особенности проектирования многоэтажных зданий. Строительство и техногенная безопасность. Сб. научных трудов. КАПКС, Вып. 11. Симферополь, 2005.
6. *Ажермачев Г. А.* О некоторых особенностях проектирования стальных многоэтажных сейсмостойких связевых каркасов. Строительство и техногенная безопасность. Сб. научных трудов. КАПКС, Вып. 7. Симферополь, 2002. - С. 8-10.
7. *Анализ конструкций и оснований.* – Запорожье: ООО «Настрой», 2008. – 218 с.
8. *Анализ эффективности пожаробезопасности* высотных зданий. Сборник научных трудов. Выпуск 31, 2012.
9. *Акимов В. А.* Надежность технических систем и техногенный риск / В. А. Акимов, В. Л. Лапин, В. М. Попов, В. А. Пучков, В. И. Томаков, М. И. Фалеев. – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002. – 368 с.
10. *Бабаєв В. М.* Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБНВ.2.6-98:2009 у порівняння з розрахунками за СНиП 2.03.01-84 і EN 1992-1-1./ Бабаєв В. М., Бамбура А. М., Пустовойтова О. М., Резник П. А., Стоянов Є. Г., Шмуклер В. С. – Харків, 2015.
11. *Барашиков А. Я.* Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд: навч. посіб. / А. Я. Барашиков, О. М. Малишев. – К.: Основа, 2008. – 320 с.

12. *Бамбура А. М.* Особливості розрахунку висотного житлового будинку / А. М. Бамбура, І. Р. Сазанова // *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Дн-вск: ПГАСА, 2006. – № 37.– С. 21–29.
13. *Бамбура А. М., Барашиков А. Я., Гурківський О. Б.* Основні положення розрахунку бетонних та залізобетонних конструкцій по національному нормативному документу, що розробляється // *Будівельні конструкції*. Зб. наук. праць у 2–х томах. – Київ: НДІБК, 2005. – Том 1. – С. 36–43.
14. *Барабаш М. С.* Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР. Монография. / Барабаш М. С., Бойченко В. В., Палиенко О. И. –К.: Из-во Сталь. –2012. – 485 с.
15. *Барабаш М. С.* Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства / Барабаш М. С. – К.: Из-во Сталь. – 2014. – 301 с.
16. *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.
17. *Барабаш М. С.* Методи мінімізації ймовірності прогресуючого руйнування висотної будівлі при дії сейсмічних навантажень / М. С. Барабаш, Ю. В. Гензерський, Я. В. Покотило // *Науково–технічний журнал: Нові технології в будівництві*. – 2011. – №1(21). – С. 17–23.
18. *Бегун В. В.* Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): навч. посіб. / В. В. Бегун, І. М. Науменко. – К.: УАННП «Фенікс», 2004. – 328 с.
19. *Болодьян И.А., Хасанов И.Р., Гомозов А.В.* Концептуальный подход к обеспечению безопасности высотных многофункциональных комплексов. «Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений»: Материалы XIX науч. – практ. конф. – Ч.1. – М.: ВНИИПО, 2005. -- С. 98-101.
20. *Брушлинский М. М., Соколов С. В., Вагнер П.* / *Людство і пожежі*. - М.: ТОВ «ІСЦ Маска», 2007. - 142 с.
21. *Визначення вогнестійкості* будівельних конструкцій розрахунковими методами відповідно до стандартів, що впроваджують Єврокоди. / Бакін П. І., Немчинов Ю. І.,

Поклонский В. Г., Расюк Р. В., Тарасюк В. Г., Фесенко О.А. //Світ геотехніки, 2011. -№1(29).- С.10-13.

22. *Воскобійник П. П., Воскобійник О. П.* Врахування показників надійності при визначенні технічного стану експлуатованих залізобетонних конструкцій. Полтавській нац. техн. університет ім. Ю. Кондратюка. Випуск 4 (78), 2009.

23. *Воробйов Ю. Л., Котилов Н. П.* Проблема забезпечення безпечності в будівлях з масовим перебуванням людей. / Стор. 149-160 у збірнику Актуальні проблеми цивільного захисту. Матеріали 11 Міжнародної науково-практичної конференції з проблем захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій. 18-20 квітня 2006 // МНС Росії. - Н. Новгород: Вектор - ТіС, 2006. - 386 с.

24. *Городецкий А. С.* Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона (проблемы, опыт, возможные решения и рекомендации, компьютерные модели, информационные технологии) / А. С. Городецкий, Л. Г. Батрак, Д. А. Городецкий, М. В. Лазнюк, С. В. Юсипенко. – К.: изд-во «Факт», 2004. – 106 с.

25. *Городецкий А. С., Барабаш М. С.* Исследование устойчивости конструкций зданий и сооружений к прогрессирующему разрушению при аварийных воздействиях. Нові технології в будівництві. –Дн.: Сб. науч. трудов. Вып. №50. №2(20), 2010.

26. *Городецкий А. С.* Компьютерные модели конструкций / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. – К.: Изд-во «Факт», 2005. – 344 с.

27. *Городецкий А. С.* Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона. / Городецкий А. С., Батрак Л. Г., Городецкий Д. А., Лазнюк М. В., Юсипенко С. В. – К.: «Факт», 2004.

28. *Городецкий А. С.* Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций / А. С. Городецкий, В. С. Шмуклер, А. В. Бондарев – Х.: НТУ «ХПИ», 2003. – 889 с.

29. *Граник Ю. Г.* Комплексная безопасность и антитеррористическая защищённость высотных сооружений, противопожарная защита объектов строительства. Журнал "Глобальная безопасность" №1–2, 2006.

30. *Граник Ю. Г.* Проектирование и строительство высотных зданий. <http://www.uralstroyinfo.ru/?id=62&doc=221>.

- 31.** *Губанов В. В.* Способы повышения надежности и долговечности высотных сооружений с металлическим каркасом. Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури, вип. – 4 (78), 2009.
- 32.** *Демьохін В. Н., Мосалко І. Л., Плюснина Г. Ф., Серков Б. Б., Фролов А. Ю, Шурін Е. Т.* / Будівлі, споруди та їх стійкість при пожежі: Підручник. - М.: Академія ДПС МНС Росії, 2003. - 656 с.
- 33.** *Демчина Б. Г.* Вогнестійкість одно- і багатопарових просторових конструкцій житлових та громадських будівель: дис. доктора техн. наук: 05.23.01 / Демчина Богдан Григорович – К., 2002. – 367 с.
- 34.** *Драйздейл Д.* Введение в динамику пожаров // Пер. с англ. К. Г. Бомшейна; под ред. Ю. А. Кошмарова, В. Е. Макарова. – М.: Стройиздат, 1990. – 424 с.
- 35.** *XXI століття - виклики та загрози.* / Під заг. ред. Володимирова В. А. // ЦСМ ЦЗ МНС Росії. - М.: Іноктаво, 2005. - 304 с.
- 36.** *Железобетонные конструкции.* Основы теории, расчета и конструирования. Учебное пособие. Под ред. проф. Пецольда Т. М. и проф. Тура В. В. - Брест, БГТУ, 2001.
- 37.** *Есин В. М., Шрабштейн А. В.* Системы противодымной защиты. Пожарная безопасность, 2005. - С. 246-252.
- 38.** *Еремина Т. Ю., Егоров И. А.* Проблемы эвакуации людей из высотных зданий при пожарах. Академия ГПС МЧС России. Интернет-журнал от 18 февраля 2014. (e-mail: egushka@ Rambler.ru).
- 39.** *Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре.* Учебник. Под редакцией И. Л. Мосалкова. - М.: Академия ГПС МЧС РФ, 2003.
- 40.** *Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности"* (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 3 (55), 2014.
- 41.** *Касем Шеймус.* Несуча здатність залізобетонних плит на зріз при продавлюванні в умовах пожежі. Дис. канд. техн. наук. Харків. ХНУБА, 2015.
- 42.** *Карпенко С. Н.* О современных методах расчёта высотных зданий из монолитного железобетона / С. Н. Карпенко // Высотные здания. – 2007. – № 3. – С. 34–35.
- 43.** *Карпенко Н. И.* К построению общей методики расчёта железобетонных плит на продавливание с учётом влияния

моментов / Н. И. Карпенко, С. Н. Карпенко // Вестник МГСУ. – 2011. – Т. 2, № 3. – С. 86–91.

44. *Кондра М. П., Бут Б. Н.* Высотные сооружения: опыт проектирования // Металлические конструкции: взгляд в прошлое и будущее: Сб. докладов VII Украинской научно-технической конференции. – Часть 1. – К.: Изд-во «Сталь», 2004. – С. 63–73.

45. *Карпиловский В. С.* SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD для пользователя. / В. С. Карпиловский, Э. З. Крискунов, А. А. Маляренко, М. А. Микитаренко, А. В. Перельмутер, М. А. Перельмутер. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 591 с.

46. *Корсун Т. В.* Оцінювання ризику на потенційно небезпечних об'єктах в умовах невизначеності. АПБ ім. Героїв Чорнобиля. «Пожежна безпека: теорія і практика» №5, 2010.

47. *Конюков А. Г.* Пожарная безопасность многоквартирных высотных жилых зданий: методические указания / А. Г. Конюков; Нижегород. гос. арх.-строит. ун-т. – Н. Нов-город: ННГАСУ, 2011. – 14 с.

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

49. *Кривцов Ю. В., Рубцов В. В., Габдулин Р. Ш.* Тонкослойные покрытия для огнезащиты бетона. Сб.: Вестник Академии Гос. противопожарной службы, №5. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. – С.70-76.

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

51. *Кріпак В. Д.* До розрахунків нормальних перерізів залізобетонних елементів згідно вимог Єврокод 2. / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник // Відповід. ред. М. М. Осетрін. – К.: КНУБА, 2016. - Вип.61 (спеціальний) - С. 271-276.

52. *Кирюханцев Е. Е., Иванов В. Н.* Огнестойкость высотных жилых зданий.

53. *Контроль* теплотехнических характеристик фасадных конструкций. Журнал «Высотные здания». Выпуск №2, 2009.

54. *Левчук М. С.* / Підвищення оперативності реагування МНС з допомогою сучасних бездротових систем сигналізації та автоматичного моніторингу об'єктів. // Історичні та сучасні аспекти вирішення проблем горіння, гасіння та забезпечення безпеки людей при пожежах: Матеріали XX Міжнародної наук. -

практ. конф., присвяченої 70-річчю створення інституту.-Секція2.
- М.: ВНДІПО, 2007. - С.171-173.

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

56. *ЛИРА 9.4.* Руководство пользователя. Основы. Учебное пособие. Е. Б. Стрелец–Стрелецкий, В. Е. Боговис, Ю. В. Гензерский, Ю. Д. Гераймович, Д. В. Марченко, В. П. Титок. Под ред. академика РААСН, докт. техн. наук, проф. А. С. Городецкого. – К.: Издательство «Факт», 2008. – 164 с.

57. *ЛИРА 9.4.* Примеры расчета и проектирования. Учебное пособие / [Боговис В. Е., Гензерский Ю. В., Гераймович Ю. Д. и др.]: под ред. Городецкого А.С. – К.: Изд-во "Факт", 2008. – 280 с.

58. *Маклакова Т. Г.* Высотные здания. /Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования. Монография. Издание второе, дополненное. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 160 с.

59. *Металеві конструкції.* Загальний курс: Підручник для вищих навчальних закладів.- Вид. 2 перероб. і доп. / Під загальною редакцією О. О. Нілова і О. В. Шимановського. – К.: Вид-во «Сталь», 2010. – 869 с.

60. *Мешалкин Е. А., Шевченко П. М.* Состояние и перспективы разработок изделий для тушения пожаров тонкораспыленной водой. Журнал-каталог «Пожарная автоматика», 2008. – С. 48-52.

61. *Мешалкин Е. А.* Проектирование противопожарной защиты в условиях изменений нормативной правовой базы. «Безопасность», 2007, №3(9). – С. 4 - 8.

62. *Мешалкин Е. А.* Фасадные системы: тенденции применения и пожарная опасность. «Пожаровзрывобезопасность», 2007, №2. – С.12-18.

63. *Микеев А. К.* / Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы. – М.: Пожнаука, 1994. – 386 с.

64. *Милованов А. Ф.* Стойкость железобетонных конструкций при пожаре. - М.: Стройиздат, 1998.

65. *Молчадский И. С.* Пожар в помещении. – М.: ВНИИПО, 2005. – 456 с.

66. *Радаев Н. Н.* Научно-образовательный материал «Обеспечение пожарной безопасности высотных зданий» – М.: Деловой экспресс, 2004. – 352 с.

67. *Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности"* (<http://ipb.mos.ru/ttb>). Выпуск № 3 (55), 2014 .
68. Ковалишин В. В. Експериментальні визначення межі вогнестійкості збірних залізобетонних східчастих складок / Ковалишин В. В., Юзьків Т. Б., Гуцуляк Ю. И., Артеменко В. В. // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2013. Вип. 2(28). – С.82-88.
69. Колякова В. М., Божинський М. О. Порівняльний аналіз теплотехнічних розрахунків з даними отриманими при натурному випробуванні // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М. М. Осетрін. – К.: КНУБА, 2016. - Вип.61 (спеціальний) - С. 288-296.
70. Мосалков И. Л. Огнестойкость строительных конструкций / Мосалков И. Л., Плюсина Г. Ф., Фролов А. Ю. – М.: Спецтехника, 2001. – 496 с.
71. *Материалы* 21-й международной научно-технической конференции "Системы безопасности – 2012". - М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. С. 179-181. <http://ipb.mos.ru/sb-2012/section-2>.
72. *Методика расчёта* монолитных жилых зданий на устойчивость против прогрессирующего обрушения. Научно-технический отчёт. – М.: МНИИТЭП, 2004. –40 с.
73. *МОНОМАХ–САПР 2013*. Учебное пособие. Примеры расчета и проектирования / Д. А. Городецкий, С. В. Юсипенко, Л. Г. Батрак и др. – К.: Электронное издание, 2013. – 368 с.
74. Мисливець К. М. Аналіз надійності висотної будівлі з урахуванням ризиків прогресуючого обвалення: дис. на здоб. кваліфік. «Магістр будівництва» / К. М. Мисливець. – К.: 2010. – 197 с.
75. Микеев А. К., Кривцов Ю. В., Пронин Д. Г. / Концептуальные подходы к обеспечению огнестойкости высотных зданий. // Актуальные проблемы пожарной безопасности: Тезисы докладов XXI Международной научно-практической конференции. – Ч.1. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – С.155-157.
76. *МНС України*. Аналіз надзвичайних ситуацій в Україні за 2004 рік. Концепція управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. – <http://www.mns.gov.ua/quarter/index.php>.

77. *Мутака Кяло Ндунда*. Живучесть многоэтажных каркасных железобетонных гражданских зданий при особых воздействиях. Дисс. канд. техн. наук. - Москва, МГСУ, 2006. – 185 с.
78. *Назаров Ю. П.* Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла конструкций / Назаров Ю. П., Городецкой А. С., Симбиркин В. Н. // Актуальные проблемы исследований по теории сооружений: сб. научн. статей в 2 частях / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – ч.2. – М.: ЦПП, 2009. – С. 209–216.
79. «*О чем говорят пожары*» Журнал «Высотные здания». Выпуск 1, 2006.
80. *Одесский П. Д.* Стали в уникальных и высотных зданиях: развитие проблемы за 50 лет / Промышленное и гражданское строительство, №3, 2007 г. – С. 10-13.
81. *Остроумов Б. В.* Совершенствование конструктивных форм высотных сооружений на основе экспериментально–теоретических исследований их взаимодействия с ветровым потоком // Труды института к 100–летию со дня рождения акад. Н. П. Мельникова. – М.: ЦНИИпроектстальконструкция, 2008. – С. 61–85.
82. *Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 м / Николаев С. В., Граник Ю. Г., Баршак И. С. и др.* Введ. в действие приказом по Москомархитектуре от 17.05.2002 г. №101, зарег. Госстроем России (письмо от 19.04.02 г. №9-29/318). – 69 с.
83. *Павлов А. Б., Тарнарукский В. А., Остроумов Б. В.* / Некоторые аспекты проектирования и возведения высотных зданий (По итогам международного симпозиума) // Промышленное и гражданское строительство, №11, 2004, — С.41-43.
84. *Перельмутер А. В.* Реализация расчета монолитных жилых зданий на прогрессирующее (лавинообразное) обрушение в среде вычислительного комплекса SCAD Office. / Перельмутер А. В., Криксунов Э. З., Мосина Н. В. Инженерно-строительный журнал, №2, 2009.
85. *Половко А. П., Василенко О. О.* Проблеми рятування людей у багатоповерхових будівлях // Збірник наукових праць ЛДУ БЖД «Пожежна безпека». - №18, 2011. -С. 134–138.
86. *Пожежні ризики*. Динаміка, управління, прогнозування. / Під ред. М. М. Брушлинського і Ю. Н. Шебеко. - М.: ФДМ ВНІПО, 2007. - 370 с.

- 87.** *Пожезна безпека висотних будівель*//Будівельний журнал №1, 2008. –С. 17.
- 88.** *Пушкарев Б. А., Кореньков П. А.* Противодействие прогрессирующему разрушению каркасов высотных зданий. Строительство и техногенная безопасность. Нац. академия природоохранного и курортного строительства. Вып. 38. 2001.
- 89.** *Першаков В. М.* Найкращі хмарочоси світу / Першаков В. М., Семироз Н. Г., Лисницька Е. Н. – К.: Будівництво України №3, 2014. – С. 36–40.
- 90.** *Першаков В. М.* Протипожежний захист висотних будівель / Першаков В. М., Семироз Н. Г., Лисницька Е. Н. Всеукраїнська наук.-практ. конференція. Іноваційний потенціал світової науки – ХХІ сторіччя. Т.2. Запоріжжя. 2014. – С. 72–74.
- 91.** *Першаков В. М.* Проектування вертодромів в умовах міської забудови / В. М. Першаков, Т. В. Близнюк / Вісник Інженерної Академії України. – К. : 2013. – № 1. – С. 270–274.
- 92.** *Першаков В. М.* Проблеми протидії конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд: монографія / В. М. Першаков, М. С. Барабаш, А. О. Белятинський, К. М. Лисницька. – К.: НАУ, 2015. – 456 с.
- 93.** *Першаков В. М.* Особливості проектування вертолітних майданчиків на дахах будівель / Першаков В. М., Близнюк Т. В. // Матеріали ХІ Міжнародн. наук. –техн. конференції «Авіа–2013» 21–23 травня 2013 р. – К.: НАУ, 2013. – Т. 4. – С. 25.9–25.12.
- 94.** *Першаков В. М.* Вертодроми. / Першаков В. М., Белятинський А. О., Близнюк Т. В., Семироз Н. Г. // Монографія. – К.: Видавництво НАУ, 2014. – 370 с.
- 95.** *Першаков В. М., Близнюк Т. В.* Перспективи використання вертолітного транспорту в Україні. Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник. – К.: НАУ, 2014. –Вип. 1(11). – С. 306–315.
- 96.** *Першаков В. М., Лисницька К. Н.* Забезпечення стійкості будівель від прогресуючого руйнування внаслідок пожежі. – К.: 2014.
- 97.** *Першаков В. М., Лисницька К. М.* Урахування ризиків виникнення аварії при проектуванні будівель та споруд. Проблеми розвитку міського середовища: Наук.– техн. збірник / – К.: НАУ, 2014. – Вип. 2 (12). – С. 335–344.

- 98.** *Першаков В. М.* Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам. Монографія. – К.: НАУ, 2007. – 301 с.
- 99.** *Pershakov V. M.* Reinforced concrete and stone structures: Textbook. – К.: НАУ, 2009. – 328 p.
- 100.** *Першаков В. М., Близнюк Т. В.* Перспективи використання вертолітного транспорту в Україні. Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник. – К.: НАУ, 2014. – Вип. 1(11). – С. 306–315.
- 101.** *Першаков В. М., Белятинський А. О., Лисницька К. М.* Підсилення залізобетонних та кам'яних конструкцій в аварійних і реконструєваних будівлях. Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. Збірник / Відповід. ред. М. М. Осетрін. – К.: КНУБА, 2016. - Вип.61 (спеціальний) - С. 101-107.
- 102.** *Першаков В. М., Лисницька К. М.* Вплив технічного стану будівельних конструкцій на проблеми розвитку міського середовища. Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник / - К.: ЦП «Компринт», 2016.–Вип. 1(16). - С. 84-92.
- 103.** *Першаков В. М., Попович І. О.* Особливості пожежної небезпеки висотних будівель. Тези. Міське середовище-XXI ст. Архітектура. Будівництво, Дизайн: Тези доповідей II Міжнародного науково-практичного конгресу, м. Київ, 15-18 березня 2016 р. –К.: ЦП «Компринт», 2016. – С.27-28.
- 104.** *Риа новости* [Електронний ресурс]: Крупные пожары в небоскребах в мире в 2004—2013 годах – Режим доступу: <http://ria.ru/spravka/-20130125/919826478.html>.
- 105.** *Тенденції розвитку світового висотного будівництва.* / Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А., Бакуліна В. М., Болотов Г. І., Попович І. О. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М. М. Осетрін. – К.: КНУБА, 2016. - Вип.61 (спеціальний) - С. 62-72.
- 106.** *Найвищі хмарочоси світу.* / Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. В.- К.: Будівництво України. 2016. - №1. - С.7-8.
- 107.** *Унікальні світові об'єкти будівництва.* / Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. В. - К.: Будівництво України. 2016. - №2. - С.7-9.
- 108.** *Першаков В. М., Белятинський А. О., Лисницька К. В.* Water supply and drain. Manual. --К.: Видавництво НАУ, 2016. - 164 с.

- 109.** *Першаков В. М., Сидорченко М. О.* Вплив надійності конструкцій будинків та споруд на проблему розвитку міського середовища / Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник / - К.: ЦП «Компринт», 2015.–Вип. 2(14). - С. 72-80.
- 110.** *Эффективные железобетонные рамы с элементами переменного сечения.* / Першаков В. Н. Монографія. Рейтинговое изд-во «Palmarium Academic Publishing», м. Саарбрюкен, Німеччина. 2016. - С.544.
- 111.** *Вступ до будівельної справи.* / Першаков В. М., Белятинський А. О., Чемакіна О. В., Машков І. Л., Бойко О. Л., Краюшкіна К. В., Лисницька К. В. Навч. посібник.--К.: Видавництво НАУ, 2016. - 122 с.
- 112.** *Reinforced concrete and stone structures.* /Pershakov V, Bielyatynskiy A., Pilipenko O. / Монографія. Scholars Press. м. Саарбрюкен, Germany. 2016. - P. 394.
- 113.** *Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Частина І. Досвід проектування, будівництва та експлуатації.* / Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А., Бакуліна В. М., Болотов Г. І., Попович І. О. Монографія.--К.: Видавництво НАУ, 2016. - 104 с.
- 114.** *Metal Structures in Construction.* Монографія./ Bielyatynskiy A., Pershakov V, Ivannikova V. Scholars Press. м. Саарбрюкен, Germany. 2015. - P. 210.
- 115.** *Strengthening of reinforced concrete and stone members in damaged and reconstructed buildings / Підсилення залізобетонних та кам'яних конструкцій аварійних и реконструєваних будівель (англійською мовою).* //Барашиков А. Я., Лапенко О. І., Першаков В. М., Белятинський А. О., Білокуров П. С. Наочний посібник. --К.: Видавництво НАУ, 2016. -128 с.
- 116.** *Проблеми обеспечения пожарной безопасности при проектировании высотных зданий/ Соломонов В. В., Кузнецова И. С., Пирогов Ю. М., Соколов М. С. // Бюллетень строительной техники. М.: БСТ, № 6, 2008. - С. 54-59.*
- 117.** *Пожары и пожарная безопасность в 2010 г.:* статистический сборник. М.: ВНИИПО МЧС России, 2011.
- 118.** *Половко А. П., Василенко О. О.* Проблеми рятування людей у багатоповерхових будівлях // Збірник наукових праць ЛДУ БЖД «Пожежна безпека» №18, 2011. - С. 134–138.

- 119.** *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. Осетрін. – К.: КНУБА, 2016. - Вип.61 (спеціальний) - С. 114-119.
- 120.** *Пузач С. В.* / Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаро-взрывобезопасности. Монография. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 336 с.
- 121.** *Пожаро-взрывобезопасность.* Научно - техн. журнал. Выпуск №2, 2007.
- 122.** *Расчет огнестойкости стальных конструкций* и проектирование огнезащиты в соответствии с Еврокодом 3 и национальными приложениями Украины / К. В. Калафат, А. С. Билык, Н. А. Беляев, Э. А. Ковалевская. Украинский центр стального строительства. Киев.
- 123.** *Расторгуев Б. С., Плотников А. И.* Расчет несущих конструкций монолитных железобетонных зданий на прогрессирующее разрушение с учетом динамических эффектов // Сб. научных трудов института строительства и архитектуры. – М.: МГСУ, 2008. – С.68–75.
- 124.** *Расторгуев Б. С.* Проектирование зданий и сооружений при аварийных взрывных воздействиях: учебное пособие / Б. С. Расторгуев, А. И. Плотников, Д. З. Хуснутдинов. – М.: Из-во Ассоциации строительных вузов, 2007. – 152 с.
- 125.** *Репін Ю. Г.* Архітектура жилища. – К.: КП «НИИСЭП» – КПЦ «Тираж». 2003. – 282 с.
- 126.** *Резнік П. А.* Монолітні залізобетонні будинки підвищення поверховості при дії пожежного середовища. Дис. канд. техн. наук. Харків. ХНУБА, 2015.
- 127.** *Ройтман В. М.* Особенности обеспечения противопожарной защиты высотных зданий. Современное высотное строительство. Эффективные технологии и материалы: 2-й Межд. симпозиум по строит. мат-лам Кнауф для СНГ (Сб. докл).- М.: МГСУ, 2005. - С. 173-181.
- 128.** *Ройтман В. М.* Инженерная оценка одного из «мифов» о событиях 11 сентября 2001 года. – Инженерные системы: АВОК–Северо–Запад, № 4, 2008. – С. 26–29.

- 129.** *Ройтман В. М.* Инженерные решения, по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. – М.: Пожнаука, 2001. –383 с.
- 130.** *Ройтман В. М.* Обеспечение безопасности людей при пожаре в высотных зданиях / Алгоритм безопасности, №4, 2006.
- 131.** *Ройтман В. М.* Инженерные аспекты событий 11 сентября 2001 года в Нью-Йорке при атаке террористами башен Всемирного торгового центра / Глобальная безопасность, №3, 2006. – С. 30–35.
- 132.** *Ройтман В. М., Щерба В. Г.* Пожарная безопасность зданий повышенной этажности // Жилищное строительство, №5, 2006. - С. 22–25.
- 133.** *Ройтман В. М.* Стойкость высотных зданий против прогрессирующего разрушения – базовый блок системы противопожарной защиты этих объектов / Журнал–каталог «Пожарная автоматика», 2008.
- 134.** *Ройтман В. М.* Оценка стойкости зданий при прогрессирующем разрушении при комбинированных особых воздействиях с участием пожара. – Жилищное строительство, № 8, 2008. – С. 20–22.
- 135.** Современное высотное строительство. Монография. -М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. – 464 с.
- 136.** *Салымова Е. Ю.* Динамика развития опасных факторов в зданиях с ограждающими конструкциями из трехслойных сэндвич-панелей при пожарах и взрывах. Дис. канд. техн. наук. Специальность 05.26.03 – пожарная и промышленная безопасность (строительство) Москва. ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2015.
- 137.** *Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2000–2003 рр.* Статистичний збірник. Під заг. ред. П. Ф. Борисова, М. Я. Откідача. – К.: УкрНДІПБ, 2004. – 92 с.
- 138.** *Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2004–2008 рр.* Статистичний збірник. Під заг. ред. Я. І. Хом'яка – К.: УкрНДІПБ МНС України, 2009. –98 с.
- 139.** *Тамразян А. Г.* Ресурс живучести – основной критерий проектных решений высотных зданий. Жилищное строительство, №1, 2010. – С. 15–18.
- 140.** *Тамразян А. Г.* Оценка риска и надежности несущих конструкций и ключевых элементов – необходимое условие

безопасности зданий и сооружений. Вестник ЦНИИСК №1, 2009. – С. 160–171.

141. *Тетерин К.* / Металлоконструкции в высотном строительстве // Высотные здания, -№6, 2008. – С. 92-95.

142. *Теребнёв В. В., Артем'ев Н. С., Підгрушний А. В.* Проти-пожежний захист та гасіння пожеж. Книга 3: Будинки підвищеної поверховості. - М.: Пожнаука, 2006. - 237 с.

143. *Термоактивные* строительные конструкции зданий. Журнал «Высотные здания». Вып. -№2, 2010.

144. *Тихонов И. Н.* Армирование элементов монолитных железобетонных зданий. Пособие по проектированию. – М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2007. – 169 с.

145. *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.

146. *Фесенко О. А.* Розрахунок сейсмостійкої будівлі на стійкість до прогресуючого руйнування внаслідок пожежі / Збірник наукових праць. Будівельні конструкції будівель і споруд: проектування, виготовлення, реконструкція, обслуговування□ – Випуск 2011. –4(90) – Макіївка, 2011. – С. 77–86.

147. *Хасанов И.* Пожарная безопасность высотных зданий / Строительная инженерия.

148. *Хасанов И. Р., Молчадский И. С., Гольцов К. Н., Пестрицкий А. В.* Пожарная опасность навесных фасадных систем. «Пожарная безопасность», 2006, №5. – С. 36-47.

149. *Холщевников В. В., Самошин Д. А.* К вопросу безопасности использования лифтов при эвакуации из высотных зданий. «Пожаровзрывобезопасность», 2006, №5. – С.45-47.

150. *Холщевников В. В.* Проблема беспрепятственной эвакуации людей из высотных зданий и пути ее решения. – Городской строительный комплекс и безопасность жизнеобеспечения граждан (Сб. докладов, часть 1). – М.: МГСУ, 2005. - С. 46-53.

151. *Холщевников В. В., Самошин Д. А.* / Анализ процесса эвакуации людей из высотных зданий // Жилищное строительство, - №8, 2008. – С.1-4.

152. *Учебник спасателя* / С. К. Шойгу, М. И. Фалеев, Г. Н. Кириллов и др.; под общ. ред. Ю. Л. Воробьева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Краснодар: «Сов. Кубань», 2002. — 528 с.
153. *Шилин А. А.* Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами / Шилин А. А., Пшеничный В. А., Картузов Д. В. — М.: Стройиздат, 2004. — 144 с.
154. *Шуллер В. В.* / Конструкции высотных зданий // Пер. с англ.— Стройиздат, 1979 г. — 248 с.
155. *Шналь Т. М.* Повномасштабні пожежні випробування фрагмента великопанельної будівлі / Т. М. Шналь, М. С. Коваль, Б. Г. Демчина, П. М. Коваль, І. І. Кархут // Вісн. Нац. ун-ту “Львів. політехніка”. Теорія і практика будівництва. — 2008. — № 627. — С. 208–212.
156. *Шналь Т. М.* Вогнестійкість та вогнезахист металевих конструкцій / Шналь Тарас Миколайович. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. — 176 с.

Нормативні документи

157. *ДБН В.1.1–7–2002.* Пожежна безпека об’єктів будівництва. Захист від пожежі. / [Чинний від 2003-05-01]. — Мінбуд України. — К.: Держбуд України, 2003. — 87 с. (Національний стандарт України).
158. *ДБН В.2.2–15–2005.* Будівлі та споруди. Житлові будівлі. Основні положення / Державний комітет України по будівництву та архітектурі. Київ. 2005.
159. *ДБН В.1.2–2:2006.* Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 01.01.2007]. / Мінбуд України. — К.: 2006. — 78 с.
160. *ДБН В.1.1–12:2006.* Будівництво у сейсмічних районах України — [Чинний від 02.01.07]. — К.: Міністерство будівництва України, 2006. — 84 с. (Національний стандарт України).
161. *ДБН В.1.2–5:2007.* Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Науково–технічний супровід будівельних об’єктів.
162. *ДБН В.1.2–12–2008.* «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки».

- 163.** ДБН В.1.2-7-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008.–53с.
- 164.** ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 73 с.
- 165.** ДБН В.2.1-10-2009. «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування». [Чинний від 01-07-2011]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 107 с.
- 166.** ДБН В.1.2-14-2009. «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ» – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 45 с.
- 167.** ДБН В.2.2 -24:2009. Проектування висотних житлових і громадських будинків. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 112 с.
- 168.** ДБН В.2.6-160:2010. «Сталезалізобетонні конструкції».
- 169.** ДБН В.2.6-163:2010. «Сталеві конструкції». Норми проектування, виготовлення і монтажу. [Чинний від 2011-12-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 201 с.
- 170.** 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.
- 171.** ДСТУ-Б В.1.1-13:2007. Захист від пожежі. Балки. Метод випробування на вогнестійкість (EN 1365-31:999, NEQ).
- 172.** ДСТУ Б.В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чин. від 2011-06-01]. –К.: Мінрегіонбуд України, 2011. –118 с.
- 173.** ДСТУ Б В.2.1-27:2010. «Палі. Визначення несучої здатності за результатами випробувань».
- 174.** ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010. Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі (EN 1991-1-2:2002, IDT).
- 175.** ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010. Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-3. Загальні дії. Снігові навантаження. (EN 1991-1-3:2003, IDT).
- 176.** ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2010. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення.

Розрахунок конструкцій на вогнестійкість. - К.: Мінрегіон України, 2012, -117 с.

177. ДСТУ-Н Б В.2.6-197:2014. Настанова з проектування залізобетонних колон. Розрахунок на вогнестійкість.

178. ДСТУ-Н Б В.2.6.-XXX:201X. Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (проект).

179. Eurocode – 1. Actions on structures – Part 1–7: General actions – Accidental actions. EN 1991–1–7:2006.

180. МГСН 4–19–2005. «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и комплексов в городе Москве». – М.: Москомархитектуры, 2005. – 63 с.

181. МДС20–2.2008. «Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях». – М.: НИЦ «Строительство», ОАО «ЦПП», 2008. – 16 с.

182. ТСН 31-332-2006. Санкт-Петербург. «Жилые и общественные высотные здания».

183. СП2.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

184. СТО–008–02495342–2009. Предотвращение прогрессирующего обрушения железобетонных монолитных конструкций зданий. Проектирование и расчет. Стандарт организации. ЦНИИПромзданий, МНИИТЭП. Москва. 2009.

185. СТО 36554501-006-2006. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. –М.:ФГУП «НИЦ Строительство». 2006. – 81 с.

186. СП 52–101–2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.– М.: 2004. –53с.

187. СП 52–103–2007. «Железобетонные монолитные конструкции зданий». – М.: НИЦ «Строительство», 2007.

188. ГОСТ Р 53261-2009. Техника пожарная. Самоспасатели фильтрующие для защиты людей от токсичных продуктов горения при эвакуации из задымленных помещений во время пожара. Общие технические требования. Методы испытаний. Введ. 01.01.2010. -М.: Стандартиформ, 2009.

189. ГОСТ Р 53259-2009. Техника пожарная. Самоспасатели изолирующие со сжатым воздухом для защиты людей от токсичных продуктов горения при эвакуации из задымленных помещений во время пожара. Общие технические требования.

Методы испытаний. Введ. 01.01.2010. -М.: Стандартиформ, 2009.

190. *ГОСТ Р 53260-2009.* Техника пожарная. Самоспасатели изолирующие с химически связанным кислородом для защиты людей от токсичных продуктов горения при эвакуации из задымленных помещений во время пожара. Общие технические требования. Методы испытаний. Введ. 01.01.2010. - М.: Стандартиформ, 2009.

191. *BS EN 402:2003.* Respiratory protective devices. Lung governed demand self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with full face mask or mouthpiece assembly for escape. Requirements, testing, marking.

192. *Споруди та фрагменти будівель.* Метод натурних вогневих випробовувань. Загальні вимоги.: ДСТУ Б В.1.1-18:2007 – [Чинний від 01.04. 2008]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 13 с. – (Національний стандарт України).

193. *Fire tests on building materials and structures. Guide to full-scale fire tests within buildings.:* BS 476-32:1989 – [Чинний від 29.05.1989]. – Fire Standards Committee, 1989. – 42 p. – (Національний стандарт Великобританії).

194. *Standard Test Methods for Fire Tests of Buildings Constructions and Materials:* ASTM E119 – [Чинний від 15.01.07]. – ASTM International, 2007.– 34 p. – (Національний стандарт США).

195. *Fire Test of Building Construction and Materials:* UL 263 – [Чинний від 04.04.03]. – Underwriters Laboratories Inc., 2003.–29 p. – (Стандарт вогневої лабораторії США).

196. *Methods for fire tests on building materials, components and structures:* AS-1530.8.1 – [Чинний від 31.08.07]. – Standard Australia, 2007. – 41 p. – (Національний стандарт Австралії).

197. *Fire resistance tests. General requirements :* EN 1363-1:2012 – [Чинний від 31.08.12]. – BSI, 2012. – 56 p. – (Стандарт країн Євросоюзу).

198. *Методика* определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Москва. МЧС РФ. Приложение к приказу N 3 МЧС РФ от 30 июня 2009.

199. *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».

200. *Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения* / Г. И. Шапиро, Ю. А. Эйсман, В. И. Травуш. – М.: Правительство Москвы Москомархитектура, 2006. – 34 с. (База нормативной документации Москомархитектура: www.complexdoc.ru).

201. *Рекомендации по защите жилых каркасных зданий при чрезвычайных ситуациях* // Г. И. Шапиро, В. С. Коровкин, Ю. А. Эйсман, Ю. М. Стругацкий. – М.: Правительство Москвы Москомархитектура, ГУП НИИЦ, 2002. – 20 с. (База нормативной документации Москомархитектура: www.complexdoc.ru).

202. *Рекомендации по защите жилых зданий с несущими кирпичными стенами при чрезвычайных ситуациях.* / Г. И. Шапиро, В. С. Коровкин, Ю. А. Эйсман, Ю. М. Стругацкий. – М.: Правительство Москвы Москомархитектуры, 2002. – 14 с. (База нормативной документации Москомархитектура: www.complexdoc.ru).

203. *Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения* / Г. И. Шапиро, Ю. А. Эйсман, А. С. Залесов. – М.: Правительство Москвы Москомархитектура, 2005. – 40 с. (База нормативной документации Москомархитектура: www.complexdoc.ru).

204. *Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 метров.* -М.: Москомархитектура, 2002. - 69 с.

205. *Фомин С. Л. Экспериментальное исследование фрагмента каркасного здания при высокой температуре* / Фомин С. Л., Наджафи Рухоллах // Науковий вісник будівництва.– 2010 р. –7 с.

206. *Bielyatynskiy A. O. Metal Structures. Metal and welding in Construction: manual* / A. O. Bielyatynskiy, V. N. Pershakov, O. I. Pylypenko, O. I. Lapenko., V. Y. Ivannikova, N. V. Kuzhel, – К. : National Aviation University «NAU–druk», 2013. – 212 p.

207. *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.

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

- 209.** *Federal Building and Fire Safety Investigation of the World 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.*
- 210.** *Fire in the United States 1995 – 2004. Fourteenth Edition. FEMA, USA, August 2007, – 65p.*
- 211.** *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.*
- 212.** *U.S. Fire Administration. Highrise Fires / Topical fire research series, Volume 2, Issue 18. January 2002.*
- 213.** *Department of Defense, (DOD), – Design of Buildings to Resist Progressive Collapse, □Unified Facilities Criteria (UFC) 4–023–03, 25 January, 2005.*
- 214.** *Ellingwood, Bruce. Load and Resistance Factor Criteria for Progressive Collapse Design, Multihazard Mitigation Council of the Nat. Institute of Building Standards, Washington, DC. 2003, P.1–31.*
- 215.** *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.*
- 216.** *J. R. Lawson, A History of Fire Testing / J. Randall Lawson. – Gaithersburg: U.S. Department of Commerce, 2009. – 41 p.*
- 217.** *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.*
- 218.** *Hyun–Su Kim, Jinkoo Kim, Da–Woon An. Development of integrated system for progressive collapse analysis of building structures considering dynamic effects. Journal "Advances in Engineering software", 40 (2009) 18.*
- 219.** *Izzudin B. A., Vlassis A. G., Elghazouli A. Y., Nethercot D. A. Progressive collapse of multi–storey buildings due to sudden column loss, Part I, Engineering structures 20 (2008) 1308–1318; part II, Engineering structures 30 (2008) 1424–1438.*
- 220.** *Kaewkulchai G. and Williamson E. B. Beam element formulation and solution procedure dor dynamic progressive collapse analysis, Journal "Computer and Structures" 82 (2004), 639–651.*

- 221.** *Kaewkulchai G. and Williamson E. B.* Dynamic behavior of planar frames during progressive collapse. 16 th ASCE Engineering Mechanics Conference, 2003.
- 222.** *Kaewkulchai G.* Dynamic effect progressive collapse of frame structures. PhD dissertation, The University of Texas at Austin, 2003.
- 223.** *Kirk A. Marchand, Farid Alfawakhive.* Blast and Progressive Collapse. – AISC, 2005.
- 224.** *Meng-Hao Tsai, Bing-Hui Lin.* Investigation of progressive collapse resistance and inelastic response for an earthquake-resistant RC building subjected to column failure. Engineering structures, №30, 2008.
- 225.** *Powell, Graham.* Progressive Collapse: Case Studies Using Nonlinear Analysis. SEAOC Annual Convention, Monterey, August 2004.
- 226.** *Ruth P., Marchand K. A., Williamson E. B.* Static equivalency in progressive collapse alternate path analysis: reducing conservatism while retaining structural integrity. J Perform Constr Fac 2006; 20(4):309–64.181. SAP 2000 v.12 manuals.
- 227.** *Starossek U. and Maren W.* Progressive collapse: design strategies. IABSE symposium, Lisbon 2005.
- 228.** *Sullivan T. J., Calvi G. M., Priestley M. J.* “Initial stiffness versus secant stiffness in displacement based design”// Proceedings of 13 World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, 2004: paper №2888.
- 229.** *Roytman V. M., Pasman H. J. and Lukashevich I. E.* The Concept of Evaluation of Building Resistance against combined hazardous Effects “Impact–Explosion–Fire” after Aircraft Crash. – Fire and Explosion Hazards. Proceedings of the Fourth International Seminar, 2003, London–derry, NI, UK, pp. 283–293.
- 230.** *A. Frangi.* Natural Full-Scale Fire Test on a 3 Storey XLam Timber Building / Andrea Frangi, Giovanna Bochicchio, Ario Ceccotti, Marco Pio Lauriola – 2006. – 8 p.
- 231.** *Alexander S.* 2004. New approach to disproportionate collapse. Viewpoint in the Structural Engineer, 7 December 2004.
- 232.** *Ellingwood B.R., Smilowitz R.* «Best practices for reducing the potential progressive collapse for in buildings», NIST, USA 2006.
- 233.** *Bilow D.* «GSA. Progressive Collapse Design Guidelines Applied to Concrete Moment–Resisting Frame Buildings», Triservice

Infrastructure Systems Conference & Exposition, St. Louis, MO – August 2005.

234. *Vladimir M. Roytman, Igor Lukashevich.* Engineering Method for Prompt Assessment of Structural Resistance against Combined Hazard Effects. – Resilience of Cities to Terrorist and other Threats: Learning from 9/11 and further Research Issues / Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Urban Structures Resilience under Multi-Hazard Threats: Lessons of 9/11 and Research Issues for Future Work. Moscow, Russia, 16 July –18 July 2007. – Published by Springer, 2008, p. 239–256.

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

236. *U.S. Fire Administration.* Residential Structure and Building Fires. October 2008.-77 p.

237. *Tall building structures: analysis and design / Bryan Stafford Smith, Alex Coull // John Wiley & Sons. Inc., USA, 1991.-537 p.*

238. *BS EN 402:2003.* Respiratory protective devices. Lung governed demand self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with full-face mask or mouthpiece assembly for escape. Requirements, testing, marking.

239. *World Trade Center Building Performance Study: Data Collection, Preliminary Observations, and Recommendations.* Federal Emergency Management Agency (FEMA), 403 /May 2002, New York.

240. *UFC 4–023–03.* Unified Facilities Criteria (UFC). Design of Buildings to Resist Progressive Collapse. Department of Defense USA, 2005.

241. *T. Ring.* Large-scale fire tests on concrete – design and results / Thomas Ring, Matthias Zeiml, Roman Lackner – Budapest. – 2011. – 25 p.

242. ('http://images.km.ru/issue/pa/pa_2006_dmitriev3b.jpg', 400,280).

243. [<http://tsn.ua/varta/pozhezhniki-ne-vryatuyut-meshkantsiv-hmarochosiv-ta-gluhih-sil.html>].

244. <http://tsn.ua/varta/pozhezhniki-ne-vryatuyut-meshkantsiv-hmarochosiv-ta-gluhih-sil.html>.

245. http://ohrana-bgd.narod.ru/edaproiz_85.html

246. <http://www.know-house.ru/>

247. http://www.buroviki.ru/st_ognestojkost_stroitelnyh_materialov.html
248. <http://www.ogniotrwale.polfirms.com.ua/>
249. <http://www.know-house.ru/>
250. http://www.sitmag.ru/article/buildsklad/2006_09_A_2007_02_02-18_31_06/
251. <http://www.ogniotrwale.polfirms.com.ua/>
252. <http://bibliograph.com.ua/ogneupory/65.htm>
253. О защите небоскребов: www.skyscraperdefense.com.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



Народився 8 травня 1943 р. у м. Мідногорську (Росія). У 1966 р. закінчив інженерно-будівельний факультет Казахського політехнічного інституту за спеціальністю „Промислове і цивільне будівництво”. З 1982 р. доцент кафедри будинків та споруд аеропортів (з 1986р. по 1992р. - декан факультету аеропортів) Київського інституту інженерів цивільної авіації (з 2000 р. – Національний авіаційний університет), з 2002 р. - доцент, з 2007 р. – професор кафедри комп'ютерних технологій будівництва, а з 2010 р. - професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Навчально - наукового інституту Аеропортів НАУ.

У 1973 р. захистив кандидатську дисертацію на тему: «Особливості роботи позацентрова стиснутих коротких елементів із керамзитобетону з малими величинами ексцентриситетів» за спеціальністю 05.23.01

Першаков Валерій Миколайович

Професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету, зам. голови спеціалізованої вченої ради НАУ К26.062.12, академік Академії будівництва України, академік Інженерної Академії України, доктор технічних наук, професор.

Нагороджений медалями “В пам'ять 1500-річчя Києва” (1983), “Ветеран праці” (1989), почесним знаком “Винахідник СРСР” (1985), почесною грамотою МОН України (2001), почесним знаком “Відмінник освіти України” (2003), нагрудними знаками «За сумлінну працю» (2008), “Ветеран НАУ” (2011), «За наукові та освітні досягнення» (2014), грамотою Солом'янської районної в місті Києві державної адміністрації (2013), лауреат премії Академії будівництва України ім. академіка М. С. Буднікова (2014), переможець конкурсу на здобуття «Великої срібної медалі» Академії будівництва України (2014), переможець конкурсу на кращий навчальний посібник НАУ (2015,2016), CERTIFICATE Aviation English Training Centre NAU (2017).

Основні опубліковані праці:

1. Bielyatynskiy A. Metal Structures in Construction / Bielyatynskiy A., Pershakov V., Ivannikova V. Монографія. Germany. Scholars Press. 2015. - P. 210.
2. Першаков В. М. Проблеми протидії конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд / Першаков В. М., Барабаш М. С., Белятинський А. О., Лисницька К. М. Монографія. --К.: НАУ,

"Будівельні конструкції, будівлі та споруди". В 2012 р. захистив докторську дисертацію на тему: «Створення ефективних типів залізобетонних рам з несучими елементами змінного перерізу» за спеціальністю 05.23.01 "Будівельні конструкції, будівлі та споруди". Науковий консультант д.т.н., професор Барашиков А. Я., Лауреат Державної премії України.

Наукові дослідження пов'язані з вивченням теоретичних та експериментальних питань будівельних залізобетонних, металевих конструкцій промислових, цивільних, сільськогосподарських будівель та споруд, а також автомобільних доріг та аеродромів.

Автор 270 наукових праць, в том числі один підручник, два навчальних посібника з грифом МОН, 16 навчальних посібників, 13 монографії, 6 каталогів і ТУ, 18 авторських свідоцтв та патентів, 15 методичних вказівок. Учасник 50 міжнародних та регіональних наукових конгресів та конференцій.

2015. - 456 с.

3. Першаков В. М. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху / Першаков В. М., Белятинський А. О., Степанчук О. В., Кротов Р. В. Монографія. --К.: НАУ, 2015. -176 с.

4. Першаков В. М. Вертодроми. / Першаков В. М., Белятинський А. О., Близнюк Т. В., Семироз Н. Г. Монографія. --К. : Видавництво НАУ, 2014. – 370 с.

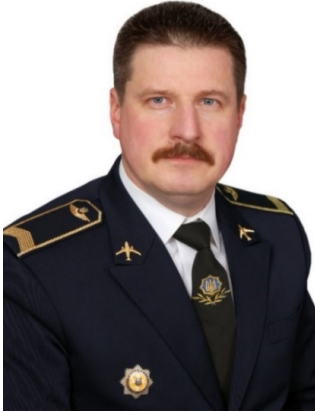
5. Металеві конструкції. Метали і зварювання в будівництві (англ. мовою): Навчальний посібник. / Белятинський А. О., Першаков В. М., Лапенко О. І., Пилипенко О. І., Кужель Н. І., Гирич В. Ю.– К. : НАУ. – 2013. – 208 с. (Гриф МОН України. Лист № 1/11-9776 від 10.06.2013 р).

6. Англомовна освіта в Національному авіаційному університеті (1999-2009рр.) / Кулик М. С., Тунік А. А., Акмалдінова О. М., Першаков В. М., Олешко Т. А. Монографія. --К.: НАУ, 2010. - 64 с.

7. Pershakov V. M. Reinforced concrete and stone structures / Залізобетонні та кам'яні конструкції: Textbook / підручник. – К. : НАУ, 2009. – 328 р. (Гриф МОН України. Лист 1.4/18-Г-79 від 10.01.2009 р).

8. Першаков В. М. Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам. Монографія. – К. : НАУ, 2007. – 301 с.

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



Белятинський Андрій Олександрович

Заступник директора Навчально-наукового інституту Аеропортів з наукової роботи, завідувач кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Національного авіаційного університету, голова спеціалізованої вченої ради K26.062.12 НАУ, академік Транспортної Академії України, академік Інженерної Академії України, вчений секретар Міжнародної асоціації спеціалістів промислової гідравліки і пневматики, доктор технічних наук, професор.

Народився 24 грудня 1970 р. у м. Києві (Україна). У 1993 р. з відзнакою закінчив Київський автомобільно-дорожній інститут за спеціальністю "автомобільні дороги та аеродроми". У 1991-1993 рр. навчався і проходив стажування в Німеччині (м. Нюрнберг). У 1993 р. працював дорожнім майстром Гайворонської районної дорожньо-ремонтно-будівельної дільниці.

З 1993 по 1996 рр. аспірант Українського транспортного університету. Одночасно у 1996-2004 рр, старший науковий співробітник кафедри мостів та тунелів Національного транспортного університету. У 1996 р. захистив кандидатську дисертацію на тему "Дослідження місцевого розмиву біля опор мостів при їх реконструкції методами стереофотограмметрії" за спеціальністю 05.22.11 - "автомобільні шляхи та аеродроми". Доцент по кафедрі комп'ютерних технологій (2002).

З 1999 по 2003 рр, докторант Національного транспортного

Нагороджений відзнаками Інституту екології та дизайну НАУ (2005), «Почесний дорожник» (Укравтодор) (2008), медаллю «За сумлінну працю» (2010), переможець конкурсу на здобуття «Великої срібної медалі» Академії будівництва України (2014), переможець конкурсу на кращій навчальний посібник НАУ (2015,2016).

Основні опубліковані праці:

1. Металеві конструкції. Метали і зварювання в будівництві (англ. мовою): Навчальний посібник. / Белятинський А. О., Першаков В. М., Лапенко О. І., Пилипенко О. І., Кужель Н. І., Гирич В. Ю.– К.: НАУ. – 2013. – 208 с. (Гриф МОН України. Лист № 1/11-9776 від 10.06.2013р).

2. Зависимость состояния заглубленных конструкций объектов аэропортов от граничного равновесия грунтового полупространства. (англ. мовою) / Белятинський А. О., Прусос Д. Е / Mokslas – Lietuvos Atetitis. Science – Future of Lithuania. Civil and Transport Engineering, Aviation Technologies. Vilnius (Lietuva): Technika, 2011, Vol. 3, № 2. – P.118–125.

3. Особенности функционирования

університету. У 2003 році обраний членом-кореспондентом Транспортної Академії України. Наукові дослідження пов'язані з вивченням засобами математичного моделювання та геоінформаційних систем процесів стоку під час стихійних лих в важкодоступних гірських районах з використанням аерокосмічної інформації та стереофотозйомки. У 2005 р. захистив докторську дисертацію на тему "Гідрологічні розвідування мостових переходів з застосуванням методів дистанційного зондування Землі" за спеціальністю 05.22.11 "автомобільні шляхи та аеродроми".

З 2006 р. заступник директора Інституту міського господарства з наукової роботи, директор Інституту міського господарства, заступник директора Навчально наукового інституту Аеропортів з наукової роботи Національного авіаційного університету. Завідувач кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів.

Автор понад 300 наукових праць: 180 статей, 8 навчальних посібників, 5 монографій, 8 патентів. Учасник 45 міжнародних та регіональних наукових конгресів та конференцій.

автоматизированных систем управления дорожным движением в городах Украины / Белятинський А. О., Степанчук А. В., Пилипенко А. И. / Mokslas – Lietuvos Ateitis. Science – Future of Lithuania. Civil and Transport Engineering, Aviation Technologies. Vilnius (Lietuva): Technika, 2013, Vol. 3, № 5. – P. 118–125.

4. Experimental research into shallow flows of rainwater on the airport runways / A. Belyatynsky, I. Klimenko, O. Prentkovskis, J. Krivenko / TRANSBALTICA 2011. Proceedings of the 7-th International Scientific Conference. May 5-6, 2011. VGTU, Lithuania. Vilnius: Technika, 2011. – P. 181–185.

5. The experimental study of shallow flows of liquid on the airport runways and automobile roads / A. Belyatynsky, O. Prentkovskis, J. Krivenko / Transport. Vilnius (Lietuva): Technika, 2010, № 25 (4). – P. 394–402.

6. Bielyatynskiy A. Metal Structures in Construction / Bielyatynskiy A., Pershakov V., Ivannikova V. Монографія. Germany. Scholars Press. 2015. - P. 210.

7. Першаков В. М. Проблеми протидії конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд / Першаков В. М., Барабаш М. С., Белятинський А. О., Лисницька К. М. Монографія. –К.: НАУ, 2015. - 456 с.

8. Першаков В. М. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху / Першаков В. М., Белятинський А. О., Степанчук О. В., Кротов Р. В. Монографія. –К.: НАУ, 2015. -176 с.

9. Першаков В. М. Вертодроми. / Першаков В. М., Белятинський А. О., Близнюк Т. В., Семироз Н. Г. Монографія. –К.: Видавництво НАУ, 2014. – 370 с.



Бакулін Євгеній Анатолійович

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівництва Національного університету біоресурсів і природокористування. Член спеціалізованої вченої ради К26.062.12 Національного авіаційного університету.

Основні опубліковані праці:

Народився в 1959 р., м. Чернівці. У 1988 р. закінчив Київський інженерно-будівельний інститут за спеціальністю "Промислове та цивільне будівництво". З 1979–1988 рр. працював керівником технічного відділу Управління житлового господарства Київської міської Ради народних депутатів. З 1988–2002 рр. керівник виробничо-технічного відділу тресту „Академрембуд”. З 2002–2003 рр. головний інженер Науково-технічного центру Інституту електрозварювання ім. С. О. Патона НАН України.

На кафедрі комп'ютерних технологій будівництва Національного авіаційного університету працює з 2003 року.

У 2010 р. захистив дисертацію "Визначення надійності будівель підвищеного рівня відповідальності з урахуванням факторів ризику» за спеціальністю 05.23.01 "Будівельні конструкції, будівлі та споруди". Наукові дослідження пов'язані з вивченням проблем надійності

1. Патент 24095 Україна, МПК⁶ Е 04 G 23/02. Конструкція цегляно-залізобетонної рами / Колчунов В. І., Бакулін Є.А., Коба В. А., Яковенко І.А.; заявл. 23.10.06; опубл.25.06.07, Бюл. № 9.

2. Architecture of buildings and structures / Manual for students. Book Publishers, Research Firm Performance./ Kostyra N., Bakulina W. / – К.: «Slavutich-Dolphin», 2007. – 42 р.

3. Архитектурно – строительная энциклопедия / Под редакцией д.т.н. А. Б. Гольшева. / Гольшев А. Б. Бакулін Е. А. и др.– К.: Основа, 2008. – 648 с.

4. Оптимізація теплозахисту зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі// Будівництво України./ Бакулін Е. А., Костира Н. О., – К., 2011. – Вип. 4. – С. 11–15.

5. Сучасні теплоізолюючі фасадні системи / Проблеми розвитку міського середовища. Науково-технічний збірник. / Бакулін Е. А., Костира Н. О., Бакуліна В. М. – К.: НАУ, 2012. – Випуск №7. – С. 12– 16.

6. Дослідження коефіцієнту запасу палі при умові збільшення сейсмічності ділянки/ Проблеми розвитку міського середовища: наук.-техн. збірник/ Бакулін Е. А., Костира Н. О., – К.: НАУ, 2013. – Вип. 9. – С. 19-26.

7. The method of calculating the metal frame considering its spatial work/ Aviation in the XXI-st century. Safety in Aviation and Space Technologies: the VI world congress /, Kostyra N. /September

будівель та споруд підвищеного рівня відповідальності. Автор 26-ти наукових та навчально-методичних праць, 1 патент.



Народився в 1934 р. в м. Харкові. У 1960 р. закінчив Київський інженерно-будівельний інституту за спеціальністю "Архітектура". З 1960–1964 рр. працював архітектором та керівником групи в проектному інституті ДІПРОХАРЧОПРОМ. З 1964–1971 рр. працював на посаді молодшого наукового співробітника в науковому відділенні КиївЗДНІЕП, паралельно готуючи дисертацію. З 1971–2004 рр. займався науково-дослідницькою та проектною діяльністю в УкрДІПРОЦИВІЛЬСІЛББУДі, керуючи спочатку

03-06, 2014: abstracts. – К., 2014. – Р. 6-9.

8. Визначення впливу нової забудови на фундаменти існуючих будівель/ Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 53. – С. 10-15.

Болотов Григорій Іванович

Доцент кафедри містобудування Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету, кандидат архітектури, старший науковий співробітник.

Нагороджений Бронзовою медаллю ВДНГ СРСР (1971), почесними знаками:

"Переможець соціалістичного змагання 1973 року" (1974), "Ударник дев'ятої п'ятирічки" (1975), "Ударник десятої п'ятирічки" (1981), дипломом другого ступеня ВДНГ УРСР, медалями: "В пам'ять 1500-річчя Києва" (1982), "Ветеран праці" (1986), нагрудними знаками «За сумлінну працю» (2009), "Ветеран НАУ" (2014).

Основні опубліковані праці:

1. Болотов Г. І. Основи формування архітектурного середовища монографія: / Болотов Г. І.- К.: "Лазурит - Поліграф". 2012. – 568 с.
2. Болотов Г. І. Енергетичний комфорт власної оселі: монографія / Болотов Г. І. –К.: ТОВ Основа-Принт, 2009. – 140 с.
- 3 *Bolotov G. I., Timoshenko M. N. SOURCES OF DEVELOPMENT OF AVIATION BASE ARE IN UKRAINE. PERSONALITIES AND MEMORABLE*

сектором, а потім і відділом громадських будівель та споруд.

В 1980 році захистив дисертацію на ступень кандидата архітектури за спеціальністю 18.00.02 “Архітектура будівель та споруд”.

Має понад 130 наукових праць. За його проектами побудовано понад 30 громадських будівель.

З 2004 року викладає на кафедрі містобудування Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету.

Учасник розробки нормативних документів та ДБН.

PLACES. Congress Aviashin in XXI Centori Kyiv NAU-Друк, 2012. Bolome P.– p. 21-32.

4. Болотов Г. И. Архитектура сел Украины / З. В. Моисеенко, В. Н. Косенко, Ю. А. Косенко, Г. И. Болотов. – К.: «Будівельник», 1987. – С. 174 -176.

5. Болотов Г. И. Градостроительный почерк зодчего несет психотипические особенности / Сб. «Проблеми розвитку міського середовища», вип.7, 2012. – С.41-48.

6. Болотов Г. И. Сакральные символы в архитектурной среде Киева /Сб.: Формоутворення культурно-побутового середовища палацово-паркових комплексів другої половини XVIII – початку XX століття. – Чернігів : Видавець Лозовий В. -М., 2012. –С. 321- 325.

7. Болотов Г. И. Интегрированные коммуникационные территории Міжнародний науково-практичний конгрес «Міське середовище -XXI ст. Архітектура. Будівництво. Дизайн», 15-18 березня 2016 р.: тези доповідей. –К.: НАУ, 2016.- С.6-7.



Попович

Іванна Олександрівна

Аспірант та асистент кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів, магістр з будівництва Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету.

Основні опубліковані праці:

Народилася 20 березня 1992 року у м. Хуст Закарпатської області (Україна). У 2014 році закінчила Національний авіаційний університет за спеціальністю «Промислове та цивільне будівництво». З 2015 року – аспірант кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Національного авіаційного університету.

Основний напрям наукової діяльності – удосконалення методів проектування вогнестійких конструкцій висотних будівель.

Автор 14 наукових праць, учасник міжнародних та регіональних конференцій.

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

2. Унікальні світові об'єкти будівництва // Будівництво України. / Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. О. – К.: Будівництво України №2, 2016. – С. 7-9.

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

4. Найбільші та найкрасивіші мости світу та транспортні розв'язки // Будівництво України. / Першаков В.М., Белятинський А.О., Лисницька К.М., Попович І.О. О. – К.: Будівництво України №3, 2016. – С. 9-13.

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

6. Assessment Stability and Informative of

Diagnostic Matrix in Analysis States of Reinforced Concrete Slab // Socolov, V., Musorina, T., Starshinova, E., Popovych ,I. / MATEC Web of Conferences, 2016.

7. Progressive Collapse of High-Rise Building from Fire // Pershakov, V., Bieliatynskyi, A., Popovych I., Lysnytska, K., Krashennnikov, V. / MATEC Web of Conferences, 2016.

8. Fire and explosion protection of high-rise building by means of plaster compositions. // Gravit, M., Mikhailov, E., Svintsov, S., Kolobzarov, A., Popovych, I. / Solid State Phenomena, 2016.

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

Наукове видання

В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін,
Г. І. Болотов, І. О. Попович

ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Монографія

Частина 2

ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ВІД ДІЇ ВОГНЮ

В авторській редакції

Під загальною редакцією
д.т.н., професора В. М. Першакова
Дизайн обкладинки – Г.І. Болотов, М.В. Бутик

Підписано до друку 27.02.2017. Зам. №27-02(1)/17.
Формат 60x84/16. Обл. вид. арк. 12.0. Наклад 300 прим.
Видавець: Національний авіаційний університет
03680. Київ-58, пр-т Космонавта Комарова, 1.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК №977 від 05.07.2002