

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ
УКРАЇНИ**

Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ
ДО СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
«ІННОВАЦІЙНІ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ПОЖЕЖНОЇ
БЕЗПЕКИ»**

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти

Харків 2024

Рекомендовано до друку
кафедрою пожежної
профілактики в населених
пунктах НУЦЗ України
(протокол № 19 від 18.06.2024 р.)

Укладачі: Н.В. Рашкевич

Методичні вказівки для самостійної підготовки до семінарських занять з дисципліни «Інноваційні інженерно-технічні заходи пожежної безпеки» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти / Укладач: Н.В. Рашкевич. Х.: НУЦЗУ, 2024. 87 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 1 РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА ПЛАНУВАННЯ І ЗАБУДОВА МІСТ	8
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 2 БЕЗПЕЧНЕ РОЗМІЩЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ЧАСТИН	10
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 3 ВИЯВЛЕННЯ І МОНІТОРИНГ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ПОЖЕЖ	12
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 4 ВОГНЕЗАХИСТ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	14
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 5 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ФАСАДНИХ СИСТЕМ	25
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 6 КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА СИМУЛЯЦІЯ	33
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 7 ОРГАНІЗАЦІЇ ШЛЯХІВ ЕВАКУАЦІЇ ЗАСОБАМИ БЕЗБАР'ЄРНОЇ АРХІТЕКТУРИ	36
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 8 ПРОТИДИМНИЙ ЗАХИСТ. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІДВАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ	38
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 9 ВИБУХОБЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА	41
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 10 ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	58
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 11 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАВ'ЯНИХ ЕКОСИСТЕМ	60
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 12 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	62
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 13 ПОПЕРЕДЖЕННЯ КРУПНИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ	64
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 14 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ	66
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 15 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЧО-СКЛАДСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ	68
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 16 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ ТЕПЛО-, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	70
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 17 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД ТА КОМУНІКАЦІЙ	72
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 18 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ	75
СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 19 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ В ЗОНІ БОЙОВИХ ДІЙ	78

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 20 МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА	
РОБОТА	80
ЛІТЕРАТУРА	83

ВСТУП

Мета викладання дисципліни полягає у поглибленні розуміння здобувачів вищої освіти сучасних підходів, технологій та інновацій у сфері пожежної безпеки.

Основні завдання вивчення дисципліни: є надбання здобувачами вищої освіти теоретичних знань з:

- забезпечення, в межах своєї компетенції, реалізації державної політики, спрямованої на забезпечення безпеки об'єктів, захисту населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та докілья від негативних наслідків пожеж;

- визначення відповідності стану будівельних об'єктів та споруд вимогам нормативних актів щодо їх пожежної безпеки;

- визначення відповідності стану будівель і споруд щодо їх експлуатації в умовах пожеж та надзвичайних ситуацій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен отримати:

знання:

- системи нормативних документів щодо пожежної безпеки будівельних об'єктів цивільного та промислового призначення, сільськогосподарських та інших об'єктів;

- способів інженерного забезпечення пожежної безпеки будівель, споруд та населення;

- існуючих та перспективних методів інженерно-технічного забезпечення безпеки експлуатації будівель та споруд забезпечення пожежної та техногенної безпеки;

- методики проведення перевірки щодо відповідності інженерно-технічних рішень будівель та споруд нормативним вимогам пожежної та техногенної безпеки;

уміння:

- застосовувати вимоги нормативних документів з питань пожежної безпеки для забезпечення безпечної експлуатації споруд і будівельних об'єктів;

- аналізувати пожежну небезпеку для будівель та споруд, рекомендувати заходи щодо їх захисту;

- оцінювати відповідність будівель та споруд вимогам забезпечення пожежної та техногенної безпеки;

- кваліфіковано рекомендувати технічні рішення щодо забезпечення пожежної та техногенної безпеки;

комунікація:

- зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень з питань нормативно-правового забезпечення організації та

забезпечення пожежної та техногенної безпеки що їх обґрунтовують, до фахівців та нефахівців;

автономія та відповідальність:

– пошук необхідної інформації, користування посібниками та нормативною документацією в області забезпечення безпечної експлуатації територій, будівельних об'єктів та споруд;

– здатність до подальшого вивчення нових нормативно-правових актів з питань пожежної та техногенної безпеки, творчого набуття нових знань;

– здатність до аналізу ситуації та прийняття відповідальних рішень у складних та непередбачуваних умовах, що потребують застосування нових підходів та прогнозування подій;

– організація проведення перевірок будівельних об'єктів.

Повинні бути сформовані наступні компетентності:

– здатність удосконалювати і розвивати свій інтелектуальний та загальнокультурний рівень;

– здатність самостійно придбавати і використовувати в практичній діяльності нові знання і уміння, поглиблювати свій технічний світогляд;

– здатність аналізувати та оцінювати небезпеки щодо будівельних об'єктів;

– здатність оцінювати відповідність споруд і будівельних об'єктів вимогам забезпечення пожежної безпеки;

– уміння співпрацювати з представниками інших галузей в ході обстеження об'єктів з метою забезпечення пожежної безпеки;

– здатність рекомендувати заходи щодо забезпечення пожежної та техногенної безпеки об'єктів.

Результати навчання:

– аналізувати і прогнозувати суспільні явища й процеси, знати нормативно-правові засади забезпечення пожежної безпеки, питання правового регулювання забезпечення пожежної безпеки об'єктів і територій;

– пояснювати процеси впливу небезпечних чинників пожежі на навколишнє середовище; застосовувати теорії захисту людини, матеріальних цінностей і докілья від впливу небезпечних чинників пожежі, знання математичних та природничих наук у сфері професійної діяльності;

– знати властивості горючих речовин і матеріалів, механізм виникнення процесів горіння і вибуху; розраховувати параметри пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів та оцінювати особливості їх поведінки в умовах пожежі;

– аналізувати інформацію про наявність розроблених і обґрунтованих заходів з підвищення рівня протипожежного захисту об'єкта; розробляти та пропонувати обґрунтовані заходи, інженерно-технічні рішення щодо запобігання виникненню та поширенню пожеж;

– аналізувати стан протипожежного захисту об'єкта та ступінь

виконання розпорядчих документів з питань забезпечення пожежної безпеки;

- робити висновок щодо застосування будівельних матеріалів та конструкцій у будівлях та спорудах; аналізувати відповідність конструктивного виконання протипожежних перешкод у будівлях та спорудах вимогам будівельних норм;

- аналізувати дані щодо призначення будівель та споруд і режиму їх експлуатації, відповідність об'ємно-планувальних, конструктивних рішень, зокрема евакуаційних шляхів та виходів; інженерно-технічних рішень в будівлях та спорудах вимогам пожежної безпеки;

- використовувати інформаційні технології, системи управління базами даних та стандартні пакети прикладних програм у професійній діяльності.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 1

ТЕМА: «РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА ПЛАНУВАННЯ І ЗАБУДОВА МІСТ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення зі змістом інженерно-технічних заходів пожежної безпеки, особливостями розміщення об'єктів та планування і забудови міст.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Проект і стадії проектування.
2. Основи планування міських та сільських поселень.
3. Генеральні плани.
4. Просторово-планувальна організація територій
5. Сельбищні території
6. Виробничі території
7. Ландшафтні та рекреаційні території
8. Соціальна інфраструктура
9. Транспортна інфраструктура
10. Інженерна інфраструктура
11. Інженерна підготовка і захист території
12. Екологічні умови містобудівного проектування

Питання для перевірки знань

1. Які нормативні вимоги щодо розміщення об'єктів для забезпечення пожежної безпеки?
2. Як впливають відстані між будівлями на ефективність пожежогасіння?
4. Як враховується пожежна безпека при розробці генерального плану міста?
5. Як враховується доступність пожежних під'їздів та вододжерел при плануванні міських районів?
7. Які будівельні матеріали рекомендуються для використання в міській забудові для підвищення пожежної безпеки?
8. Які інноваційні технології використовуються для підвищення пожежної безпеки у сучасному міському будівництві?
10. Як планувати розташування пожежних депо для забезпечення максимальної швидкості реагування на пожежі?

11. Які вимоги існують до проектування транспортних магістралей для забезпечення доступу пожежної техніки?
12. Як інтеграція велосипедної інфраструктури впливає на планування пожежних шляхів?
13. Як впроваджувати зелений дизайн у міське планування, не знижуючи пожежну безпеку?
14. Які заходи можуть сприяти зниженню ризиків пожеж у міських лісопаркових зонах?
15. Як адаптувати міські забудови до підвищених ризиків пожеж у зв'язку зі зміною клімату?
16. Як врахувати потреби в пожежній безпеці для різних соціальних груп у міському плануванні?
17. Які заходи можуть сприяти підвищенню обізнаності населення щодо правил пожежної безпеки?
18. Як забезпечити безпечні умови для евакуації всіх категорій населення у разі пожежі?
19. Які нормативно-правові акти регулюють пожежну безпеку у процесах планування та забудови міст?
20. Як забезпечити дотримання протипожежних вимог під час будівництва та експлуатації будівель?
22. Які сучасні технології використовуються для моніторингу пожежної безпеки у містах?
23. Як використання геоінформаційних систем (ГІС) сприяє підвищенню пожежної безпеки у міському плануванні?

Питання для самостійної підготовки

1. Проблеми планування та розміщення пожежно-рятувальних частин.
2. Оптимізація розміщення пожежно-рятувальних частин. Основні обмеження.
3. Підходи та методи щодо вибору місця розміщення пожежно-рятувальних частин.
4. Управлінські рішення з вибору місця розміщення пожежно-рятувальних частин.
5. Рекомендації з огляду на сучасні реалії щодо безпечного розміщення та функціонування пожежно-рятувальних частин.
6. Використання геоінформаційних систем (ГІС) для моделювання розміщення пожежно-рятувальних частин.
7. Оцінка часу реагування пожежно-рятувальних частин у різних типах забудови.
8. Аналіз впливу транспортної інфраструктури на доступність пожежно-рятувальних частин.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 2
ТЕМА: «БЕЗПЕЧНЕ РОЗМІЩЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ
ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ЧАСТИН»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення зі змістом інженерно-технічних заходів пожежної безпеки, особливостями розміщення об'єктів та планування і забудови міст.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Проблеми планування та розміщення пожежно-рятувальних частин.
2. Оптимізація розміщення пожежно-рятувальних частин. Основні обмеження.
3. Підходи та методи щодо вибору місця розміщення пожежно-рятувальних частин.
4. Управлінські рішення з вибору місця розміщення пожежно-рятувальних частин.
5. Рекомендації з огляду на сучасні реалії щодо безпечного розміщення та функціонування пожежно-рятувальних частин.
6. Використання геоінформаційних систем (ГІС) для моделювання розміщення пожежно-рятувальних частин.

Питання для перевірки знань

1. Роль стратегічно розташованих пожежно-рятувальних частин у міських умовах.
2. Послідовність визначення місць дислокації пожежно-рятувальних частин.
3. Поділ пожежних депо.
4. Проблеми планування та розміщення пожежно-рятувальних частин.
5. Цілі оптимізації розміщення пожежних підрозділів.
6. Ключові аспекти оптимізації.
7. Обмеження щодо розміщення пожежно-рятувальних частин. Час реакції. Пропускна здатність дороги. Природний рельєф. Економічний розвиток.
8. Управлінські рішення з розміщення пожежно-рятувальних частин.
9. Вплив бойових дій на пожежно-рятувальну частину.
10. Захист пожежних підрозділів.

11. Основні способи підвищення фізичної стійкості будівель пожежно-рятувальних частин до дії звичайних засобів ураження.
12. Вплив розміщення пожежно-рятувальних підрозділів на довкілля.
13. Основні елементи пожежного депо.

Питання для самостійної підготовки

1. Світовий досвід у плануванні пожежно-рятувальних частин.
2. Оцінка ризиків та визначення пріоритетних зон для розміщення пожежно-рятувальних частин.
3. Планування пожежно-рятувальних частин у контексті сталого розвитку міст.
4. Інтеграція пожежно-рятувальних частин з іншими службами екстреної допомоги.
5. Оцінка впливу змін клімату на потреби у розміщенні пожежно-рятувальних частин та адаптація планів розвитку.
6. Поняття про узгодження проектно-конструкторської документації.
7. Особливості розміщення об'єктів з небезпечними радіаційними, хімічними речовинами, вибуховими речовинами, легкозаймистими і горючими речовинами.
8. Особливості розміщення атомних електростанцій.
9. Особливості розміщення об'єктів в районах з небезпечними природними умовами (при загрозі землетрусів, зсувів, на підтоплюваних територіях, на підроблюваних територіях та просідаючих ґрунтах).

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 3
ТЕМА: «ВІЯВЛЕННЯ І МОНІТОРИНГ ПОТЕНЦІЙНО
НЕБЕЗПЕЧНИХ ПОЖЕЖ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомити з методами виявлення та моніторингу пожеж.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Пожежний моніторинг будівель та споруд як інформаційна технологія і необхідна умова безпеки людей та збереження матеріальних цінностей.
2. Традиційні методи виявлення та моніторингу пожеж (що мають довгу історію застосування).
3. Сучасні технології що використовуються для виявлення пожеж.
4. Використання дронів для виявлення та моніторингу пожеж у важкодоступних місцях.
5. Виявлення і моніторинг потенційно небезпечних пожеж на території України за даними супутникового сканування.
6. Акустичний метод виявлення пожеж.

Питання для перевірки знань

1. Традиційні методи виявлення та моніторингу пожеж.
2. Конструкція та розташування спостережних (пожежних) веж.
3. Функції та обов'язки спостерігачів.
4. Переваги, недоліки спостережних веж.
5. Наземні патрулі. Організація та виконання.
6. Завдання та обов'язки патрулів.
7. Переваги, недоліки наземних патрулів.
8. Методи виявлення та моніторингу пожеж в середині об'єкта захисту.
9. Цілі моніторингу.
10. Особливості встановлення системи пожежного моніторингу.
11. Принцип роботи детектора диму.
12. Принцип роботи детектора полум'я.
13. Акустичні детектори.
14. Призначення камер спостереження.
15. Технічні характеристики камер спостереження.
16. Переваги використання камер спостереження.

17. Супутниковий моніторинг пожеж.
18. Оптична технологія супутникового моніторингу пожеж.
19. Інфрачервона технологія супутникового моніторингу пожеж.
20. Радарні системи супутникового моніторингу пожеж.
21. Спектрометрична технологія супутникового моніторингу пожеж.
22. Відомі супутникові системи та інструменти.
23. Використання даних супутникового моніторингу.
24. Безпілотні літальні апарати (БПЛА).
25. Наземні камери спостереження. Сфери застосування.

Питання для самостійної підготовки

1. Обмеження для використання дронів у моніторингу пожеж?
2. Які дані можуть збирати дрони для оцінки ситуації під час пожежі?
3. Інтеграція автоматизованих систем виявлення пожеж з іншими системами безпеки.
4. Можливості системи відеоспостереження для виявлення пожеж.
5. Як використання Інтернету речей (IoT) змінює підходи до моніторингу пожеж?
6. Як новітні технології, такі як штучний інтелект та машинне навчання, змінюють підходи до моніторингу пожеж?
7. Які алгоритми штучного інтелекту застосовуються для аналізу ризиків виникнення пожеж?
8. Як геоінформаційні системи (ГІС) використовуються для моделювання поширення пожеж?
9. Як системи моніторингу в реальному часі допомагають оперативно реагувати на пожежі?
10. Які технології зв'язку використовуються для передачі даних про пожежі у реальному часі?
11. Як забезпечується відповідність систем моніторингу пожеж нормативним вимогам?
12. Які соціальні наслідки можуть мати пожежі та як їх можна знизити завдяки ефективному моніторингу?
13. Оцінка ефективності впровадження систем виявлення пожеж на конкретних об'єктах.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 4

ТЕМА: «ВОГНЕСТІЙКІСТЬ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомити з інноваційними інженерно-технічними заходами вогнезахисту будівельних конструкцій.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Інноваційні заходи підвищення вогнезахисту деревини. Вогнезахисне просочування деревини.
2. Визначення стану деревини за горючістю після просочування під тиском
3. Прогнозування стану деревини за горючістю при вогнезахисному просочуванні
4. Інноваційні заходи підвищення вогнезахисту залізобетонних конструкцій.
5. Інноваційні заходи підвищення вогнезахисту металевих конструкцій.

Теоретична частина

1. Інноваційні заходи підвищення вогнезахисту деревини. Вогнезахисне просочування деревини.

Використання деревини в будівництві є популярним і досить поширеним матеріалом, який має свої переваги та обмеження.

Деякі ключові аспекти використання деревини в будівництві:

Екологічна стійкість. Деревина є природним матеріалом і має низький вуглецевий відбиток порівняно з іншими будівельними матеріалами.

Легкість обробки. Деревина легко обробляється, що дозволяє створювати різноманітні форми та конструкції, а також швидко виконувати будівельні роботи.

Теплоізоляція. Деревина має відмінні теплоізоляційні властивості, що дозволяє зменшити витрати на опалення та кондиціонування приміщень.

Дизайн та естетика. Деревина надає будівлям теплого та затишного вигляду, що робить їх привабливими для багатьох власників.

Міцність. Правильно оброблена та захищена деревина може бути дуже міцною та довговічною.

Однак існують і обмеження використання деревини:

Пожежна небезпека. Деревина легко піддається вогню, тому необхідні спеціальні заходи щодо вогнезахисту.

Вплив вологості та шкідників. Деревина може псуватися внаслідок вологості та пошкоджень, а також стати місцем для розвитку плісняви та грибків.

Підвищені вимоги до обслуговування. Дерев'яні конструкції можуть вимагати регулярного обслуговування та обробки для збереження своїх властивостей.

Обмежена масштабність. Для побудови великих споруд потрібно значна кількість деревини, що може вплинути на екологічну стійкість.

Усі ці фактори слід ретельно враховувати при використанні деревини в будівництві та прийнятті рішень щодо конкретних проектів.

Пожежна небезпека деревини полягає у її високій легкозаймистості та швидкому поширенні полум'я. На пожежну небезпеку деревини впливають:

Легкозаймистість. Деревина є високолегкозаймистим матеріалом, що означає, що вона легко спалахає при контакті з вогнем.

Швидке поширення вогню. Під впливом високих температур та потоку повітря від полум'я вогонь може швидко розповсюджуватися по дерев'яних конструкціях, створюючи значну небезпеку для споруд та осіб, що перебувають у них.

Погіршення стану пожежнозахисних властивостей. Під впливом вогню деревина швидко втрачає свої структурні властивості та підтримує, що робить її більш небезпечною для пожежних.

Можливість утворення диму та отруйних газів. При горінні деревини утворюються дим та отруйні гази, які можуть бути шкідливими для здоров'я людей та викликати отруєння.

У зв'язку з цим, для зменшення пожежної небезпеки деревини необхідно застосовувати спеціальні заходи вогнезахисту, використовувати вогнестійкі обробки та покриття, а також дотримуватися вимог пожежної безпеки при проектуванні та будівництві.

У зв'язку зі зростаючими вимогами до пожежної безпеки та потенційними загрозами, які можуть виникнути внаслідок пожеж у будівлях, вогнезахисне просочування деревини стає важливим елементом будівельного процесу.

Вогнезахисне просочування деревини - це процес обробки деревини спеціальними хімічними препаратами, які зменшують її пожежну небезпеку. Основна суть цього процесу полягає в тому, щоб зробити деревину менш легкозаймистою та менш вразливою до горіння в разі пожежі. Вогнезахисні препарати можуть бути нанесені на поверхню деревини або вбудовані в її структуру за допомогою просочування.

Основні методи вогнезахисного просочування деревини включають:

1) Хімічне просочування. Деревину можна просочувати спеціальними хімічними розчинами, які містять вогнезахисні компоненти.

Хімічне просочування деревини може виконуватися за допомогою різних розчинів, які містять спеціальні хімічні речовини для забезпечення вогнезахисту та пожежної безпеки. Деякі з найбільш поширених розчинів для хімічного просочування деревини включають:

– **Амоній фосфат.** Цей речовина використовується для просочування деревини з метою запобігання вогню. Вона допомагає утворити захисний шар, який знижує горючість матеріалу та уповільнює поширення вогню.

– **Борати.** Боратні солі, такі як борат натрію або борат амонію, також використовуються для хімічного просочування деревини. Вони є ефективними антипіренами та можуть застосовуватися як під час будівництва, так і для обробки вже збудованих конструкцій.

– **Хлориди.** Деякі хлориди, наприклад, хлорид амонію або хлорид цинку, можуть бути використані як компоненти розчинів для хімічного просочування деревини. Вони мають властивості, що знижують горючість матеріалу та утворюють захисний шар.

– **Фосфати.** Фосфатні сполуки також можуть бути включені до розчинів для хімічного просочування деревини з метою підвищення вогнестійкості матеріалу та запобігання поширенню вогню.

2) Термічна обробка. Деревину можна обробити за допомогою термічних методів, таких як термомодифікація або піроліз. Ці методи дозволяють підвищити вогнестійкість деревини шляхом видалення вологи та інших горючих компонентів.

3) Використання вогнезахисних покриттів. Деревину можна покрити спеціальними вогнезахисними покриттями, які утворюють захисний шар, що запобігає поширенню вогню.

Найпоширеніші типи вогнезахисних покриттів:

1) Огнезахисні фарби. Ці покриття містять спеціальні хімічні речовини, які запобігають горінню деревини. Вони наносяться на поверхню деревини шляхом фарбування і утворюють захисний шар, який знижує горючість матеріалу.

Типи вогнезахисних фарб:

– **Фарби на основі води.** Ці фарби мають водну основу і легко наносяться на поверхню. Вони зазвичай мають низький вміст розчинників і випускають мало шкідливих викидів.

– **Фарби на основі розчинників.** Ці фарби містять органічні розчинники, такі як розріджувачі або розчинники, які допомагають розчинити покриття та розповсюдити його по поверхні. Фарби на основі розчинників можуть бути більш ефективними для захисту від вогню, але вони можуть мати більш високу токсичність і вимагають вентиляції під час застосування.

– **Фарби на основі водно-дисперсійних полімерів.** Ці фарби містять спеціальні полімерні складники, які утворюють захисний шар на поверхні. Вони можуть бути ефективними для захисту металевих конструкцій від вогню.

– **Фарби на основі інтумесцентів.** Ці фарби містять інтумесцентні добавки, які утворюють піну під дією високої температури. Ця піна утворює захисний шар, який запобігає поширенню вогню. Фарби на основі інтумесцентів широко використовуються для захисту сталевих конструкцій від вогню.

2) Вогнезахисні лаки. Ці покриття застосовуються аналогічно фарбам і містять хімічні речовини, які утворюють захисний шар на поверхні деревини, запобігаючи їй загорянню.

Типи вогнезахисних лаків:

– **Водорозчинні вогнезахисні лаки.** Ці лаки містять водний розчин активних складових, які відповідають за вогнезахист. Вони зазвичай мають низький рівень токсичності та випускають менше шкідливих викидів.

– **Розчинні в органічних розчинниках вогнезахисні лаки.** Ці лаки містять активні складові, розчинені у спеціальних органічних розчинниках. Вони можуть бути використані для покриття широкого спектру поверхонь і забезпечують ефективний вогнезахист.

– **Інтумесцентні вогнезахисні лаки.** Ці лаки містять спеціальні інтумесцентні добавки, які реагують на високу температуру та утворюють захисний шар, який затримує поширення вогню.

– **Акрилові вогнезахисні лаки.** Ці лаки містять акрилові смоли, які забезпечують добру адгезію до різних поверхонь та стійкість до атмосферних впливів.

– **Поліуретанові вогнезахисні лаки.** Ці лаки містять поліуретанові смоли, які забезпечують високу міцність та стійкість до механічних пошкоджень, що робить їх відмінним вибором для захисту підлог та інших виробів.

– **Силікатні вогнезахисні лаки.** Ці лаки містять силікатні смоли, які утворюють мінеральний шар під впливом високої температури. Вони широко використовуються для захисту дерев'яних та бетонних поверхонь.

– **Емульсійні вогнезахисні лаки.** Ці лаки містять водорозчинні вогнезахисні добавки і можуть бути використані для внутрішніх робіт у приміщеннях, де вимагається висока стійкість до вогню.

3) Пропитки. Пропитки - це спеціальні розчини, які вбираються в пори деревини та утворюють захисний шар всередині матеріалу. Вони можуть бути нанесені на поверхню деревини за допомогою розпилювача або наноситися за допомогою кисті.

Типи пропиток для вогнезахисту:

– **Інтумесцентні пропитки.** Ці пропитки містять спеціальні добавки, які під впливом високої температури збільшують свій об'єм і утворюють ізолюючий шар, що захищає матеріал від вогню.

– **Хімічні пропитки.** Вони містять хімічні речовини, які реагують з продуктами горіння та зменшують їх вплив на матеріал. Ці пропитки можуть включати антипірени, газові генератори та інші спеціальні компоненти.

– **Гідрофобні пропитки.** Ці пропитки надають матеріалу водовідштовхувальні властивості, що може зменшити його вогнебезпечність, оскільки вода може пригнічувати пожежу.

– **Фторополімерні пропитки.** Вони містять фторополімери, які утворюють захисний шар на поверхні матеріалу, який запобігає поширенню вогню.

– **Біореактивні пропитки.** Ці пропитки містять спеціальні мікроорганізми або ферменти, які розкладають горючі речовини та зменшують їх вплив на матеріал.

– **Амінімідні пропитки.** Вони містять амініміди, які взаємодіють з продуктами горіння та зменшують їх токсичність та вплив на матеріал.

4) Вогнезахисні грунтовки. Ці покриття наносяться на поверхню деревини перед фарбуванням або лакуванням і містять хімічні речовини для зменшення горючості матеріалу та підвищення пожежної безпеки.

Типи вогнезахисних грунтовок:

– **Акрилові грунтовки.** Ці грунтовки містять акрилові смоли, які утворюють захисний шар на поверхні матеріалу. Вони можуть бути нанесені на дерево, метал або бетон і надають вогнезахисні властивості.

– **Силікатні грунтовки.** Вони містять силікатні смоли, які реагують з мінеральними поверхнями, такими як бетон, утворюючи стійкий до вогню шар.

– **Целюлозні грунтовки.** Ці грунтовки містять целюлозні волокна, які надають вогнезахисні властивості дерев'яним поверхням.

– **Латексні грунтовки.** Вони містять латекс, який допомагає утворити еластичний шар на поверхні матеріалу, захищаючи його від вогню.

– **Пенетруючі грунтовки.** Ці грунтовки проникають у поверхню матеріалу і утворюють захисний шар всередині нього, що забезпечує більш ефективний захист.

– **Мінеральні грунтовки.** Вони містять мінеральні наповнювачі, такі як гіпс або цемент, які надають вогнезахисні властивості поверхні.

Інноваційні заходи з підвищення вогнезахисту деревини є важливими складовими стратегії забезпечення пожежної безпеки в будівництві та інших галузях. На основі аналізу досвіду та сучасних технологій, можна зробити наступні висновки:

– **щодо інноваційних матеріалів та технологій,** розробка нових вогнезахисних матеріалів та технологій просочування деревини є ключовим напрямком. Використання новітніх компонентів та методів дозволяє підвищити вогнестійкість матеріалу без зміни його основних властивостей.

– **щодо екологічної безпеки,** розробка екологічно безпечних вогнезахисних розчинів та просочувачів стає все важливішою у зв'язку з підвищенням уваги до екологічних проблем. Інноваційні рішення повинні бути ефективними і безпечними для навколишнього середовища.

– **щодо інтеграція інтелектуальних систем**, використання інтелектуальних систем контролю та моніторингу дозволяє підвищити ефективність вогнезахисних заходів шляхом постійного контролю за станом деревини та автоматичного реагування на пожежні загрози.

– **щодо стандартизації та сертифікації**, важливим кроком є створення стандартів та систем сертифікації для вогнезахисних матеріалів і технологій просочування деревини. Це допоможе забезпечити високу якість та безпеку застосування таких матеріалів.

– **щодо освіта та інформування**, важливою складовою є освіта та інформування громадськості про важливість вогнезахисту деревини та застосування інноваційних методів у цій сфері. Це сприятиме поширенню культури пожежної безпеки та зменшенню ризику виникнення пожеж.

Таким чином, інноваційні заходи з підвищення вогнезахисту деревини та вогнезахисного просочування є важливими для забезпечення безпеки будівель та споруд, захисту людей та майна від пожежної небезпеки. Впровадження новітніх технологій та матеріалів сприятиме покращенню пожежної безпеки та зменшенню ризиків пожеж.

2. Визначення стану деревини за горючістю після просочування під тиском.

Вогнезахисне просочування деревини є важливою складовою стратегії пожежної безпеки в будівництві, особливо там, де висока пожежна небезпека. Цей процес дозволяє зменшити ризик виникнення пожеж та зберегти життя та майно.

ДБН В.1.1-7:2016 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА
Загальні вимоги. https://e-construction.gov.ua/files/new_doc/3019922918881626107/2023-01-20/5c73ab5e-fc7d-4433-8bcf-6f78978113b6.pdf (Додаток А, Додаток Б).

Вогнезахисне просочування деревини розчинами антипіренів або полімерів є одним із ефективних методів захисту матеріалу від загоряння та поширення вогню. Вогнезахисні розчини містять спеціальні речовини, які перешкоджають загорянню або утворенню пламені на поверхні деревини.

Антипірени - це речовини, які зменшують швидкість горіння або знижують температуру самозаймання матеріалу. Вони діють шляхом зменшення виділення тепла або каталізу процесів горіння.

Полімери також можуть використовуватися для вогнезахисного просочування деревини. Під час нагрівання полімери можуть утворювати захисні шари або випускати гази, які перешкоджають поширенню вогню.

Переваги вогнезахисного просочування розчинами антипіренів або полімерів включають:

Ефективність. Ці розчини можуть значно знизити горючість деревини та утворення пламені, що робить її менш вразливою до пожежі.

Довготривала дія. Після просочування деревина може залишатися захищеною від вогню протягом тривалого часу.

Збереження властивостей матеріалу. Деякі вогнезахисні розчини можуть зберігати структурні та механічні властивості деревини, не псуючи її зовнішній вигляд або якість.

Широкий спектр застосування. Вогнезахисне просочування можна використовувати для різних видів деревини та конструкцій, що робить його універсальним методом захисту.

Просочування деревини антипіренами – це процес внесення спеціальних хімічних речовин, які зменшують горючість та запобігають поширенню вогню. Антипірени, які використовуються в цьому процесі, мають властивості, що знижують температуру самозаймання та утворення пламені на поверхні матеріалу.

Основні етапи просочування деревини антипіренами включають:

Підготовка поверхні. Деревина повинна бути чистою та сухою перед застосуванням антипіренів. Зазвичай вона проходить попередню обробку, щоб видалити забруднення та пил.

Вибір антипірена. Вибирають антипірени, які відповідають вимогам безпеки та ефективності. Це можуть бути хімічні сполуки, які при контакті з вогнем видаляють горючий газ або тліючі продукти, зменшуючи тим самим ймовірність появи вогню.

Нанесення антипірена. Антипірени наносять на поверхню деревини за допомогою різних методів, таких як фарбування, обприскування чи занурення. Це дозволяє речовинам проникнути в структуру деревини та створити захисний шар.

Сушіння та фіксація: Після нанесення антипірена деревина повинна пройти процес сушіння, під час якого відбувається фіксація захисного шару. Це може вимагати певного часу та впливу спеціальних умов, наприклад, температури чи вологості.

Тестування та контроль. Завершальний етап включає тестування якості та ефективності просочування. Можуть проводитися випробування на вогнестійкість та інші тести, щоб забезпечити дотримання встановлених стандартів.

Після просочування деревини під тиском вогнезахисними розчинами, важливо визначити її стан за горючістю, щоб переконатися в ефективності захисного заходу. Це можна зробити шляхом проведення спеціальних випробувань та оцінки вогнестійкості матеріалу. Ось деякі методи визначення стану деревини після просочування:

Випробування на горючість. Деревину можна піддати випробуванню на горючість, підпалюючи її та спостерігаючи за швидкістю та інтенсивністю горіння. Вогнезахисна обробка повинна значно зменшити горючість матеріалу та швидкість поширення вогню.

Вимірювання вогнестійкості. За допомогою спеціального обладнання можна виміряти температуру, при якій деревина загоряється, а також час, протягом якого вона здатна витримувати вогонь після просочування.

Хімічний аналіз. Можна виконати хімічний аналіз зразків деревини, щоб визначити наявність вогнезахисних речовин у її структурі та їх концентрацію після просочування.

Випробування на механічну міцність. Після просочування деревини під тиском її механічні властивості також можуть бути змінені. Важливо перевірити, чи не втратила вона міцність та стійкість після обробки.

Приклад задачі 1. Визначення стану деревини за горючістю після просочування під тиском.

До якого стану за горючістю переведено деревину внаслідок глибокого просочування під тиском, якщо до просочування деревина об'ємом $V = 8 \text{ м}^3$ важила $P_1 = 4000 \text{ кг}$, а після просочування, вивантаження з автоклаву та сушки – $P_2 = 4600 \text{ кг}$. Гранична концентрація антипірену, яка забезпечує досягнення важкогорючого стану, становить $a_N = 66 \text{ кг/м}^3$.

Приклад розв'язання задачі

1. Визначення кількості антипірену в усмоктаному сольовому розчині.

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 4600 - 4000 = 600 \text{ кг.}$$

2. Визначення питомої кількості антипірену.

$$a = \frac{\Delta P}{V} = \frac{600}{8} = 75 \text{ кг/м}^3.$$

Висновок. Питома кількість антипірену більше граничної концентрації ($a = 75 \text{ кг/м}^3 > a_N = 66 \text{ кг/м}^3$), тому можна вважати, що деревину переведено до важкогорючого стану.

Варіанти для самостійного розв'язання задач:

Варіант	$V, \text{ м}^3$	$P_1, \text{ кг}$	$P_2, \text{ кг}$
1	7	3500	3980
2	10	5000	5650
3	8	4200	4750
4	5	2400	2700
5	15	8000	8800
6	20	10100	11360
Варіант	$V, \text{ м}^3$	$P_1, \text{ кг}$	$P_2, \text{ кг}$
7	50	26100	29000
8	25	13000	14800
9	100	51000	57600
10	70	34500	48500

Визначення стану горючості деревини після просочування під тиском є критично важливим для забезпечення пожежної безпеки. Це дозволяє оцінити ефективність захисних заходів та визначити рівень безпеки будівель та споруд.

Для визначення горючості деревини після просочування використовуються різноманітні методи, такі як лабораторні тести, вогнетривкість, термічний аналіз та інші методи дослідження.

Стандартизація процедур та методів визначення горючості деревини допомагає забезпечити об'єктивність та точність результатів. Це важливо для порівняння результатів та розробки ефективних стратегій пожежного захисту.

Отримані результати визначення горючості після просочування під тиском слід використовувати при розробці планів пожежного захисту, виборі вогнезахисних матеріалів та технологій, а також для оцінки ризиків пожежі та розробки екстрених заходів безпеки.

У зв'язку з постійним розвитком технологій та матеріалів важливо постійно вдосконалювати методи визначення горючості деревини після просочування для забезпечення максимальної ефективності та безпеки.

Таким чином, визначення стану деревини за горючістю після просочування під тиском є важливим етапом у процесі забезпечення пожежної безпеки та вимагає систематичного підходу та використання найсучасніших методів та технологій.

3. Прогнозування стану деревини за горючістю при вогнезахисному просочуванні

Прогнозування стану деревини за горючістю після вогнезахисного просочування важливе для оцінки ефективності заходів з пожежної безпеки. Для цього можна використовувати різноманітні методи та підходи:

Моделювання реакції на пожежу. Використання комп'ютерних програм для моделювання реакції матеріалу на пожежу дозволяє прогнозувати зміни у горючості деревини після вогнезахисного просочування. Це дозволяє оцінити ризики пожежі та визначити необхідність додаткових заходів з безпеки.

Експертна оцінка. Залучення фахівців з пожежної безпеки для оцінки результатів вогнезахисного просочування деревини. Вони можуть врахувати різні фактори, такі як склад вогнезахисного розчину, тип деревини та умови експлуатації, щоб зробити прогноз щодо її горючості.

Емпіричні методи. Використання історичних даних та досвіду з попередніх випадків вогнезахисного просочування для прогнозування стану деревини після обробки. Цей підхід базується на аналізі результатів попередніх випробувань та вимірювань горючості.

Лабораторні випробування. Проведення спеціальних лабораторних випробувань для визначення горючості деревини після просочування. Ці

випробування можуть включати вимірювання температури горіння, швидкості поширення вогню та інших параметрів.

Приклад задачі 2. Прогнозування стану деревини за горючістю при вогнезахисному просочуванні.

До глибокого просочування під тиском деревина об'ємом V (м^3) важила P_1 (кг), а після просочування і вивантаження з автоклаву – P_2 (кг). Концентрація солей в просочувальному розчині c (%). Чи переводить зазначений вид вогнезахисту деревину до групи важкогорючих матеріалів, коли гранична концентрація антипірену, яка забезпечує такий стан становить $a_N = 66 \text{ кг/м}^3$?

Приклад розв'язання задачі

1. Визначення кількості усмоктаного сольового розчину:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 4600 - 4000 = 600 \text{ кг.}$$

2. Визначення кількості антипірену в усмоктаному сольовому розчині:

$$K = \frac{\Delta P \cdot c}{100} = \frac{990 \cdot 20}{100} = 198 \text{ кг.}$$

3. Визначення питомої кількості антипірену:

$$a = \frac{K}{V} = \frac{198}{3} = 66 \text{ кг/м}^3.$$

Висновок. Питома кількість антипірену дорівнює граничній концентрації ($a = 66 \text{ кг/м}^3 = a_N = 66 \text{ кг/м}^3$), тому можна вважати, що деревину переведено до важкогорючого стану.

Варіанти для самостійного розв'язання задач:

Варіант	$V, \text{ м}^3$	$P_1, \text{ кг}$	$P_2, \text{ кг}$	$c, \%$
1	7	3500	5810	20
2	10	5000	8000	20
3	8	4200	6500	25
4	5	2400	3700	25
5	15	8000	10500	15
6	20	10100	13500	20
7	50	26100	30000	25
8	25	13000	18000	20
9	100	51000	78000	18
10	70	34500	52000	20

Таким чином, прогнозування стану деревини за горючістю після вогнезахисного просочування є важливим для ефективного застосування захисних заходів та забезпечення пожежної безпеки. Для прогнозування використовуються різноманітні методи, включаючи математичне моделювання, комп'ютерне моделювання, аналітичні методи та експертні оцінки. Точність прогнозування є ключовим аспектом, оскільки від неї залежить ефективність захисних заходів. У зв'язку з постійним розвитком технологій та матеріалів важливо постійно вдосконалювати методи захисту, прогнозування стану деревини за горючістю.

Питання для перевірки знань

1. Заходи обмеження поширення пожежі між будинками.
2. Надайте визначення понять вогнестійкість, ступінь вогнестійкості.
3. Основні види граничних станів будівельних конструкцій з вогнестійкості.
4. Надайте визначення понять втрата несучої здатності, втрата цілісності, втрата теплоізолювальної здатності.
5. Заходи обмеження поширення пожежі в будинках.
6. Які сучасні вогнезахисні покриття використовуються для дерев'яних конструкцій?
7. Які нові матеріали застосовуються для вогнезахисту залізобетонних конструкцій?
8. Які сучасні вогнезахисні покриття використовуються для металевих конструкцій?
9. Які методи нанесення вогнезахисних покриттів забезпечують найкращу ефективність?
10. Як армування впливає на вогнестійкість залізобетонних конструкцій?

Питання для самостійної підготовки

1. Стійкість світлопрозорих фасадних конструкцій при пожежі.
2. Вогнезахист світлопрозорих фасадних конструкцій.
3. Які екологічні аспекти враховуються при розробці вогнезахисних матеріалів?
4. Як впливають геометричні параметри конструкцій на їхню вогнестійкість?
5. Як впливають кліматичні умови на ефективність вогнезахисту?
6. Як використання нанотехнологій впливає на вогнезахисні властивості будівельних конструкцій.
7. Які нові методи оцінки ефективності вогнезахисту застосовуються?
8. Які сучасні технології моніторингу дозволяють контролювати вогнезахист?
9. Перспективи розвитку вогнезахисних технологій у найближчому майбутньому.
10. Покращення співпраці між науковцями та будівельними компаніями для впровадження інновацій.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 5

ТЕМА: «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ФАСАДНИХ СИСТЕМ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомити з інноваційними інженерно-технічними заходами вогнестійкості фасадних систем.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Стійкість світлопрозорих фасадних конструкцій при пожежі.
2. Вогнезахист світлопрозорих фасадних конструкцій.

Теоретична частина

1. Стійкість світлопрозорих фасадних конструкцій при пожежі.

Висотні будівлі дозволяють максимально ефективно використовувати обмежені міські території, що є особливо важливим у великих мегаполісах з високою щільністю населення. Причому фасади висотних будівель все частіше виконуються із світлопрозорих конструкцій. Скляні фасади надають будівлям сучасного вигляду, дозволяють створювати легкі конструкції, що гармонійно вписуються в урбаністичний ландшафт. Крім того, такі конструкції часто використовуються для створення брендівих образів компаній і організацій, розміщених у цих будівлях. Також, використання сучасних склопакетів дозволяє значно зменшити енергоспоживання. Сучасні матеріали та інженерні рішення забезпечують високу стійкість до вітрових і сейсмічних навантажень, ефективну звукоізоляцію.

Актуальним залишається питання безпеки у випадку пожежі. Світлопрозорі конструкції повинні відповідати вимогам вогнестійкості, що забезпечує запобігання поширенню вогню на інші поверхні та частини будівлі.

Вивчення поведінки скла в умовах пожежі є комплексним і багатогранним напрямом досліджень, який охоплює аналіз температурних впливів, механічних навантажень, типів скла і ефективності систем протипожежного захисту. Результати досліджень спрямовані на забезпечення високого рівня безпеки у сучасному висотному будівництві, де світлопрозорі фасади стають все більш популярними.

Дослідження поведінки скла в умовах пожежі включають вивчення температурного впливу на скляні елементи. Скло, як матеріал, має високий коефіцієнт теплового розширення, і при нагріванні його поверхня може зазнавати значних внутрішніх напружень. Ці напруження можуть

призводити до утворення тріщин і руйнування скла. Вчені досліджують критичні температури, при яких скло починає втрачати свою цілісність, а також механізми розтріскування під впливом різних температурних градієнтів. Головним критерієм, що сприяє руйнуванню скла, є швидкість наростання температурного на ньому.

Значна увага приділяється впливу типу і складу скла на його поведінку під час пожежі. Існують різні види скла, такі як загартоване, ламіноване та багат шарове скло, кожне з яких має свої характеристики щодо вогнестійкості. Загартоване скло, наприклад, відрізняється підвищеною міцністю і стійкістю до високих температур, але може раптово руйнуватися при досягненні критичної температури. Ламіноване скло має міжшарову плівку, яка допомагає утримувати уламки скла разом, зменшуючи ризик травмування людей.

Вогнестійкість світлопрозорої конструкції залежить не тільки від вогнестійкості склопакета, однаково вона залежатиме і від елементів несучих конструкцій та їх здатність чинити опір пожежі. Стандартні алюмінієві профільні системи, що застосовуються в конструкціях, що захищають будівель, мають низьку межу вогнестійкості R5-R10. Застосовувані у складі конструкцій сплави алюмінію втрачають міцність при нагріванні до температури 200–250°C, а при температурі від 575 до 660°C переходять у розплавлений стан.

Дослідження вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій є важливим кроком до підвищення пожежної безпеки висотних будівель з світлопрозорими конструкціями, забезпечуючи обмеження поширення вогню.

Дослідники вивчають вплив механічних навантажень і зовнішніх факторів, таких як вітер та удари, на поведінку скла під час пожежі. Поєднання високих температур і механічних навантажень може прискорити процес руйнування скла. Такі дослідження дозволяють визначити умови, за яких скло залишається стабільним і безпечним, а також розробити рекомендації для проектування і монтажу скляних фасадів.

Проводиться аналіз впливу різних систем протипожежного захисту на зменшення ризику руйнування скла. Системи автоматичного пожежогасіння можуть знизити температуру навколо світлопрозорих конструкцій, уповільнюючи процес їхнього нагрівання і руйнування. Термоізоляція може захистити скляні фасади від безпосереднього впливу полум'я.

У роботі представлені наочні результати комп'ютерного моделювання, що характеризують позитивний вплив наявності козирків на обмеження впливу полум'я на фасад будівлі.

Дослідниками встановлено, що на ймовірність виходу полум'я на фасад будівлі впливає потужність вогнища пожежі, а розмір полум'я, що впливає на фасад, залежить від розмірів віконного отвору (співвідношення

висоти та довжини вікна). Відповідно, для запобігання переходу полум'я між суміжними поверхами необхідно регламентувати розміри віконних отворів.

Вивченню підлягають випадки пожеж у будівлях зі світлопрозорими фасадами для оцінки ефективності існуючих нормативних вимог і виявлення можливих недоліків у захисних системах]. Такий аналіз допомагає удосконалювати вимоги пожежної безпеки та розробляти нові, більш ефективні методи вогнезахисту.

На реальних пожежах під час руйнування світлопрозорого заповнення та виходу полум'я пожежі на фасад будівлі реалізується максимально швидкий приріст температури вздовж площини фасаду. На сьогоднішній день відсутні відомості про поведінку скла при зовнішньому впливі пожежі, а також відсутня будь-яка методика, що дозволяє спрогнозувати загрозу руйнування світлопрозорого заповнення вище поверху та розповсюдження пожежі по будівлі.

На пожежі світлопрозорі конструкції зазнають впливу високих температур. Спочатку, при нагріванні до високих температур, відбувається розширення матеріалу конструкцій (скла), що супроводжується внутрішніми напруженнями. Оскільки скло є аморфним матеріалом, воно не має чітко визначеної температури плавлення, а натомість м'якшає в діапазоні температур. Це призводить до виникнення термічних напружень через нерівномірний розподіл температури по товщині скла, особливо якщо одна сторона нагрівається значно швидше, ніж інша.

Коли температура перевищує критичну точку для певного виду скла, починається процес утворення мікротріщин. Ці тріщини утворюються внаслідок концентрації напружень у найслабших точках матеріалу, часто біля поверхневих дефектів або нерівностей. З подальшим зростанням температури та розширенням мікротріщини об'єднуються і поширюються, утворюючи великі тріщини, що значно послаблює структуру скла.

У той же час, якщо скло піддається різкому охолодженню після нагріву (наприклад, під час пожежогасіння), виникають додаткові напруження через швидке зменшення об'єму матеріалу. Це явище відоме як термічний удар, який може прискорити процес руйнування. Скло, яке вже має мікротріщини, піддається сильному впливу термічного удару, що сприяє швидкому поширенню тріщин і, як наслідок, руйнуванню скла.

Важливим фактором, що впливає на руйнування скла, є наявність у його складі домішок і неоднорідностей, які можуть сприяти виникненню додаткових напружень. Також слід зазначити, що хімічна стабільність скла може бути порушена при високих температурах, що призводить до зміни його властивостей та подальшого руйнування.

Таким чином, механізм руйнування скла під впливом високих температур включає теплове розширення, утворення і поширення мікротріщин, термічний удар при різкому охолодженні, а також вплив

домішок і неоднорідностей у матеріалі. Ці фактори разом призводять до втрати цілісності скла і його руйнування.

Через зруйноване скло полум'я і гаряче повітря виходять назовні, починаючи взаємодіяти з фасадом будівлі. Залежно від матеріалів, використовуваних у фасадній конструкції, пожежа може швидко поширюватися по зовнішній поверхні будівлі..

Гаряче повітря і полум'я піднімаються вгору, впливаючи на віконні конструкції верхніх поверхів. Висока температура може призвести до руйнування скла на вищих поверхах, відкриваючи шлях для подальшого поширення пожежі. Вертикальний простір між фасадними панелями і стіною будівлі може створити ефект димоходу, сприяючи швидкому підніманню вогню і диму вверх. Сильний вітер може сприяти швидкому поширенню пожежі, переносячи полум'я на більші відстані по фасаду і на сусідні будівлі.

Стійкість скла фасадних конструкцій висотних будівель при пожежі залежить від низки факторів, які визначають його здатність витримувати високі температури та механічні навантаження без втрати цілісності та захисних властивостей. Основні фактори, що впливають на стійкість скла при пожежі, включають:

- тип скла (скло, спеціально розроблене для протидії високим температурам, часто має багат шарову структуру з інтегрованими вогнезахисними шарами або покриттями. Це може бути армоване скло, скло з вогнезахисними гелями або спеціальні багат шарові конструкції);

- товщина скла (товстіше скло має вищу стійкість до високих температур і механічних навантажень. Багат шарові склопакети з кількома шарами скла можуть забезпечити додатковий захист);

- будова та конструкція склопакетів (склопакети, які складаються з кількох шарів скла з проміжками між ними, заповненими інертними газами або вогнезахисними гелями, можуть значно підвищити стійкість до теплових ударів і зберегти цілісність під час пожежі; використання спеціальних покриттів, які запобігають розтріскуванню та забезпечують додаткову теплоізоляцію);

- механічні кріплення та монтаж (механічні кріплення, які використовуються для монтажу скла, повинні бути виготовлені з вогнестійких матеріалів та мати здатність витримувати високі температури без втрати міцності; методи монтажу, повинні враховувати можливі теплові розширення та рухи скла під впливом високих температур, допомагають запобігти руйнуванню фасадних конструкцій під час пожежі);

- розміри та геометрія скляних панелей (великі панелі скла можуть бути більш схильні до термічних напружень і руйнувань. Оптимальні

розміри скляних панелей та їх правильне розташування можуть зменшити ризик пошкоджень);

– вплив зовнішніх факторів (розподіл температур вздовж площини фасаду та тривалість впливу високих температур впливають на поведінку скла під час пожежі; вітер може сприяти швидшому поширенню полум'я по фасаду, збільшуючи теплове навантаження на скло);

– наявність та ефективність протипожежних систем (наявність спринклерних систем, водяного туману або інших засобів пожежогасіння, інтегрованих у фасадні конструкції, може значно знизити температуру поверхні скла та запобігти його руйнуванню; горизонтальні та вертикальні бар'єри, що перешкоджають поширенню вогню по фасаду, можуть зменшити теплове навантаження на скляні елементи.

Врахування цих факторів при проектуванні та виборі матеріалів для світлопрозорих фасадів висотних будівель допомагає забезпечити їхню належну пожежну безпеку та зменшити ризики, пов'язані з впливом високих температур та пожежних навантажень.

2. Вогнезахист світлопрозорих фасадних конструкцій.

Світлопрозорі фасади, хоча і привабливі та функціональні, можуть створювати певні виклики з точки зору захисту від пожежі. При виникненні займання в одній частині будівлі, тепло може швидко передаватися через скляні конструкції до інших частин, збільшуючи ризик поширення вогню. Високі температури можуть спричинити тріщини або навіть розрив скляних конструкцій, що створює додаткові небезпеки для евакуації людей та роботи пожежних.

Важливою складовою забезпечення безпеки є використання вогнестійких матеріалів у конструкціях рам та ущільнень світлопрозорих фасадів. Однак, навіть з урахуванням цих заходів, ефективність захисту може бути обмеженою без додаткових систем активного захисту. Одним з перспективних рішень є встановлення зрошувачів, які можуть значно підвищити рівень безпеки. Зрошувачі є частиною автоматичних систем пожежогасіння, які активуються при виявленні пожежі та забезпечують швидке охолодження конструкцій, запобігаючи їх руйнуванню та поширенню вогню.

До заходів щодо обмеження поширення пожежі на фасаді відносяться активні та пасивні заходи протипожежного захисту будівель. До активним заходам відносять пристрій систем автоматичного пожежогасіння або водяного зрошення світлопрозорих фасадів будівель, до пасивних - конструктивні рішення фасадів або будівель, що перешкоджають виходу полум'я на фасад або локалізують його розміри в прийнятих межах (вертикальний міжповерховий пояс чи протипожежні козирки).

Світлопрозорі конструкції повинні відповідати вимогам вогнестійкості, що забезпечує запобігання поширенню вогню на інші поверхи чи частини будівлі. Важливою умовою є правильне виконання стиків і з'єднань між окремими елементами фасаду для запобігання утворенню проміжків, через які може поширюватися вогонь. Крім того, необхідно передбачити встановлення протипожежних бар'єрів, які ускладнюють поширення полум'я уздовж фасаду. Міжповерхові пояси виконують роль бар'єрів, через які пожежа не повинна перейти на поверх. Однак у висотних будинках із зовнішнього боку виникають значні, вертикально спрямовані вітрові потоки, здатні впливати на характер зовнішньої пожежі.

Значна частина наукових праць присвячена розробці та вдосконаленню методів випробувань на вогнестійкість. Введення нових стандартів та протоколів тестування дозволяє отримувати більш достовірні та репрезентативні результати.

Вогнестійкість світлопрозорої конструкції залежить не тільки від вогнестійкості склопакета, але й від елементів несучих конструкцій та їх здатності чинити опір пожежі. Дослідження вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій є важливим кроком до підвищення пожежної безпеки висотних будівель з світлопрозорими конструкціями, забезпечуючи обмеження поширення вогню.

Досліджуються різні підходи до моделювання пожежних ситуацій, включаючи експериментальні випробування в лабораторних умовах та комп'ютерне моделювання.

Дослідники зосереджують свою увагу на розробці нових технологій, що підвищують вогнестійкість світлопрозорих фасадів. Використання нових матеріалів, модифікація архітектурних рішень та вдосконалення систем вентиляції та інженерних комунікацій – все це стає об'єктом досліджень для забезпечення надійної захисту від пожежі.

Так, японський вчений за результатами численних вогневих експериментів встановив, що горизонтальний козирок розміром 0,74 м, розташований над вікном приміщення, що горить, не дозволяє полум'я зруйнувати вище розташоване вікно. Результати цих досліджень зробили внесок у нормативні вимоги багатьох країн.

Зарубіжними вченими за результатами наукових досліджень зроблено висновок у тому, що у висоту полум'я пожежі, що виходить з вікна палаючого приміщення, впливає потужність вогнища пожежі, а також співвідношення розмірів віконного отвору. Справедливо припустити, що одним із активних методів обмеження поширення пожежі на фасаді будівлі може бути метод, заснований на зниженні розмірів (площі) віконного отвору, через який полум'я може виходити назовні.

Однак, водяне зрошення, як спосіб захисту, має численні протиріччя у своїй ефективності, а також вимагає врахування великої кількості критеріїв, які впливають на ефективність захисту.

На розвиток пожежі по фасаді висотних будинків впливає: **потужність вогнища пожежі** (чим потужніше вогнище пожежі, тим більше тепла та полум'я виділяється, що сприяє швидшому нагріванню і займання фасадних матеріалів); **горюча обробка фасаду, що використовується** для облицювання, утеплення, ущільнення; **зовнішні умови** (вітер, конвективні потоки, які піднімають полум'я, гаряче повітря на більшу висоту вгору вздовж фасаду).

Вогнестійкість світлопрозорої конструкції є одним із основних аспектів при проектуванні і виборі матеріалів для фасадів будівель, визначаючи здатність конструкції протистояти впливу вогню протягом певного часу, запобігаючи його поширенню та забезпечуючи безпеку людей і збереження майна. Основними факторами, що впливають на вогнестійкість, є матеріали та конструктивні рішення.

Матеріали, що використовуються, включають спеціальне вогнестійке скло, яке може бути багатошаровим або ламінованим із застосуванням спеціальних плівок і наповнювачів, що здатне утримувати свою цілісність і ізолюючі властивості при високих температурах. Для рам і профілів використовуються алюмінієві або сталеві профілі з вогнестійким заповнювачем або покриттям, що підвищує їх вогнестійкість. Світлопрозорі конструкції повинні проходити обов'язкове тестування на вогнестійкість у сертифікованих лабораторіях, де визначається час, протягом якого конструкція зберігає свої захисні властивості при впливі високих температур. Крім того, необхідно використовувати протипожежні бар'єри, ущільнювачі і герметики, що перешкоджають поширенню вогню і диму через стики і з'єднання конструкцій.

Конструктивні рішення мають враховувати тип конструкції і її взаємодію з іншими елементами будівлі, інтегруючи вогнестійкі світлопрозорі фасади з системами протипожежного захисту, такими як автоматичні системи пожежогасіння і димовидалення.

Питання для перевірки знань

1. Як впливає матеріал скла на стійкість світлопрозорих конструкцій під час пожежі?
2. Які основні вимоги до вогнезахисту світлопрозорих фасадів у сучасних будівельних нормативах?
3. Які інноваційні матеріали для світлопрозорих покриттів забезпечують підвищену стійкість до вогню?
4. Які методи тестування використовуються для оцінки вогнезахисту світлопрозорих фасадів?
5. Як впливають архітектурні особливості на стійкість світлопрозорих конструкцій під час пожежі?
6. Які вимоги до ущільнюючих матеріалів та їх вплив на стійкість фасадних систем до вогню?

7. Як впливає експлуатаційний стан на вогнестійкість світлопрозорих конструкцій?

8. Які інженерні рішення можуть підвищити стійкість світлопрозорих фасадних систем до пожежі?

9. Які основні переваги і обмеження застосування зрошення для пожежного захисту зовнішніх фасадів?

10. Які виклики і перспективи стоять перед розробниками в області вогнезахисту світлопрозорих фасадних систем?

Питання для самостійної підготовки

1. Вимоги до вогнезахисту для світлопрозорих фасадів у міжнародних нормативах та стандартах.

2. Використання композитних матеріалів для підвищення вогнезахисту світлопрозорих конструкцій.

3. Які інтерактивні технології можуть вдосконалити вогнезахист світлопрозорих фасадів?

4. Як можна інтегрувати сонячні технології в світлопрозорі фасади, забезпечуючи їхню вогнестійкість?

5. Які альтернативні матеріали можуть замінити скло в світлопрозорих конструкціях, забезпечуючи безпеку під час пожежі?

6. Які креативні архітектурні рішення можуть поєднувати естетику та вогнезахист у світлопрозорих фасадах?

7. Моніторинг і оцінка ефективності вогнезахисту у світлопрозорих фасадах: сучасні підходи та технології.

8. Які особливості вибору і проектування зрошувальних систем для фасадів, порівняно з іншими частинами будівлі?

9. Екологічні аспекти використання матеріалів для вогнезахисту у світлопрозорих конструкціях

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 6

ТЕМА: «КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА СИМУЛЯЦІЯ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомити з інженерно-технічними заходами забезпечення безпеки евакуації та рятування людей при пожежі.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Заходи щодо створення умов для своєчасної та безперешкодної евакуації людей у разі виникнення пожежі.
2. Заходи щодо захисту людей на шляхах евакуації від дії небезпечних чинників пожежі.
3. Інноваційні рятувальні засоби.
4. Призначення комп'ютерного моделювання та симуляції.
5. Основні програмні продукти для моделювання поширення небезпечних чинників пожеж.
6. Оцінки ефективності систем евакуації.

Теоретична частина

Комп'ютерне моделювання широко застосовується в проектуванні будівель, плануванні безпеки, підготовці рятувальників та аналізі ефективності протипожежних заходів.

Комп'ютерне моделювання та симуляція застосовуються для:

Аналізу поведінки пожежі. Моделювання поширення вогню та диму в різних типах будівель.

Оцінки ефективності систем евакуації. Симуляція різних сценаріїв евакуації для визначення оптимальних маршрутів.

Навчання та підготовка персоналу. Віртуальні тренінги для рятувальників та працівників будівель з метою покращення навичок реагування.

Проектування систем безпеки. Розробка та тестування нових рішень у віртуальному середовищі перед їх впровадженням.

Підтримка прийняття рішень. Візуалізація наслідків різних дій під час надзвичайних ситуацій для прийняття обґрунтованих рішень.

Переваги

Безпечність: можливість випробування різних сценаріїв без ризику для життя.

Економія часу та ресурсів: зменшення витрат на фізичні тренування та тестування.

Точність: детальне моделювання реальних умов та швидке виявлення проблем.

Питання для перевірки знань

1. Надайте визначення понять евакуація людей, рятування людей.
2. Об'ємно-планувальних і конструктивних рішеннях Забезпечення евакуації людей відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
3. Види евакуації.
4. Способи евакуації.
5. Способи рятування.
6. Порядок евакуації людей на пожежі.
7. Порядок рятування людей на пожежі.
8. Інженерні засоби для рятування людей.
9. Надайте визначення понять шлях евакуації, евакуаційний вихід.
10. Що вважається евакуаційним виходом?
11. Інноваційні інженерно-технічні рішення для забезпечення евакуації та рятування людей на пожежі.
12. Інтелектуальні системи оповіщення.
13. Світлові та звукові індикатори.
14. Інноваційні рятувальні засоби.
15. Технології візуалізації даних у моделюванні пожеж.
16. Які основні етапи процесу комп'ютерного моделювання пожежі?
17. Як симуляція може покращити ефективність евакуаційних планів?
18. Які програмні засоби найкраще підходять для моделювання пожежних ситуацій?
19. Які параметри враховуються при моделюванні поведінки диму?
20. Які переваги та обмеження використання комп'ютерних симуляцій у навчанні рятувальників?
21. Як використовуються результати симуляцій для оптимізації систем пожежогасіння?
22. Які алгоритми застосовуються для моделювання поведінки людей під час пожежі?
23. Як можна оцінити точність та надійність комп'ютерних моделей?
24. Які методи верифікації та валідації використовуються у комп'ютерному моделюванні?
25. Яким чином моделювання динаміки диму може допомогти у проектуванні вентиляційних систем?

Питання для самостійної підготовки

1. Принципи безбар'єрної архітектури у проектуванні шляхів евакуації.
2. Інноваційні рішення для евакуації людей з обмеженими можливостями.

3. Використання евакуаційних ліфтів у безбар'єрній архітектурі.
4. Роль інтелектуальних систем оповіщення у безбар'єрній евакуації.
5. Ергономіка евакуаційних маршрутів у громадських будівлях.
6. Адаптація старих будівель до вимог безбар'єрної евакуації.
7. Сучасні технології в проектуванні безбар'єрних евакуаційних шляхів.
8. Психологічні аспекти безбар'єрної евакуації.
9. Стандарти та нормативи безбар'єрної евакуації в Україні.
10. Інклюзивність та доступність в архітектурі шляхів евакуації.
11. Використання мобільних додатків для безбар'єрної евакуації.
12. Оцінка ефективності евакуаційних шляхів для різних груп населення.
13. Випробування та тестування безбар'єрних евакуаційних рішень.
14. Інтеграція безбар'єрної архітектури у міське планування.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 7
ТЕМА: «ОРГАНІЗАЦІЇ ШЛЯХІВ ЕВАКУАЦІЇ ЗАСОБАМИ
БЕЗБАР'ЄРНОЇ АРХІТЕКТУРИ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомити з інженерно-технічними заходами забезпечення безпеки евакуації та рятування людей при пожежі різних груп населення.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Передумов використання безбар'єрної архітектури на шляхах евакуації.
2. Принципи безбар'єрної архітектури у проектуванні шляхів евакуації.
3. Рекомендації з організації шляхів евакуації засобами безбар'єрної архітектури.
4. Оцінка ефективності евакуаційних шляхів для різних груп населення.

Питання для перевірки знань

1. Інклюзивний дизайн шляхів евакуації у громадських будівлях.
2. Вплив безбар'єрної архітектури на швидкість евакуації.
3. Вимоги до проектування безбар'єрних шляхів евакуації для осіб з обмеженими можливостями.
4. Інноваційні рішення для організації безбар'єрної евакуації в умовах надзвичайних ситуацій.
5. Роль адаптивних технологій у забезпеченні безбар'єрної евакуації.
6. Сучасні підходи до проектування евакуаційних шляхів для маломобільних груп населення.
7. Безбар'єрна архітектура як частина системи управління евакуацією.
8. Аналіз нормативних вимог до безбар'єрних шляхів евакуації в Україні.
9. Психологічні аспекти евакуації маломобільних груп населення.
10. Досвід зарубіжних країн у проектуванні безбар'єрних евакуаційних шляхів.

Питання для самостійної підготовки

1. Інноваційні технології протидимного захисту.
2. Системи управління димом у підземних паркінгах.

3. Роль димозахисних завіс у забезпеченні безпеки при пожежах.
4. Оцінка ефективності механічних систем димовидалення.
5. Нормативні вимоги до протидимного захисту в Україні та їх реалізація.
6. Використання евакуаційних ліфтів у безбар'єрній архітектурі.
7. Роль інтелектуальних систем оповіщення у безбар'єрній евакуації.
8. Ергономіка евакуаційних маршрутів у громадських будівлях.
9. Адаптація старих будівель до вимог безбар'єрної евакуації.
10. Психологічні аспекти безбар'єрної евакуації.
11. Інклюзивність та доступність в архітектурі шляхів евакуації.
12. Використання мобільних додатків для безбар'єрної евакуації.
13. Випробування та тестування безбар'єрних евакуаційних рішень.
14. Інтеграція безбар'єрної архітектури у міське планування.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 8
ТЕМА: «ПРОТИДИМНИЙ ЗАХИСТ. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА
ПІДВАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомити з інноваційними інженерно-технічними заходами протидимного захисту.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Інноваційні технології протидимного захисту.
2. Системи управління димом у підземних паркінгах.
3. Роль димозахисних завіс у забезпеченні безпеки при пожежах.
4. Оцінка ефективності механічних систем димовидалення.
5. Нормативні вимоги до протидимного захисту в Україні та їх реалізація.

Теоретична частина

Заходами з протидимного захисту споруд є: обмеження розповсюдження продуктів горіння по будівлях та приміщеннях; ізоляція можливих місць виникнення пожежі; примусове видалення диму.

У безвіконних приміщеннях обов'язково передбачаються системи димовидалення з природною або механічною витяжкою продуктів горіння. Особливу увагу вимагає ізоляція приміщень, розташованих у підвальних та цокольних поверхах. Від вищерозташованих поверхів вони відділяються протипожежними перекриттями, які виконані з негорючих матеріалів. Такі перекриття повинні прилягати до ділянок зовнішніх стін, що не мають закладення, та не мати отворів і прорізів, через які можуть проникнути продукти горіння при пожежі. Підвальні та цокольні поверхи розділяють на відсіки. Для зменшення інтенсивності задимлення й випуску диму в кожному відсіку підвалу передбачають спеціальні віконні прорізи та приямки. Значна увага приділяється питанням обмеження розповсюдження продуктів горіння по вертикальних та горизонтальних комунікаціях будівель.

При перетинанні стін, перегородок, перекриттів різними комунікаціями зазори між ними та огорожувальними конструкціями необхідно наглухо замурувати будівельним розчином або мастикою із негорючих матеріалів. Обмеження розповсюдження диму по сміттепроводах досягається надійною ізоляцією сміттезбірних камер від суміжних приміщень, улаштуванням ущільнень в місцях стикування

трубопроводів та кожухів приймальних клапанів зі стволом, виведенням оголовку сміттєпроводу вище рівня покрівлі з улаштуванням на ньому дефлектора.

Протидимний захист сходів забезпечується конструктивними, об'ємно– планувальними та спеціальними технічними рішеннями з урахуванням призначення будівель та їх поверховості, основними з яких є: ізоляція сходів від приміщень різного призначення на поверхах будівель; ізоляція сходів від підвалів; застосування пристроїв, що вивільняють сходи від диму.

Особлива увага приділяється протидимному захисту будівель підвищеної поверховості (10 та більше поверхів), в яких улаштовуються спеціальні незадимлювані сходові клітки.

У незадимлюваних сходових клітках сходи відділені від усіх приміщень будівель глухими димонепроникними стінами з улаштуванням поповерхових входів в них через зовнішню зону по балконах, лоджіях або галереях.

У будівлях з 10 та більше поверхів для видалення диму з поповерхових коридорів і холів передбачається улаштування шахт димовидалення з примусовою витяжкою та клапанами на кожному поверсі.

Безпечні зони в будівлях підвищеної поверховості можна також створювати за допомогою вентиляційних систем протидимного захисту. Така система автоматично створює розрідження в зоні пожежі та надлишковий тиск у суміжних зонах, що виключає можливість розповсюдження диму на інші поверхи.

Питання для перевірки знань

1. Інноваційні технології протидимного захисту в багатоповерхових будівлях.
2. Аналіз ефективності систем димовидалення в умовах реальних пожеж.
3. Проектування систем протидимного захисту в сучасних архітектурних об'єктах.
4. Вплив природної вентиляції на протидимний захист будівель.
5. Системи управління димом у підземних паркінгах.
6. Комплексний підхід до протидимного захисту в громадських будівлях.
7. Роль димозахисних завіс у забезпеченні безпеки при пожежах.
8. Методи моделювання поширення диму в закритих приміщеннях.
9. Оцінка ефективності механічних систем димовидалення.
10. Нормативні вимоги до протидимного захисту в Україні та їх реалізація.

Питання для самостійної підготовки

1. Осадження продуктів горіння та зниження температури в

приміщеннях під час гасіння пожеж.

2. Нормативно-технічні документи та патенти щодо засобів димо- та тепловидалення.

3. Особливості проектування систем пожежної безпеки в підвальних приміщеннях.

4. Аналіз ефективності систем димовидалення у підвалах.

5. Пожежний ризик та запобіжні заходи в підвальних приміщеннях житлових будинків.

6. Технології виявлення пожеж у підвальних приміщеннях.

7. Вплив вентиляційних систем на поширення диму в підвалах.

8. Проблеми евакуації з підвальних приміщень під час пожежі.

9. Інженерні рішення для підвищення пожежної безпеки у підвалах.

10. Сучасні системи пожежогасіння для підвальних приміщень.

11. Оцінка пожежних навантажень у підвалах громадських будівель.

12. Нормативні вимоги до пожежної безпеки підвальних приміщень в Україні.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 9

ТЕМА: «ВИБУХОБЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення зі змістом системи забезпечення вибухобезпеки об'єктів.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Система вибухобезпеки об'єкта.
2. Забезпечення вибухобезпеки будівельних об'єктів при загрозі зовнішніх та внутрішніх вибухів.
3. Розвиток інженерно-технічного забезпечення вибухобезпеки об'єктів в Україні та в інших країнах.

Теоретична частина

Особливостями дії вибуху на будівельні конструкції є поєднання постійних та тимчасових навантажень з потужними короткочасними динамічними навантаженнями вибухових впливів з вільною орієнтацією. Об'єкти, які з великою імовірністю можуть опинитися під впливом вибухів, слід розраховувати на особливі поєднання навантажень.

На дію короткочасних динамічних навантажень будівельні конструкції розраховують за двома групами граничних станів:

I – на відсутність руйнувань або відсутність пластичних деформацій конструкції;

II – на відсутність надмірного розкриття тріщин або відсутність надмірного переміщення.

Руйнування конструкцій при вибухових впливах відбувається при перевищенні їх межі міцності розрахунковими навантаженнями або при зміщенні конструкцій на опорах. Дію ударної хвилі можна розглядати як рівномірно розподілене динамічне навантаження.

Навантаження, що виникають у конструктивних елементах, залежать від параметрів вибухової хвилі, характеристик об'єкта, його розмірів і орієнтації щодо фронту хвилі.

Забезпечення вибухозахисту будівель при внутрішніх аварійних вибухах може здійснюватися у двох напрямках:

– зниженням надмірного тиску, що виникає при внутрішньому аварійному вибуху;

– підвищенням міцності та стійкості конструкції до дії аварійних (вибухових) навантажень.

Для зниження надмірного тиску, що виникає при внутрішніх аварійних вибухах, використовують **запобіжні (легкоскидні) конструкції**. Ними можуть бути вікна, двері, що відкриваються назовні, а також легкоскидні стінні панелі та полегшені плити покриттів приміщень.

Для проведення розрахунків щодо впливу аварійних вибухів на будівлі та будівельні конструкції розроблено і представлено значну кількість функціональних залежностей, які пов'язують між собою наступні показники:

- вигляд і кількість вибухової речовини (ВР);
- умови вибуху;
- відстань від місця вибуху до місця оцінки його наслідків;
- параметри ударної хвилі;
- ступінь пошкодження (руйнування) будівель, споруд, техніки або ступінь ураження людей.

Задача 1. Визначення надлишкового тиску та ступеня руйнування будівлі при вибуху конденсованої вибухової речовини

Визначити надлишковий тиск та ступінь руйнування (пошкодження) будівлі при вибуху заряду вибухової речовини за таких умов:

- характеристика будівлі: цегляна будівля з залізобетонним перекриттям;
- умови вибуху: в повітрі; на ґрунті;
- вибухова речовина: гексоген;
- маса вибухової речовини $G = 10$ кг;
- відстань до будівлі $r = 10$ м; 20 м; 30 м.

Мета розв'язання задачі: ознайомитися з методом розрахунку впливу вибуху заряду конденсованої ВР на будівлі та будівельні конструкції.

При підриві заряду конденсованої ВР утворюється *осередок вибуху*, ударні хвилі якого здатні викликати великі руйнування на будівельних об'єктах. При розрахунках для оцінювання пошкоджень треба розглянути впливи на будівлі та будівельні конструкції від:

- 1) продуктів вибуху та розльоту уламків;
- 2) впливу ударної хвилі;
- 3) сейсмічного ефекту вибуху.

Кількість вибухової речовини або її масу G при проведенні розрахунків виражають через *тротиловий еквівалент* M_T . Значення тротилового еквівалента визначається за співвідношенням:

$$M_T = 2\eta K_{ef} G, \quad (1)$$

де G – загальна маса заряду ВР, кг; K_{ef} – коефіцієнт ефективності ВР у порівнянні із зарядом тротилу тієї ж маси (визначається за додатком 37); 2 – коефіцієнт, що враховує умови наземного вибуху; η – коефіцієнт, що враховує утворення воронки (при повітряному вибуху в атмосфері коефіцієнти 2 та η не враховуються):

- на ґрунті $\eta = 0,6$;
- на асфальтобетоні $\eta = 0,85$;
- на залізобетонній плиті $\eta = 0,95 \dots 1,0$;
- на сталевій плиті $\eta = 1$.

Для визначення параметрів ударної хвилі вибуху зручно користуватися приведеним радіусом вибуху $R_{пр}$:

$$R_{пр} = \frac{r}{\sqrt[3]{M_T}}, \left[\frac{м}{кг^{1/3}} \right]. \quad (2)$$

При повітряному вибуху конденсованої ВР основні параметри повітряної ударної хвилі визначають за емпіричними формулами:

- надлишковий тиск на фронті ударної хвилі (кПа):

$$\Delta P_{\phi} = \frac{84}{R_{пр}} + \frac{270}{R_{пр}^2} + \frac{700}{R_{пр}^3}; \quad (3)$$

- тривалість фази стиску (с):

$$\tau_+ = 1,5 \cdot 10^{-3} \sqrt[6]{M_T} \sqrt{r}; \quad (4)$$

- імпульс тиску у фазі стиску, віднесений до поверхні фронту хвилі площею $1 м^2$;

$$i = 4 \frac{\sqrt[3]{M_T^2}}{r} \text{ [МПа} \cdot \text{с]}. \quad (5)$$

При наземному вибуху конденсованої ВР, враховуючи те, що ударна хвиля розповсюджується в повітрі у вигляді півсфери, надлишковий тиск на фронті ударної хвилі, тривалість фази стиску, імпульс тиску у фазі стиску розраховують за емпіричними формулами:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{100}{R_{пр}} + \frac{430}{R_{пр}^2} + \frac{1400}{R_{пр}^3}, \text{ [кПа]}; \quad (6)$$

$$\tau_+ = 1,7 \cdot 10^{-3} \sqrt[6]{M_T} \sqrt{r}, \text{ [с]}; \quad (4.1.7)$$

$$i = 6,3 \frac{\sqrt[3]{M_T^2}}{r}, \text{ [МПа} \cdot \text{с]}. \quad (4.1.8)$$

Приклад розв'язання задачі 1

Випадок 1 (при повітряному вибуху)

1. Визначення тротилового еквівалента M_T конденсованої вибухової речовини при вибуху в повітрі:

$$M_T = K_{ef} G = 1,3 \cdot 10 = 13 \text{ кг},$$

Увага. Всі розрахунки необхідно виконувати у відповідній розмірності.

2. Визначення надлишкового тиску на фронті повітряної ударної хвилі ΔP_{ϕ} при $r = 10$ м:

– визначення приведенного радіуса вибуху $R_{\text{пр}}$:

$$R_{\text{пр}} = \frac{r}{\sqrt[3]{M_T}} = \frac{10}{\sqrt[3]{13}} = 4,25 \frac{\text{м}}{\text{кг}^{1/3}}.$$

– визначення надлишкового тиску $\square P_{\phi}$:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{84}{R_{\text{пр}}} + \frac{270}{R_{\text{пр}}^2} + \frac{700}{R_{\text{пр}}^3} = \frac{84}{4,25} + \frac{270}{4,25^2} + \frac{700}{4,25^3} = 43,8 \text{ кПа}.$$

3. Визначення надлишкового тиску на фронті повітряної ударної хвилі ΔP_{ϕ} при $r = 20$ м:

$$R_{\text{пр}} = 8,5 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-0,33}; \quad \Delta P_{\phi} = 14,76 \text{ кПа}.$$

4. Визначення надлишкового тиску на фронті повітряної ударної хвилі ΔP_{ϕ} при $r = 30$ м:

$$R_{\text{пр}} = 12,76 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-0,33}; \quad \Delta P_{\phi} = 8,58 \text{ кПа}.$$

Висновок. За додатком 41, зменшуючи розраховане значення ΔP_{ϕ} в 1,5 рази, можна зробити висновок, що цегляна безкаркасна будівля з залізобетонним перекриттям при повітряному вибуху зазнає:

- при $r = 10$ м, $43,8 / 1,5 = 29$ кПа; (середнє пошкодження);
- при $r = 20$ м, $14,76 / 1,5 = 10$ кПа; (слабке пошкодження);
- при $r = 30$ м, $8,58 / 1,5 = 6$ кПа; (пошкодження скління).

Випадок 2 (при наземному вибуху)

1. Визначення тротилового еквівалента M_T конденсованої вибухової речовини при вибуху на ґрунті:

$$M_T = 2\eta K_{ef} G = 2 \cdot 0,6 \cdot 1,3 \cdot 10 = 15,6 \text{ кг},$$

2. Визначення надлишкового тиску на фронті повітряної ударної хвилі ΔP_{ϕ} при $r = 10$ м:

– визначення приведенного радіуса вибуху $R_{\text{пр}}$:

$$R_{\text{пр}} = \frac{r}{\sqrt[3]{M_T}} = \frac{10}{\sqrt[3]{15,6}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{кг}^{1/3}}.$$

– визначення надлишкового тиску ΔP_{ϕ} :

$$\Delta P_{\phi} = \frac{100}{R_{\text{пр}}} + \frac{430}{R_{\text{пр}}^2} + \frac{1400}{R_{\text{пр}}^3} = \frac{100}{4} + \frac{430}{4^2} + \frac{1400}{4^3} = 73,75 \text{ кПа}.$$

3. Визначення надлишкового тиску на фронті повітряної ударної хвилі ΔP_{ϕ} при $r = 20$ м:

$$R_{\text{пр}} = 8 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-0,33}; \quad \Delta P_{\phi} = 22 \text{ кПа}.$$

4. Визначення надлишкового тиску на фронті повітряної ударної хвилі ΔP_{ϕ} при $r = 30$ м:

$$R_{\text{пр}} = 12 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-0,33}; \quad \Delta P_{\phi} = 12 \text{ кПа}.$$

Висновок. За додатком 41, зменшуючи розраховане значення ΔP_{Φ} в 1,5 рази, можна зробити висновок, що цегляна безкаркасна будівля з залізобетонним перекриттям при наземному вибуху зазнає:

- при $r = 10$ м, $73,75 / 1,5 = 49$ кПа; (повне руйнування);
- при $r = 20$ м, $22 / 1,5 = 22$ кПа; (середнє пошкодження);
- при $r = 30$ м, $12 / 1,5 = 8$ кПа; (пошкодження скління).

Варіанти завдань для самостійної роботи до задачі 1:

Найменування	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Характеристика будівлі	масивна промислова будівля з металевим каркасом	будівля зі збірного залізобетону	цегляна безкаркасна будівля з залізобетонним перекриттям	будівля зі збірного залізобетону	дерев'яна будівля	цегляна безкаркасна будівля з дерев'яним перекриттям	залізобетонна будівля антисейсмічної конструкції	дерев'яна будівля	масивна промислова будівля з металевим каркасом	цегляна безкаркасна будівля з залізобетонним перекриттям
Умови вибуху	на бетонній плиті	на ґрунті	у повітрі	на бетонній плиті	на ґрунті	на ґрунті	на бетонній плиті	у повітрі	на бетонній плиті	на ґрунті
Вибухова речовина	тритонал 80/20	гексоген	тритонал 90/10	гексоген	порох	тротил	тритонал 90/10	гексоген	гексоген	тритонал 80/20
Маса вибухової речовини G , кг	15	20	25	15	20	10	30	20	30	25
Відстань до будівлі r , м	25	350	25	35	30	20	50	50	55	40

Задача 2. Визначення надлишкового об'єму та тиску в замкненому приміщенні при вибуху газоповітряної суміші

Визначити надлишковий об'єм та тиск продуктів вибуху газоповітряної суміші всередині замкненого приміщення за таких умов:

- газ, що вибухає: пропан;
- концентрація газу в суміші $c_{\Gamma} = 50$ г·м⁻³;
- об'єм приміщення $V_{\text{пр}} = 500$ м³;
- початкова температура повітря $t_0 = 20$ °С.

Мета розв'язання задачі: ознайомитися з причинами зростання тиску у приміщенні при вибуху ГПС та методом розрахунку надлишкового об'єму та тиску.

При вибухах газоповітряних сумішей параметри усередині газової хмари можуть змінюватися в дуже широких межах залежно від умов вибуху, концентрації горючої компоненти і характеру вибухового горіння, які при прогнозуванні вибухів, особливо на відкритому повітрі, врахувати практично не можливо. Тому звичайно розрахунки проводять для гіршого випадку, при якому руйнівні наслідки вибуху є найбільшими.

Таким якнайгіршим випадком є детонаційне горіння суміші стехіометричного складу.

Якщо вибухонебезпечна суміш стехіометричної концентрації знаходиться в замкнутому об'ємі, то при згорянні суміші її тиск, порівняно з початковим, збільшиться. Цей процес описується формулою:

$$\frac{P_B}{P_{\Pi}} = \frac{T_B \Sigma n_{\Pi\Gamma}}{T_{\Pi} \Sigma n_{\Pi}}, \quad (1)$$

де P_{Π} – початковий тиск суміші до горіння, Па; P_B – тиск продуктів згорання після реакції, Па; T_B – температура продуктів горіння під час вибуху, К; T_{Π} – початкова температура суміші, К; Σn_{Π} – початкова кількість молей суміші до горіння; $\Sigma n_{\Pi\Gamma}$ – число молей продуктів згорання, що утворились внаслідок реакції. Величини Σn_{Π} та $\Sigma n_{\Pi\Gamma}$ визначаються з реакції горіння.

Враховуючи об'єднаний закон газового стану, рівняння (4.4.1) можна подати у вигляді:

$$\frac{V_B}{V_{\Pi}} = \frac{T_B \Sigma n_{\Pi\Gamma}}{T_{\Pi} \Sigma n_{\Pi}}; \quad V_B = \frac{T_B \Sigma n_{\Pi\Gamma}}{T_{\Pi} \Sigma n_{\Pi}} V_{\Pi}, \quad (2)$$

де V_{Π} – початковий об'єм суміші до горіння; V_B – об'єм продуктів вибуху.

Тобто якщо початковий об'єм V_{Π} прийняти за одиницю, тоді при вибуху об'єм продуктів горіння буде перевищувати початковий у

$$V_B = \frac{T_B \Sigma n_{\Pi\Gamma}}{T_{\Pi} \Sigma n_{\Pi}} \text{ разів.} \quad (3)$$

Іншими словами, *ступінь розширення* продуктів горіння ϵ при вибуху можна виразити:

$$\frac{T_B \Sigma n_{\Pi\Gamma}}{T_{\Pi} \Sigma n_{\Pi}} = \epsilon. \quad (4)$$

Відомо, що максимально можливий надмірний тиск в замкнутому об'ємі ΔP_B буде при $V_{\text{см}} = V_{\text{пр}}$, де $V_{\text{см}}$ – об'єм вибухонебезпечної суміші при стехіометричній концентрації, а $V_{\text{пр}}$ – об'єм приміщення.

Його можна визначити за формулою:

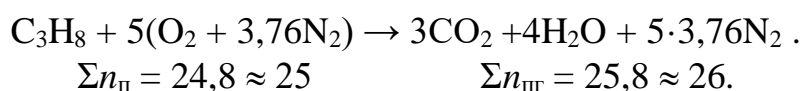
$$\Delta P_B = P_{\Pi} \left(\frac{T_B \Sigma n_{\Pi\Gamma}}{T_{\Pi} \Sigma n_{\Pi}} - 1 \right) \frac{V_{\text{см}}}{V_{\text{пр}}}, \quad \text{Па}, \quad (5)$$

де P_{Π} – початковий тиск у приміщенні, Па; $\Sigma n_{\Pi\Gamma}$, Σn_{Π} – кількість молей продуктів горіння та початкової суміші, моль; T_B – температура продуктів горіння під час вибуху, К; T_{Π} – початкова температура, К.

Приклад розв'язання задачі 1

1. Визначення реакції горіння (додаток 45) та молярного співвідношення

ζ :



$$\zeta = \frac{\sum n_{\text{ПГ}}}{\sum n_{\text{П}}} = \frac{26}{25} = 1,04, \quad (6)$$

де $\sum n_{\text{П}}$ – початкова кількість молей суміші до горіння; $\sum n_{\text{ПГ}}$ – число молей продуктів згорання, що утворились внаслідок реакції.

2. Визначення надлишкового об'єму повітря в 1 м³ приміщення V_{air}' :

$$V_{\text{air}}' = 1000 - \frac{c_{\Gamma} \cdot V_M \cdot \sum n_{\text{П}}}{M_g} = 1000 - \frac{50 \cdot 22,4 \cdot 25}{44} = 364 \text{ л/м}^3 \approx 0,36 \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (7)$$

де c_{Γ} – концентрація пропану в суміші, г·м⁻³; V_M – молярний об'єм газу, $V_M = 22,4$ л/моль; M_g – молярна маса газу (пропану), $M_g = 44$ г/моль.

Увага. Всі розрахунки необхідно виконувати у відповідній розмірності.

3. Визначення об'єму продуктів горіння в 1 м³ приміщення $V_{\text{В}}'$:

$$V_{\text{В}}' = \frac{c_{\Gamma} \cdot V_M \cdot \sum n_{\text{ПГ}}}{M_g} = \frac{50 \cdot 22,4 \cdot 26}{44} = 662 \text{ л/м}^3 \approx 0,66 \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (.8)$$

4. Визначення сумарного об'єму газів у приміщенні V_{Σ} :

$$V_{\Sigma} = (V_{\text{air}}' + V_{\text{В}}') \cdot V_{\text{ПР}} = (0,36 + 0,66) \cdot 500 = 510 \text{ м}^3, \quad (9)$$

де $V_{\text{ПР}}$ – об'єм приміщення, м³.

5. Визначення об'єму продуктів горіння з урахуванням температури V_t :

$$V_t = V_{\Sigma} \cdot \frac{T_{\text{В}}}{T_0} = 510 \cdot \frac{1000}{293} = 1741 \text{ м}^3, \quad (10)$$

де $T_{\text{В}}$ – температура продуктів горіння під час вибуху, К; T_0 – початкова температура суміші, К.

6. Визначення надмірного об'єму ΔV_t та тиску $\Delta P_{\text{В}}$ при вибуху:

$$\begin{aligned} \Delta V_t &= V_t - V_{\text{ПР}} = 1741 - 500 = 1241 \text{ м}^3; \\ \Delta P_{\text{В}} &= P_0 \cdot \frac{\Delta V_t}{V_{\text{ПР}}} = 101 \cdot \frac{1241}{500} = 251 \text{ кПа}, \end{aligned} \quad (11)$$

де P_0 – початковий (атмосферний) тиск, $P_0 = 101$ кПа.

Висновок. За розрахунком при вибуху пропану всередині замкнутого приміщення надлишковий об'єм продуктів вибуху становитиме 1241 м³, а надмірний тиск – 251 кПа.

Варіанти завдань для самостійної роботи до задачі 2:

Найменування	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Об'єм приміщення $V_{пр}$, м ³	600	500	400	300	500	1000	900	700	3000	5000
Речовина, що вибухає	пропан C_3H_8	метан CH_4	бутан C_4H_{10}	ацетилен C_2H_2	пропан C_3H_8	аміак NH_3	бутан C_4H_{10}	ацетилен C_2H_2	аміак NH_3	метан CH_4
Концентрація газу в суміші c_T , г·м ⁻³	50	40	45	50	70	20	40	25	30	50
Початкова температура T_0 , К	300	293	293	300	293	293	300	293	300	300
Температура продуктів реакції при вибуху $T_{пр}$, К	1200	1100	1300	1200	1100	900	1000	1400	900	1000

Примітка. Початковий (атмосферний) тиск $P_0 = 101$ кПа; молярний об'єм газу $V_M = 22,4$ л/моль.

Задача 3. Визначення площі легкоскридних конструкцій у виробничому приміщенні

Визначити питому та загальну площу легкоскридних конструкцій у виробничому приміщенні при вибуху газоповітряної суміші (гпс) за таких умов:

- вибухова речовина: пропан C_3H_8 ;
- об'єм приміщення $V_{пр} = 500$ м³
- початкова температура $T_0 = 293$ К;
- атмосферний тиск $p_0 = 101$ кПа;
- допустимий надмірний тиск $\Delta P_{per} = 5$ кПа;
- загазованість приміщення $\alpha = 30$ %;
- температура продуктів реакції при вибуху $T_B = 1000$ К;
- нормальна швидкість поширення полум'я $v_{nor} = 1,57$ м/с.

Мета розв'язання задачі: ознайомитися з методом розрахунку площі легкоскридних конструкцій у виробничому приміщенні при небезпеці вибуху.

Для зменшення тиску на будівельні конструкції необхідно взяти відповідних заходів, наприклад, забезпечити швидке зниження тиску на них після вибуху.

Під час вибуху газоповітряної суміші всередині приміщення зміну тиску в ньому можна охарактеризувати графіком, поданим на рис. 4.4.1, на якому продемонстровано зменшення тиску вибуху в закритому приміщенні при застосуванні легкоскридних конструкцій (ЛСК).

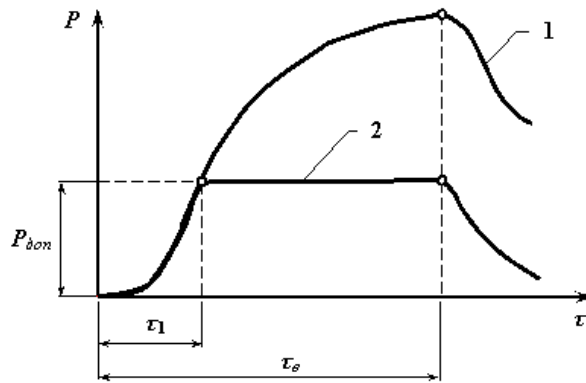


Рисунок 1 – Схема зміни тиску при вибуху:

1 – крива зміни тиску в закритому приміщенні; 2 – крива зміни тиску в будівлі з вибуховими отворами (ЛСК)

Оскільки конструкції приміщення мають власну міцність, яка дозволяє витримувати певний тиск, то надмірний об’єм продуктів вибуху ΔV_B , який потрібно видалити із приміщення для недопущення його пошкодження, можна визначити за формулою:

$$\Delta V_B = V_B - V_{\Pi} \frac{P_{per}}{P_{\Pi}}, \quad (1)$$

де P_{per} – допустимий тиск на конструкції приміщення; V_B – об’єм продуктів горіння; V_{Π} – об’єм газоповітряної суміші; P_{Π} – початковий тиск у приміщенні.

Швидкість витікання та витрати газу при адіабатичному стиску залежать від відношення тиску в середовищі, в яке витікає газ P_a , до тиску в замкненому приміщенні P_{Π} , де сталася реакція.

Розрахункова формула для визначення швидкості витікання v має наступний вигляд:

$$v = \varphi \sqrt{2g \frac{k}{k-1} P_{per} V_t \left[1 - \left(\frac{P_a}{P_{per}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}, \quad (2)$$

де g – прискорення сили ваги, м/с²; V_t – питомий об’єм продуктів горіння з урахуванням температури, м³/Н; φ – коефіцієнт витрати; P_a – тиск середовища, в яке відбувається витікання, Н/м²; P_{per} – допустимий тиск на конструкції приміщення, Н/м² ($P_{per} = P_a + \Delta P_{per}$); ΔP_{per} – допустимий надмірний тиск, Н/м²; k – показник адіабати для двохатомних газів (відношення питомої теплоємності при $P=\text{const}$ до питомої теплоємності при $V=\text{const}$).

Якщо підставити у формулу (1) значення питомого об’єму газу V_t з урахуванням поправки на температуру:

$$V_t = \frac{1}{\rho_0} \frac{T_B}{T_0} \frac{P_a}{P_{per}}, \quad (3)$$

де ρ_0 – питома вага продуктів згорання при 0 °С, Н/м³; T_B – температура продуктів реакції при вибуху, К; T_0 – початкова температура продуктів згорання, К.

Тоді в перетвореному виді формула (2) набуде вигляду:

$$v = \varphi \sqrt{2g \frac{k}{k-1} P_{\Pi} \frac{T_B}{\rho_0 T_0} \left[1 - \left(\frac{P_a}{P_{per}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}. \quad (4)$$

Якщо у формулу (4) підставити значення, які можна вважати сталими ($\varphi=0,75$; $g=9,81$ м/с²; $k=1,4$; $P_a=10^5$ Н/м²; $T_0=273$ К; $\rho_0=12,93$ Н/м³), то в остаточному вигляді:

$$v = 33,3 \sqrt{T_B \left[1 - \left(\frac{P_a}{P_{per}} \right)^{0,286} \right]}. \quad (5)$$

Для недопущення пошкодження приміщення, в якому стався вибух, треба, щоб продукти вибуху мали змогу витікати назовні через прорізи. Площа вибухових прорізів відповідає вимогам безпеки при дотриманні двох умов:

$$\Delta V_B = \Delta V_i; \quad (6)$$

$$\left| \frac{dP}{d\tau} \right|_B = \left| \frac{dP}{d\tau} \right|_u, \quad (7)$$

де ΔV_B – надлишковий об'єм продуктів реакції, що утворилися при вибуху, м³; ΔV_i – витрата продуктів реакції при витіканні через вибуховий проріз, м³; $\left| \frac{dP}{d\tau} \right|_B$ – швидкість зміни тиску при вибуху, Н/м, с; $\left| \frac{dP}{d\tau} \right|_u$ –

швидкість зміни тиску при витіканні, Н/м, с.

З рівняння нерозривності відомо, що

$$\Delta V_i = f_{ВП} \cdot v \cdot \tau_B, \quad (8)$$

де $f_{ВП}$ – площа вибухових прорізів, м²; v – швидкість витікання продуктів згорання, м/с; τ_B – час вибуху, с.

З формули (8) випливає:

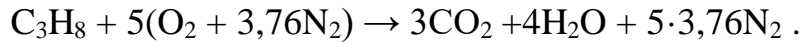
$$f_{ВП} = \frac{\Delta V_B}{v \cdot \tau_B}. \quad (9)$$

З формул (7) і (9) в остаточному вигляді визначається площа вибухових прорізів $f_{ВП}$:

$$f_{ВП} = \frac{\Delta V_B}{33,3 \tau_B \sqrt{T_B \left[1 - \left(\frac{P_a}{P_{per}} \right)^{0,286} \right]}}. \quad (10)$$

Приклад розв'язання задачі 3

1. Визначення реакції горіння (додаток 45) та молярного співвідношення:



$$\Sigma n_{\text{п}} = 24,8 \approx 25; \quad \Sigma n_{\text{пр}} = 25,8 \approx 26,$$

де $\Sigma n_{\text{п}}$ – початкова кількість молей суміші до горіння; $\Sigma n_{\text{пр}}$ – число молей продуктів згорання, що утворились внаслідок реакції.

2. Визначення ступеня розширення продуктів згорання ε :

$$\varepsilon = \frac{\sum n_{\text{пр}}}{\sum n_{\text{п}}} \cdot \frac{T_B}{T_0} = \frac{26}{25} \cdot \frac{1000}{293} = 3,55. \quad (11)$$

Увага. Всі розрахунки необхідно виконувати у відповідній розмірності.

3. Визначення еквівалентного радіуса сфери вибуху R та часу вибуху τ_B :

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{\text{пр}}}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 500}{4\pi}} = 4,92 \text{ м}; \quad (12)$$

$$\tau_B = \frac{0,5 \cdot R}{v_{\text{нор}} \cdot \varepsilon} = \frac{0,5 \cdot 4,92}{1,57 \cdot 3,55} = 0,44 \text{ с}. \quad (13)$$

4. Визначення надлишкового об'єму продуктів горіння на $V_{\text{сп}} = 1 \text{ м}^3$:

$$\Delta V_{\text{пр}} = V_{\text{сп}} \cdot \left(\varepsilon - \frac{P_0 + \Delta P_{\text{пер}}}{P_0} \right) = 1 \cdot \left(3,55 - \frac{106}{101} \right) = 2,5 \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (14)$$

де $\Delta P_{\text{пер}}$ – допустимий надмірний тиск, $\Delta P_{\text{пер}} = 5 \text{ кПа}$.

5. Визначення швидкості поширення продуктів реакції v_B :

$$v_B = 33,3 \cdot \sqrt{T_B} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_0}{P_0 + \Delta P_{\text{пер}}} \right)^{0,286} \right] = 33,3 \cdot \sqrt{1000} \cdot \left[1 - \left(\frac{101}{106} \right)^{0,286} \right] = 123 \text{ м/с}. \quad (15)$$

6. Визначення питомої та необхідної площі ЛСК при 100 % загазованості:

$$f_{100} = \frac{\Delta V_{\text{пр}}}{v_B \cdot \tau_B} = \frac{2,5}{123 \cdot 0,44} = 0,046 \text{ м}^2/\text{м}^3; \quad (16)$$

$$F_{100} = f_{100} \cdot V_{\text{пр}} = 0,046 \cdot 500 = 23 \text{ м}^2. \quad (17)$$

7. Визначення питомої та необхідної площі ЛСК при 30 % загазованості:

$$f_{30} = f_{100} \cdot \sqrt{\frac{\alpha}{100}} = 0,046 \cdot \sqrt{\frac{30}{100}} = 0,025 \text{ м}^2/\text{м}^3; \quad (18)$$

$$F_{30} = f_{30} \cdot V_{\text{пр}} = 0,025 \cdot 500 = 12,5 \text{ м}^2. \quad (19)$$

Висновок. За розрахунком при вибуху газоповітряної суміші у виробничому приміщенні за вказаних умов питома та загальна площа легкоскідних конструкцій повинні складати при 100 % загазованості

відповідно $0,046 \text{ м}^2/\text{м}^3$ та 23 м^2 ; а при 30 % загазованості відповідно $0,025 \text{ м}^2/\text{м}^3$ та $12,5 \text{ м}^2$.

Варіанти завдань для самостійної роботи до задачі 3:

Найменування	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Об'єм приміщення $V_{пр}, \text{ м}^3$	600	500	400	300	500	1000	900	700	3000	5000
Речовина, що вибухає	пропан C_3H_8	метан CH_4	бутан C_4H_{10}	ацетилен C_2H_2	пропан C_3H_8	аміак NH_3	бутан C_4H_{10}	ацетилен C_2H_2	аміак NH_3	метан CH_4
Загазованість приміщення $\alpha, \%$	35	30	25	30	40	35	30	25	30	45
Початкова температура $T_0, \text{ К}$	300	293	293	300	293	293	300	293	300	300
Температура продуктів реакції при вибуху $T_B, \text{ К}$	1200	1100	1300	1200	1100	900	1000	1400	900	1000
Нормальна швидкість поширення полум'я $v_{nor}, \text{ м/с}$	1,57	0,34	1,5	0,68	1,57	0,4	1,5	0,68	0,4	0,34
Допустимий надлишковий тиск $\Delta P_{per}, \text{ кПа}$	10	5	15	5	15	10	10	5	5	5

Примітка. Атмосферний тиск $p_0 = 101 \text{ кПа}$.

Задача 4. Визначення небезпеки впливу вогненної сфери на будівельні конструкції

Визначити можливість небезпечного впливу вогненної сфери на людей та будівельні конструкції при розгерметизації ємності з рідким газом за таких умов:

- речовина, що зберігається: пропан;
- об'єм ємності $V = 25 \text{ м}^3$;
- заповнення ємності $\alpha = 76 \%$;
- відстань до епіцентру вогненної сфери 150 м.

Мета розв'язання задачі: ознайомитися з методом розрахунку впливу вогненної сфери на людей та будівельні конструкції.

Вогненна сфера являє собою хмару палаючого газу або пари, що піднімається над поверхнею землі і характеризується великим тепловим випромінюванням на значних відстанях.

Коли при утворенні хмари газопароповітряної суміші (ГПС) концентрація горючої речовини в її частині перевищує верхню концентраційну межу поширення полум'я, то при впливі джерела запалювання ця частина ГПС буде вигоряти в дифузійному режимі з утворенням вогненної сфери. Така хмара не здатна до об'ємної дефлаграції або детонації, вона починає горіти навколо своєї оболонки за рахунок повітря, що надходить з навколишнього середовища.

Небезпека вогненної сфери обумовлена її високою температурою, великими розмірами і можливістю пересування в повітряних потоках. Тому вона може служити джерелом займання по траєкторії свого руху. Однак найбільш значною є її потенційна небезпека для людини, який навіть на великій відстані від вогненної сфери в результаті теплового випромінювання може отримати важкі опіки.

Величина теплового випромінювання (поток) вогневої сфери, яка спричиняє опіки та може викликати запалювання будівельних конструкцій, залежить від наступних параметрів:

- маса палива (m), що згорає в вогневій сфері, кг;
- діаметр (D_s) вогневої сфери, м;
- час (t_s) існування вогневої сфери, с;
- теплове випромінювання на поверхні вогневої сфери, кВт/м².

Інтенсивність теплового випромінювання q визначається за формулою:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \quad (1)$$

де E_f – середньоповерхнева щільність теплового випромінювання полум'я, кВт/м²; E_q – кутовий коефіцієнт опромінення; τ – коефіцієнт пропускання атмосфери.

Величину E_f визначають на основі наявних експериментальних даних, але допускається приймати $E_f = 450$ кВт/м².

Кутовий коефіцієнт опромінення визначають за формулою:

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4 \left[\left(\frac{H}{D_s} + 0,5 \right)^2 + \left(\frac{r}{D_s} \right)^2 \right]^{1,5}}, \quad (2)$$

де D_s – ефективний діаметр вогненної сфери, м; H – висота центру вогненної сфери, м (допускається приймати величину H у діапазоні $(0,5 \dots 1,5)D_s$; r – відстань від об'єкта, що опромінюється, до точки на поверхні землі безпосередньо під центром вогненної сфери, м.

Ефективний діаметр вогненної сфери дорівнює:

$$D_s = 5,33 \cdot m^{0,327}, \text{ м}, \quad (3)$$

де m – маса горючої речовини, кг.

Коефіцієнт пропускання атмосфери розраховують за формулою:

$$\tau = \exp \left\{ -7,0 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2} \right) \right\} \quad (4)$$

Час існування вогненної сфери t_s , визначають за формулою:

$$t_s = 0,92 \cdot m^{0,303}, \text{ с}. \quad (5)$$

Вплив вогненної сфери на будівлі, що не потрапили в межі самої вогненної сфери, визначається тепловим потоком, який розраховується за формулою:

$$Q_r = \frac{q \cdot \left(\frac{D_s}{2} \right)^2}{r^2}, \quad (6)$$

де Q_r – тепловий потік, який спостерігається на відстані до будівлі, кВт/м²; r – відстань від епіцентру вогненної сфери до будівлі, м.

Доза теплового випромінювання, яка обумовлює можливість опіку людини чи пошкодження вогнем будівельного об'єкта розраховується за формулою:

$$Q_t = q \cdot t_s, \text{ кДж} / \text{ м}^2. \quad (7)$$

У додатку 49 наведені значення теплових потоків, що викликають запалювання деяких матеріалів.

Умовна ймовірність ураження людини тепловим випромінюванням w_f залежить від величини «Пробит»-функції Pr , яка визначається за формулою:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t_s \cdot q^{1,33}), \quad (8)$$

де t_s – ефективний час експозиції, с; q – інтенсивність теплового випромінювання, кВт/м²,

Для визначення умовної ймовірності ураження людини тепловим випромінюванням використовують додаток 50.

Як критеріальні значення для спрощених залежностей приймають порогові значення інтенсивності теплового випромінювання, а також запропоновано спрощені залежності для розрахунків безпечної відстані r_B від вогненної сфери:

$$- \text{для людини: } 4,2 \text{ кВт/м}^2; \quad r_B = 7,0 \cdot m^{0,332};$$

$$- \text{для будівель, споруд та зовнішніх установок: } 13,5 \text{ кВт/м}^2; \quad r_B = 4,3 \cdot m^{0,332}.$$

Приклад розв'язання задачі 4

1. Визначення маси горючої речовини:

$$m = V \cdot \rho_{\text{рг}} \cdot \alpha = 25 \cdot 528 \cdot 0,76 = 10000 \text{ кг},$$

де m – маса горючої речовини, кг; $\rho_{\text{рг}}$ – густина горючої речовини (пропану в рідкому стані, див. додаток 44, таб. 44.2).

1. Визначення ефективного діаметра вогненної сфери:

$$D_s = 5,33 \cdot m^{0,327} = 5,33 \cdot 10000^{0,327} \approx 108 \text{ м.}$$

2. Визначення висоти центра вогненної сфери:

$$H = D_s / 2 = 108 / 2 = 54 \text{ м.}$$

3. Визначення кутового коефіцієнта опромінення:

$$F_q = \frac{1}{4 \left[1 + \left(\frac{150}{108} \right)^2 \right]^{1,5}} = 0,05.$$

4. Визначення коефіцієнта пропускання атмосфери:

$$\tau = \exp \left\{ -7,0 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{150^2 + 54^2} - \frac{108}{2} \right) \right\} = 0,93.$$

5. Визначення інтенсивності теплового випромінювання:

$$q = 450 \cdot 0,05 \cdot 0,93 = 20,9 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}.$$

6. Визначення часу існування вогненної сфери:

$$t_s = 0,92 \cdot m^{0,303} = 0,92 \cdot 10000^{0,303} = 15,3 \text{ с.}$$

За додатком 49, таб. 49.1 визначають, що на відстані 150 м від епіцентру вогненної сфери будівельні конструкції в склад яких входять деревні, пластмасові матеріали, тканини не піддаються займанню, оскільки час існування вогненної сфери 15,3 с при інтенсивності теплового потоку 20,9 кВт/м² не є достатнім для запалювання.

7. Визначення дози теплового випромінювання:

$$Q_t = 20,9 \cdot 15,3 = 320 \text{ кДж} / \text{м}^2.$$

8. Визначення величини «Пробит»-функції Pr :

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(15,3 \cdot 20,9^{1,33}) = 4,5.$$

За додатком 50 вірогідність опіків людини на відстані 150 м від епіцентру вогненної сфери становить 31 %.

Висновок. На відстані 150 м від епіцентра вогненної сфери будівельні конструкції не піддаються займанню, вірогідність опіків людини становить 31 %.

Варіанти завдань для самостійної роботи до задачі 4

Найменування	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Речовина, що згорає	пропан C ₃ H ₈	метан CH ₄	бутан C ₄ H ₁₀	ацетилен C ₂ H ₂	пропан C ₃ H ₈	аміак NH ₃	бутан C ₄ H ₁₀	ацетилен C ₂ H ₂	аміак NH ₃	метан CH ₄
Об'єм ємності V, м ³	150	500	80	25	500	80	250	150	25	150
Заповнення ємності α, %	80	75	85	85	75	85	80	80	85	80
Відстань від епіцентра вогненної сфери, м	250	350	200	100	350	150	300	250	100	250

Питання для перевірки знань

1. Що таке вибух? Що таке вибухова хвиля?
2. Охарактеризуйте види вибухових хвиль. Назвіть параметри вибухових хвиль. Від чого вони залежать?
3. Що таке вибухозахист?
4. Назвіть планувальні та конструктивні заходи щодо вибухопопередження.
5. Чим характеризується вибухотривкість конструкцій?
6. Наведіть напрями забезпечення вибухозахисту будівель при загрозі внутрішніх аварійних вибухів.
7. Чим характеризується вибухотривкість конструкцій?
8. Наведіть напрями забезпечення вибухозахисту будівель при загрозі зовнішніх аварійних вибухів.
9. Наведіть причини руйнування будівельних конструкцій при аварійних вибухах.
10. Наведіть вимоги до будівельних конструкцій вибухонебезпечних виробництв.

Питання для самостійної підготовки

1. Методи зниження ризиків вибуху в будівлях.
2. Проектування вибухозахисних систем у сучасних будівлях.
3. Матеріали та конструкції для вибухозахисту.
4. Вплив архітектурних особливостей на вибухобезпеку об'єктів.
5. Оцінка ризику вибуху на різних етапах будівництва.
6. Технічні рішення для підвищення вибухостійкості будівель.
7. Регуляторні вимоги до вибухобезпеки в будівництві.

8. Вибухобезпечні технології для промислових будівель.
9. Використання комп'ютерного моделювання для аналізу вибухових навантажень.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 10
ТЕМА: «ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними принципами визначення та оцінка технічного стану будівель і споруд.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Основні види дефектів будівельних конструкцій.
2. Обстеження та підсилення фундаментів будинків, що реконструюються.
3. Обстеження, захист і відновлення несучої здатності бетонних та залізобетонних конструкцій.
4. Обстеження, ремонт і підсилення кам'яних та армокам'яних конструкцій.
5. Обстеження, захист, ремонт і підсилення конструкцій із дерева.
6. Обстеження, підсилення і антикорозійний захист металевих конструкцій.

Питання для перевірки знань

1. Основні види дефектів, які можуть виникнути внаслідок пожежі.
2. Які методи використовуються для проведення обстежень будівель і споруд?
3. Які інструменти потрібні для виконання обстежень технічного стану будівель?
4. Як оцінюються лінійні параметри будівельних конструкцій під час обстеження?
5. Що включає в себе візуальний огляд будівель і споруд?
6. Які аспекти враховуються при визначенні залишкової несучої здатності будівельних конструкцій?
7. Як проводиться оцінка впливу природних факторів на технічний стан будівель?
8. Які кроки потрібно виконати після виявлення дефектів в будівельних конструкціях під час обстеження?
9. Які методи застосовуються для визначення впливу пожежі на будівельні матеріали і конструкції?
10. Які критерії використовуються для прийняття рішень щодо ремонту, відновлення або підсилення будівель після обстеження?

Питання для самостійної підготовки

1. Категорії технічного стану будівельних конструкцій та об'єктів.
2. Організаційні засади виконання обстежень об'єктів.
3. Перелік факторів, які можуть впливати на експлуатаційні властивості об'єкта.
4. Конструкції, що зазнають впливу агресивних середовищ.
5. Визначення та оцінка стану конструкції автодорожніх мостів.
6. Визначення та оцінка стану покрівлі та гідроізоляція.
7. Орієнтовний склад звіту з обстеження об'єкта.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 11
ТЕМА: «ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАВ'ЯНИХ ЕКОСИСТЕМ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними принципами забезпечення пожежної безпеки трав'яних екосистем.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Загальна характеристика трав'яних екосистем України та їх пожежна небезпека.
2. Фактори впливу на виникнення та розвиток пожеж у трав'яних екосистемах.
3. Кількісні показники пожежної небезпеки трав'яної екосистеми та її оцінювання.
4. Методи, засоби та способи гасіння пожеж у трав'яних екосистемах
5. Моделювання процесів виникнення і поширення пожеж у трав'яних екосистемах.
6. Застосування сучасних методів та засобів запобігання і припинення пожеж у трав'яних екосистемах.

Питання для перевірки знань

1. Які чинники впливають на пожежну безпеку трав'янистих екосистем?
2. Які види трав'яних екосистем найбільш вразливі до пожеж?
3. Які природні або антропогенні процеси можуть сприяти виникненню пожеж у трав'яних екосистемах?
4. Які стратегії пожежного управління застосовуються для зменшення ризику пожеж у трав'яних екосистемах?
5. Які роль і значення відновлювальних пожеж у здоровому функціонуванні трав'яних екосистем?
6. Які види трав'яних рослин адаптовані до регулярних пожеж і чому?
7. Як впливають пожежі на біорізноманіття трав'яних екосистем?
8. Які технології та методи використовуються для виявлення і моніторингу пожеж у таких екосистемах?
9. Які основні принципи управління пожежами враховуються при розробці стратегій збереження трав'яних екосистем?
10. Які можливі наслідки зміни клімату для пожежної безпеки

трав'яних екосистем?

Питання для самостійної підготовки

1. Аналіз і стратегії пожежного управління в трав'яних екосистемах: глобальні виклики і регіональні рішення.
2. Вплив антропогенної діяльності на пожежну безпеку трав'яних екосистем: оцінка ризиків та прогнозування наслідків.
3. Роль природних пожеж у структурі трав'яних екосистем: відновлення біорізноманіття та екологічна стійкість.
4. Технології та інновації у моніторингу і управлінні пожежною безпекою трав'яних екосистем.
5. Пожежна безпека трав'яних екосистем у контексті зміни клімату: виклики та адаптаційні стратегії.
6. Історичний аналіз пожежної безпеки в трав'яних екосистемах: навчені уроки та сучасні підходи.
7. Порівняльний аналіз методів управління пожежною безпекою в різних типах трав'яних екосистем.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 12
ТЕМА: «ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ
ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними принципами забезпечення пожежної безпеки об'єктів захоронення твердих побутових відходів.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення

1. Оцінка пожежних ризиків на об'єктах захоронення твердих побутових відходів: аналіз типових причин виникнення пожеж, вплив різних факторів (наприклад, склад відходів, умови зберігання) на ймовірність займання.
2. Розробка та впровадження систем раннього виявлення пожеж на об'єктах захоронення відходів: огляд технологій та методів, що використовуються для моніторингу та виявлення займання на ранніх стадіях.
3. Планування та організація пожежної безпеки на полігонах твердих побутових відходів: навчання персоналу, регулярне проведення тренувань.
4. Використання інженерних рішень для зменшення пожежних ризиків на об'єктах захоронення відходів: розділення зон зберігання, створення протипожежних бар'єрів.
5. Законодавчі та нормативні вимоги щодо пожежної безпеки на об'єктах захоронення твердих побутових відходів: огляд діючих нормативних актів, стандартів та рекомендацій щодо забезпечення пожежної безпеки.
6. Вплив кліматичних умов на пожежну безпеку полігонів відходів: аналіз того, як температура, вологість та інші кліматичні фактори можуть впливати на ймовірність виникнення пожеж.
7. Екологічні наслідки пожеж на об'єктах захоронення твердих побутових відходів: дослідження впливу диму, токсичних викидів та інших забруднювачів, що виникають під час пожеж, на навколишнє середовище та здоров'я людей.
8. Впровадження інноваційних технологій для підвищення пожежної безпеки на полігонах відходів: огляд новітніх технологій та рішень, що можуть допомогти знизити ризики пожеж та підвищити ефективність пожежогасіння.
9. Співпраця з місцевими органами влади та громадськістю у забезпеченні пожежної безпеки на об'єктах захоронення відходів: розробка

спільних програм, проведення інформаційних кампаній та залучення громадськості до заходів з підвищення пожежної безпеки.

Питання для перевірки знань

1. Які основні причини виникнення пожеж на об'єктах захоронення твердих побутових відходів?
2. Що сприяє займанням на полігонах відходів?
3. Як класифікуються відходи з точки зору пожежної небезпеки?
4. Які існують методи раннього виявлення пожеж на полігонах відходів?
5. Які сенсори та системи використовуються для моніторингу?
6. Які інженерні рішення допомагають знизити ризики пожеж на об'єктах захоронення відходів?
7. Як ефективно організувати зони зберігання відходів?
8. Які системи пожежогасіння найефективніші на полігонах твердих побутових відходів?
9. Які переваги та недоліки водяних, пінних та хімічних систем пожежогасіння?
10. Які законодавчі вимоги та нормативні акти регулюють пожежну безпеку на об'єктах захоронення відходів?
11. Як кліматичні умови можуть впливати на пожежну безпеку полігонів відходів?
12. Як адаптувати заходи пожежної безпеки до різних кліматичних умов?
13. Які екологічні наслідки можуть мати пожежі на об'єктах захоронення твердих побутових відходів?
14. Які забруднювачі виділяються під час пожеж?
15. Які заходи можна вжити для мінімізації екологічного впливу?
16. Які інноваційні технології можуть підвищити пожежну безпеку на полігонах відходів?
17. Які новітні розробки використовуються у сфері пожежної безпеки? Як впровадження цих технологій впливає на загальну безпеку об'єктів?
18. Як співпраця з місцевими органами влади та громадськістю може покращити пожежну безпеку на об'єктах захоронення відходів?

Питання для самостійної підготовки

1. Новітні технології в управлінні пожежною безпекою. Використання штучного інтелекту та великих даних.
2. Системи пожежогасіння на полігонах твердих побутових відходів: аналіз ефективності різних методів та систем пожежогасіння.
3. Прогнозування та моделювання кліматичних ризиків. Застосування даних прогнозу для планування заходів безпеки.
4. Аналіз впливу температури, вологості та вітру на пожежну безпеку.
5. Досвід інших країн у регулюванні пожежної безпеки на полігонах.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 13

ТЕМА: «ПОПЕРЕДЖЕННЯ КРУПНИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними принципами забезпечення пожежної безпеки крупних лісових пожеж.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення:

1. Основні причини виникнення крупних лісових пожеж. Природні фактори (грози, сухі грози). Антропогенні фактори (недбалість людей, сільськогосподарські пали).
2. Вплив кліматичних змін на частоту і інтенсивність лісових пожеж. Зміни в режимі опадів та їх вплив на вологість лісових масивів.
3. Технології та методи раннього виявлення пожеж.
4. Використання супутникових технологій для моніторингу лісових пожеж. Переваги та обмеження супутникового моніторингу. Інтеграція супутникових даних з іншими системами моніторингу.
5. Інноваційні технології виявлення диму та теплових аномалій.
6. Використання дронів для моніторингу та боротьби з лісовими пожежами.
7. Розробка та впровадження стратегій зниження пожежної небезпеки.
8. Плани управління лісовими масивами для зниження ризиків пожеж.
9. Вирубка сухостою та чагарників. Контрольовані випалювання та їх роль у попередженні великих пожеж.
10. Вогнетривкі бар'єри та їх ефективність.
11. Екологічні та економічні аспекти попередження лісових пожеж.
12. Стратегії відновлення постраждалих територій.
13. Міжнародні ініціативи та проекти з попередження лісових пожеж.
14. Обмін досвідом та технологіями між країнами.

Питання для перевірки знань

1. Які природні фактори найчастіше призводять до виникнення лісових пожеж?
2. Як антропогенні фактори впливають на частоту та інтенсивність лісових пожеж?
3. Які наслідки кліматичних змін для пожежної небезпеки в лісових масивах?

4. Які переваги мають супутникові технології для моніторингу лісових пожеж?
5. Як працюють сучасні сенсори для виявлення диму та теплових аномалій?
6. Які новітні технології використовуються для раннього виявлення займання лісів?
7. Які методи управління лісами допомагають знижувати ризик великих пожеж?
8. Що таке контрольоване випалювання, і як воно допомагає у попередженні пожеж?
9. Як зміна клімату впливає на стратегії управління лісами?

Питання для самостійної підготовки

1. Оцінка ризиків і факторів, що сприяють виникненню лісових пожеж.
2. Стратегії адаптації до нових кліматичних умов.
3. Адаптивне управління лісами у контексті зміни клімату
4. Зміна складу лісових насаджень для підвищення стійкості до пожеж.
5. Навчання та інформування громадськості.
6. Програми навчання для населення щодо попередження лісових пожеж
7. Роль волонтерських організацій у попередженні та боротьбі з лісовими пожежами
8. Екологічні наслідки крупних лісових пожеж та заходи їх мінімізації
9. Економічна ефективність заходів попередження лісових пожеж
10. Роль міжнародних організацій у боротьбі з лісовими пожежами. Спільні міжнародні проекти та їх результати.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 14
ТЕМА: «ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ВИСОТНИХ
БУДІВЕЛЬ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними принципами забезпечення пожежної безпеки висотних будівель.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення:

1. Причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню.
2. Містобудівні та архітектурно-планувальні рішення висотних будівель.
3. Особливості інженерних вишукувань.
4. Навантаження і вплив.
5. Механічний опір та стійкість.
6. Проблеми евакуації людей з висотних будівель при пожежах.

Питання для перевірки знань

1. Причини та наслідки руйнування висотних будівель внаслідок дії вогню.
2. Фактори, що представляють небезпеку для людей при пожежах.
3. Як працює система оповіщення про пожежу у висотних будівлях?
4. Які особливості встановлення пожежних сигналізацій у висотних будівлях?
5. Які вимоги до шляхів евакуації у висотних будівлях?
6. Які особливості проектування шляхів евакуації у висотних будівлях?
7. Які системи вентиляції використовуються для димовидалення у висотних будівлях?
8. Як працює система димовидалення у разі пожежі?
9. Які вимоги до систем димовидалення у висотних будівлях?
10. Які матеріали використовуються для підвищення вогнестійкості конструкцій висотних будівель?
11. Які методи підвищення вогнестійкості застосовуються у висотних будівлях?
12. Які заходи управління пожежною безпекою необхідно впроваджувати у висотних будівлях?
13. Які заходи проводяться для підвищення обізнаності мешканців щодо пожежної безпеки?

14. Які нормативні акти регулюють пожежну безпеку висотних будівель?

15. Які вимоги до висотних будівель передбачені в національних стандартах?

16. Які сучасні технології використовуються для підвищення пожежної безпеки висотних будівель?

17. Як впровадження новітніх технологій впливає на ефективність пожежної безпеки?

18. Які інноваційні матеріали та системи використовуються для забезпечення пожежної безпеки?

Питання для самостійної підготовки

1. Статистика всесвітніх пожеж.
2. Специфіка пожежної небезпеки висотних будівель.
3. Протипожежний захист висотних будівель
4. Системи протипожежного захисту висотних будівель.
5. Ступінь вогнестійкості будівель та споруд.
6. Як оцінюється вогнестійкість будівельних конструкцій?
7. Безпечна висота – будівництво хмарочосів.
8. Які санкції передбачені за недотримання норм пожежної безпеки у висотних будівлях?

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 15
ТЕМА: «ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЧО-СКЛАДСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними інженерно-технічними рішеннями забезпечення пожежної безпеки виробничо-складських приміщень.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення:

1. Сучасний стан забезпечення пожежної безпеки складських приміщень.
2. Методи та засоби протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів.
3. Особливості моделювання процесу розвитку пожеж у складських приміщеннях.
4. Оптимізація методів і засобів забезпечення пожежної безпеки виробничо-складських об'єктів.

Питання для перевірки знань

1. Статистика та причини виникнення пожеж складських приміщень
2. Які основні нормативно-правові акти регулюють пожежну безпеку виробничо-складських об'єктів?
3. Які основні принципи та підходи до забезпечення пожежної безпеки на виробничо-складських об'єктах?
4. Які вимоги до планування та проектування виробничо-складських об'єктів для забезпечення пожежної безпеки?
5. Які типи систем пожежної сигналізації використовуються на виробничо-складських об'єктах?
6. Які типи активних систем пожежогасіння використовуються на виробничо-складських об'єктах (спринклери, гідранти, газові системи)?
7. Які матеріали та конструкції використовуються для забезпечення пасивного пожежного захисту?
8. Як забезпечується вогнестійкість будівельних конструкцій на виробничо-складських об'єктах?
9. Які методи та інструменти використовуються для моніторингу та контролю стану пожежної безпеки на виробничо-складських об'єктах?
10. Які особливості забезпечення пожежної безпеки при зберіганні легкозаймистих та горючих матеріалів?

11. Як організовується розміщення та зберігання матеріалів для мінімізації пожежних ризиків?

Питання для самостійної підготовки

1. Нормативно-правове регулювання пожежної безпеки на об'єктах тепло- та електропостачання.

2. Проектування систем тепло- та електропостачання з урахуванням вимог пожежної безпеки.

3. Системи виявлення та оповіщення про пожежу на об'єктах тепло- та електропостачання.

4. Активні системи пожежогасіння на об'єктах тепло- та електропостачання.

5. Пасивні засоби пожежного захисту на об'єктах тепло- та електропостачання.

6. Організаційні заходи з забезпечення пожежної безпеки на об'єктах тепло- та електропостачання. Моніторинг та контроль пожежної безпеки на об'єктах тепло- та електропостачання.

7. Аналіз та управління пожежонебезпечними ситуаціями на об'єктах тепло- та електропостачання.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 16
ТЕМА: «ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ
ТЕПЛО-, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними інженерно-технічними рішеннями забезпечення пожежної безпеки на об'єктах тепло- та електропостачання.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення:

1. Нормативно-правове регулювання пожежної безпеки на об'єктах тепло- та електропостачання.
2. Проектування систем тепло- та електропостачання з урахуванням вимог пожежної безпеки.
3. Системи виявлення та оповіщення про пожежу на об'єктах тепло- та електропостачання.
4. Активні системи пожежогасіння на об'єктах тепло- та електропостачання.
5. Пасивні засоби пожежного захисту на об'єктах тепло- та електропостачання.
6. Організаційні заходи з забезпечення пожежної безпеки на об'єктах тепло- та електропостачання. Моніторинг та контроль пожежної безпеки на об'єктах тепло- та електропостачання.
7. Аналіз та управління пожежонебезпечними ситуаціями на об'єктах тепло- та електропостачання.

Питання для перевірки знань

1. Що таке пожежна безпека і чому вона важлива для об'єктів тепло-, електропостачання?
2. Які основні причини виникнення пожеж на об'єктах тепло-, електропостачання?
3. Які вимоги до протипожежної безпеки встановлені для котелень та теплових станцій?
4. Як забезпечити пожежну безпеку трансформаторних підстанцій?
5. Які засоби пожежогасіння найефективніші для гасіння пожеж на об'єктах електропостачання?
6. Які нормативні документи регулюють питання пожежної безпеки об'єктів тепло-, електропостачання в Україні?
7. Як правильно організувати евакуацію людей з об'єктів тепло-,

електропостачання у випадку пожежі?

8. Які методи запобігання пожежам використовуються на електростанціях?

9. Що таке системи пожежної сигналізації та як вони функціонують на об'єктах тепло-, електропостачання?

10. Які засоби індивідуального захисту повинні використовувати працівники під час роботи на об'єктах тепло-, електропостачання у разі пожежі?

Питання для самостійної підготовки

1. Сучасні методи забезпечення пожежної безпеки в тунелях та підземних переходах

2. Системи раннього виявлення пожеж та димовидалення на залізничних станціях

3. Організація евакуації пасажирів у випадку пожежі на метрополітені

4. Пожежна безпека автомобільних мостів та естакад: нормативні вимоги та практичні рішення

5. Особливості пожежогасіння на об'єктах аеропортів та злітно-посадкових смуг

6. Впровадження автоматичних систем пожежогасіння на об'єктах морських портів та терміналів

7. Роль систем вентиляції та димовидалення у забезпеченні пожежної безпеки на транспортних вузлах

8. Вплив пожежної безпеки на проектування та будівництво високошвидкісних залізниць

9. Інноваційні технології захисту транспортних споруд від вогню: матеріали та конструкції

10. Комплексні системи безпеки на об'єктах міського транспорту: інтеграція пожежних сигналізацій, камер спостереження та систем оповіщення

11. Ризики виникнення пожеж на об'єктах транспортної інфраструктури під час надзвичайних ситуацій та способи їх мінімізації

12. Навчання персоналу транспортних споруд правилам пожежної безпеки та діям у випадку пожежі

13. Проблеми та перспективи розвитку нормативно-правової бази у сфері пожежної безпеки транспортних комунікацій

14. Оцінка пожежних ризиків на об'єктах транспортної інфраструктури: методи та інструменти

15. Роль міжнародних стандартів та протоколів у забезпеченні пожежної безпеки на транспортних об'єктах.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 17
ТЕМА: «ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД
ТА КОМУНІКАЦІЙ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними інженерно-технічними рішеннями забезпечення пожежної безпеки висотних будівель.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення:

1. Сучасні методи забезпечення пожежної безпеки в тунелях та підземних переходах
2. Системи раннього виявлення пожеж та димовидалення на залізничних станціях
3. Організація евакуації пасажирів у випадку пожежі на метрополітені
4. Пожежна безпека автомобільних мостів та естакад: нормативні вимоги та практичні рішення
5. Особливості пожежогасіння на об'єктах аеропортів та злітно-посадкових смуг
6. Впровадження автоматичних систем пожежогасіння на об'єктах морських портів та терміналів
7. Роль систем вентиляції та димовидалення у забезпеченні пожежної безпеки на транспортних вузлах
8. Вплив пожежної безпеки на проектування та будівництво високошвидкісних залізниць
9. Інноваційні технології захисту транспортних споруд від вогню: матеріали та конструкції
10. Ризики виникнення пожеж на об'єктах транспортної інфраструктури під час надзвичайних ситуацій та способи їх мінімізації
11. Навчання персоналу транспортних споруд правилам пожежної безпеки та діям у випадку пожежі
12. Проблеми та перспективи розвитку нормативно-правової бази у сфері пожежної безпеки транспортних комунікацій
13. Оцінка пожежних ризиків на об'єктах транспортної інфраструктури: методи та інструменти
14. Роль міжнародних стандартів та протоколів у забезпеченні пожежної безпеки на транспортних об'єктах.

Питання для перевірки знань

1. Які основні принципи забезпечення пожежної безпеки транспортних споруд?
2. Як здійснюється евакуація пасажирів з тунелів у випадку пожежі?
3. Які системи раннього виявлення пожеж використовуються на залізничних станціях?
4. Які вимоги до пожежної безпеки встановлені для аеропортів та злітно-посадкових смуг?
5. Які методи димовидалення застосовуються в метрополітені?
6. Які особливості має пожежна безпека автомобільних мостів та естакад?
7. Як забезпечується пожежна безпека на об'єктах морських портів та терміналів?
8. Які матеріали та конструкції використовуються для захисту транспортних споруд від вогню?
9. Як здійснюється інтеграція систем пожежної сигналізації, камер спостереження та систем оповіщення на транспортних вузлах?
10. Які заходи з навчання персоналу транспортних споруд правилам пожежної безпеки є найбільш ефективними?
11. Які міжнародні стандарти та протоколи регулюють питання пожежної безпеки на транспортних об'єктах?
12. Які методи оцінки пожежних ризиків на об'єктах транспортної інфраструктури використовуються на практиці?
13. Як можна мінімізувати ризики виникнення пожеж на транспортних об'єктах під час надзвичайних ситуацій?
14. Які інноваційні технології захисту транспортних споруд від вогню наразі існують?
15. Як забезпечується пожежна безпека високошвидкісних залізниць?

Питання для самостійної підготовки

1. Проблеми пожежної безпеки на залізничному транспорті.
2. Проблеми пожежної безпеки на водному транспорті.
3. Проблеми пожежної безпеки на автодорожньому транспорті.
4. Проблеми пожежної безпеки на повітряному транспорті.
5. Особливості проектування та експлуатації резервуарів для зберігання нафтопродуктів з точки зору пожежної безпеки.
6. Системи виявлення та сигналізації пожеж на об'єктах зберігання нафтопродуктів.
7. Організація пожежогасіння на нафтобазах та нафтосховищах.
8. Вплив конструктивних особливостей резервуарів на ефективність систем пожежогасіння.
9. Пожежна безпека при транспортуванні нафтопродуктів залізничним транспортом.

10. Забезпечення пожежної безпеки під час транспортування нафтопродуктів автотранспортом.

11. Пожежна безпека під час транспортування нафтопродуктів морським транспортом.

12. Методи мінімізації ризиків виникнення пожеж під час зберігання та транспортування нафтопродуктів.

13. Пожежна безпека на об'єктах переробки та зберігання нафтопродуктів: аналіз випадків і рекомендації.

14. Засоби індивідуального захисту та безпека працівників на об'єктах зберігання та транспортування нафтопродуктів.

15. Міжнародні стандарти та протоколи забезпечення пожежної безпеки нафтобаз та під час транспортування нафтопродуктів.

16. Технології контролю та моніторингу стану резервуарів для зберігання нафтопродуктів з точки зору пожежної безпеки.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 18
ТЕМА: «ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС
ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними інженерно-технічними рішеннями забезпечення пожежної безпеки під час зберігання та транспортування нафтопродуктів.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення:

1. Сучасні методи забезпечення пожежної безпеки при зберіганні нафтопродуктів.
2. Особливості проектування та експлуатації резервуарів для зберігання нафтопродуктів з точки зору пожежної безпеки.
3. Системи виявлення та сигналізації пожеж на об'єктах зберігання нафтопродуктів.
4. Організація пожежогасіння на нафтобазах та нафтосховищах.
5. Вплив конструктивних особливостей резервуарів на ефективність систем пожежогасіння.
6. Пожежна безпека при транспортуванні нафтопродуктів залізничним транспортом.
7. Забезпечення пожежної безпеки під час транспортування нафтопродуктів автотранспортом.
8. Пожежна безпека під час транспортування нафтопродуктів морським транспортом.
9. Методи мінімізації ризиків виникнення пожеж під час зберігання та транспортування нафтопродуктів.
10. Нормативно-правова база у сфері пожежної безпеки зберігання та транспортування нафтопродуктів.
11. Пожежна безпека на об'єктах переробки та зберігання нафтопродуктів: аналіз випадків і рекомендації.
12. Засоби індивідуального захисту та безпека працівників на об'єктах зберігання та транспортування нафтопродуктів.
13. Вплив зовнішніх факторів на пожежну безпеку під час зберігання нафтопродуктів.
14. Технології контролю та моніторингу стану резервуарів для зберігання нафтопродуктів з точки зору пожежної безпеки.

Питання для перевірки знань

1. Які основні вимоги до пожежної безпеки при зберіганні нафтопродуктів у резервуарах?
2. Які види систем виявлення пожеж використовуються на нафтобазах?
3. Які фактори підвищують ризик виникнення пожеж при зберіганні нафтопродуктів?
4. Які заходи безпеки повинні бути прийняті під час транспортування нафтопродуктів автотранспортом?
5. Як впливають конструктивні особливості резервуарів на їх пожежну безпеку?
6. Які засоби індивідуального захисту повинні використовуватися працівниками на об'єктах зберігання нафтопродуктів?
7. Які нормативно-правові документи регулюють пожежну безпеку під час транспортування нафтопродуктів залізничним транспортом?
8. Які технології контролю та моніторингу використовуються для забезпечення пожежної безпеки на нафтосховищах?
9. Які основні компоненти систем автоматичного пожежогасіння на нафтобазах?
10. Як здійснюється організація евакуації та оповіщення у разі пожежі на об'єктах зберігання нафтопродуктів?
11. Які зовнішні фактори можуть впливати на пожежну безпеку при зберіганні нафтопродуктів?
12. Які заходи необхідно вжити для мінімізації ризиків пожеж під час транспортування нафтопродуктів морським транспортом?
13. Які методи та інструменти використовуються для оцінки пожежних ризиків на нафтобазах?
14. Як міжнародні стандарти впливають на забезпечення пожежної безпеки при зберіганні та транспортуванні нафтопродуктів?
15. Які дії необхідно виконати у випадку виникнення пожежі на об'єкті зберігання нафтопродуктів?
16. Як впровадження інноваційних технологій впливає на пожежну безпеку на об'єктах зберігання нафтопродуктів?
17. Які вимоги до проектування резервуарів для зберігання нафтопродуктів з точки зору пожежної безпеки?
18. Які особливості забезпечення пожежної безпеки на об'єктах переробки нафтопродуктів?
19. Як забезпечується пожежна безпека під час транспортування нафтопродуктів через трубопроводи?

Питання для самостійної підготовки

1. Оцінка ризиків та управління ними на об'єктах зберігання нафтопродуктів з урахуванням пожежної безпеки.
2. Проблеми та перспективи розвитку технологій пожежогасіння на

об'єктах зберігання та транспортування нафтопродуктів.

3. Роль систем автоматичного пожежогасіння на об'єктах зберігання нафтопродуктів.

4. Міжнародні стандарти та протоколи забезпечення пожежної безпеки нафтобаз та під час транспортування нафтопродуктів.

5. Економічні аспекти впровадження систем пожежної безпеки на об'єктах зберігання та транспортування нафтопродуктів.

6. Сучасний стан питань з забезпечення пожежної безпеки на поверхні водойм при зберіганні та транспортуванні нафтопродуктів.

7. Фізичні процеси утворення зони пожежної небезпеки нафтопродуктів на поверхні водойм.

8. Рекомендацій щодо безпечного зберігання та транспортування нафтопродуктів на водоймах.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 19
ТЕМА: «ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС
ПОЖЕЖІ В ЗОНІ БОЙОВИХ ДІЙ»

Мета заняття:

1. Навчальна – ознайомлення з основними інженерно-технічними рішеннями забезпечення безпеки населення під час пожежі в зоні бойових дій.
2. Розвиваюча – подати вагомість дисципліни для вирішувати завдання у сфері пожежної безпеки за рахунок застосування існуючих методів та форм проведення наукових досліджень.
3. Виховна – виховувати у здобувачів вищої освіти самостійність і творчість у вирішенні завдань з питань пожежної безпеки.

Питання для обговорення:

1. Оцінка ризиків виникнення пожеж в умовах бойових дій.
2. Інноваційні технології для забезпечення пожежної безпеки в умовах бойових дій.
3. Захист об'єктів критичної інфраструктури від пожеж у зоні бойових дій. Вплив пошкодження інфраструктури на пожежну безпеку населення.
4. Принципи організації евакуації населення під час пожежі в зоні бойових дій. Визначення та маркування безпечних маршрутів евакуації. Особливості евакуації в умовах активних бойових дій.
5. Особливості роботи рятувальників в умовах бойових дій. Забезпечення особистої безпеки рятувальників під час виконання завдань.
6. Програми навчання населення діям під час пожежі у зоні бойових дій.

Питання для перевірки знань

1. Що таке пожежна безпека і чому вона важлива в зоні бойових дій?
2. Які фактори збільшують ризик виникнення пожеж у зоні бойових дій?
3. Які нормативні документи регулюють питання пожежної безпеки в умовах конфлікту?
4. Які основні етапи розробки плану пожежної безпеки для населених пунктів у зоні бойових дій?
7. Які системи раннього виявлення пожеж можуть бути ефективно використані в зоні бойових дій?
8. Як організувати ефективну систему оповіщення населення про пожежу у зоні конфлікту?
9. Які особливості роботи систем оповіщення в умовах перебоїв з електропостачанням та зв'язком?
10. Які основні принципи евакуації населення під час пожежі в зоні бойових дій?

11. Які фактори впливають на вибір маршрутів евакуації?
12. Як забезпечити безпечну евакуацію людей з обмеженими можливостями в умовах бойових дій?
13. Які першочергові заходи з надання медичної допомоги під час пожежі в зоні бойових дій?
14. Як організувати надання психологічної підтримки постраждалим від пожежі у зоні конфлікту?
15. Які особливості надання допомоги дітям та особам похилого віку під час евакуації?
16. Які об'єкти критичної інфраструктури потребують особливого захисту від пожеж в зоні бойових дій?
17. Як забезпечити безперебійну роботу систем водопостачання та електропостачання під час пожежі?
19. Які новітні технології можуть бути використані для підвищення пожежної безпеки в зоні бойових дій?
20. Як дрони можуть допомогти у виявленні та моніторингу пожеж у зонах конфліктів?
21. Які переваги та виклики використання інтернету речей (IoT) для забезпечення пожежної безпеки?
22. Які основні компоненти навчання населення діям під час пожежі в зоні бойових дій?

Питання для самостійної підготовки

1. Взаємодія між військовими та цивільними службами з питань пожежної безпеки.
2. Санітарно-гігієнічні вимоги до захисних споруд цивільного захисту.
3. Особливості проєктування сховищ та СПП із захисними властивостями сховищ, що розташовані у зоні можливого катастрофічного затоплення
4. Розрахункові навантаження та впливи на дію повітряної ударної хвилі захисних споруд цивільного захисту.
5. Розрахунок бетонних, залізобетонних та сталезалізобетонних конструкцій (елементів) захисних споруд цивільного захисту.
6. Розрахунок конструкцій з кам'яних та інших матеріалів захисних споруд цивільного захисту.
7. Розрахунок основ та фундаментів захисних споруд цивільного захисту.
8. Який міжнародний досвід можна використати для забезпечення пожежної безпеки в зонах бойових дій?

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ № 20 МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА

ПЕРЕЛІК ТЕОРЕТИЧНИХ ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Пожежна безпека об'єкта захисту.
2. Вимоги до системи запобігання пожежі.
3. Вимоги до способів забезпечення пожежної безпеки комплексом протипожежного захисту.
4. Вимоги до системи управління пожежною безпекою об'єкта.
5. Основні напрями інновацій інженерно-технічних заходів у сфері пожежної безпеки.
6. Проблеми планування та розміщення пожежно-рятувальних частин.
7. Оптимізація розміщення пожежно-рятувальних частин. Основні обмеження.
8. Підходи та методи щодо вибору місця розміщення пожежно-рятувальних частин.
9. Управлінські рішення з вибору місця розміщення пожежно-рятувальних частин.
10. Рекомендації з огляду на сучасні реалії щодо безпечного розміщення та функціонування пожежно-рятувальних частин.
11. Використання геоінформаційних систем (ГІС) для моделювання розміщення пожежно-рятувальних частин.
12. Традиційні методи виявлення та моніторингу пожеж (що мають довгу історію застосування).
13. Спостережні вежі. Наземні патрульні.
14. Методи виявлення та моніторингу пожеж в середині об'єкта захисту.
15. Методи виявлення та моніторингу пожеж з зовні об'єкта захисту.
16. Супутниковий моніторинг пожеж.
17. Безпілотні літальні апарати (БПЛА).
18. Наземні камери спостереження.
19. Заходи, технічні рішення обмеження поширення пожежі між будинками.
20. Заходи, технічні рішення обмеження поширення пожежі в будинках.
21. Інноваційні заходи підвищення вогнезахисту деревини. Вогнезахисне просочування деревини.
22. Визначення стану деревини за горючістю після просочування під тиском
23. Прогнозування стану деревини за горючістю при вогнезахисному просочуванні

24. Інноваційні заходи підвищення вогнезахисту залізобетонних конструкцій.
25. Інноваційні заходи підвищення вогнезахисту металевих конструкцій.
26. Стійкість світлопрозорих фасадних конструкцій при пожежі.
27. Вогнезахист світлопрозорих фасадних конструкцій.
28. Поняття про евакуацію та рятування людей на пожежі. Основні принципи та загальні підходи.
29. Інноваційні інженерно-технічні рішення для забезпечення евакуації та рятування людей на пожежі.
30. Заходи щодо створення умов для своєчасної та безперешкодної евакуації людей у разі виникнення пожежі.
31. Заходи щодо захисту людей на шляхах евакуації від дії небезпечних чинників пожежі.
32. Інноваційні рятувальні засоби.
33. Призначення комп'ютерного моделювання та симуляції.
34. Основні програмні продукти для моделювання поширення небезпечних чинників пожеж.
35. Оцінки ефективності систем евакуації.
36. Передумов використання безбар'єрної архітектури на шляхах евакуації.
37. Принципи безбар'єрної архітектури у проектуванні шляхів евакуації.
38. Рекомендації з організації шляхів евакуації засобами безбар'єрної архітектури.
39. Оцінка ефективності евакуаційних шляхів для різних груп населення.
40. Інноваційні технології протидимного захисту.
41. Системи управління димом у підземних паркінгах.
42. Роль димозахисних завіс у забезпеченні безпеки при пожежах.
43. Оцінка ефективності механічних систем димовидалення.
44. Нормативні вимоги до протидимного захисту в Україні та їх реалізація.
45. Система вибухобезпеки об'єкта.
46. Взаємодія ударних хвиль з перешкодою.
47. Зовнішні вибухи.
48. Внутрішні вибухи.
49. Забезпечення вибухобезпеки будівельних об'єктів при загрозі зовнішніх та внутрішніх вибухів.
50. Розвиток інженерно-технічного забезпечення вибухобезпеки об'єктів в Україні та в інших країнах.
51. Основні види дефектів будівельних конструкцій.
52. Обстеження та підсилення фундаментів будинків, що реконструюються.

53. Обстеження, захист і відновлення несучої здатності бетонних та залізобетонних конструкцій.

54. Обстеження, ремонт і підсилення кам'яних та армокам'яних конструкцій.

55. Обстеження, захист, ремонт і підсилення конструкцій із дерева.

56. Обстеження, підсилення і антикорозійний захист металевих конструкцій.

57. Прилади та інструменти для проведення обстежень технічного стану будівель та споруд.

58. Наведіть особливості застосування та забезпечення безпеки об'єктів водопостачання.

59. Наведіть особливості застосування та забезпечення безпеки об'єктів газопостачання.

60. Наведіть особливості застосування та забезпечення безпеки об'єктів електропостачання.

61. Наведіть особливості застосування та забезпечення безпеки об'єктів зв'язку.

62. Наведіть особливості застосування та забезпечення безпеки об'єктів залізничного та іншого рейкового транспорту.

63. Наведіть особливості застосування та забезпечення безпеки об'єктів автодорожнього транспорту.

64. Наведіть особливості застосування та забезпечення безпеки об'єктів трубопровідного транспорту.

65. Наведіть особливості застосування та забезпечення безпеки об'єктів морського та річкового транспорту.

66. Наведіть особливості застосування та забезпечення безпеки об'єктів повітряного транспорту.

67. Наведіть класифікацію захисних споруд. Наведіть вимоги до захисних споруд ЦЗ.

68. Наведіть об'ємно-планувальні рішення захисних споруд ЦЗ. Наведіть вимоги до входів та аварійних виходів. Охарактеризуйте систему постачання повітря.

69. Наведіть основні правила використання захисних споруд ЦЗ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Освітньо-професійна програма «Управління пожежною безпекою» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека».
2. Освітньо-професійна програма «Пожежна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека».
3. Кодекс цивільного захисту України.
4. НАПБ А.01.001-14 Правила пожежної безпеки в Україні. Наказ МВС України №1417 від 19.10.2014 р.
5. ДСТУ 88281-2019 Пожежна безпека. Загальні вимоги.
6. ДСТУ 2272-2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.
7. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
8. ДБН В.2.2-9-2019 Громадські будинки та споруди. Основні положення.
9. ДБН В.2.2-15-2019 Житлові будинки.
10. СНиП 2.09.02–85* Виробничі будинки.
11. ДБН В. 2.2-4-2019 Будинки і споруди дитячих дошкільних закладів.
12. ДБН В.2.2.-3-2019 Будинки і споруди навчальних закладів.
13. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
14. ДБН В.2.5-56-2014 Інженерне обладнання будівель і споруд. Системи протипожежного захисту.
15. ДБН В.2.2-8-98 Будинки і споруди. Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна.
16. ДБН В.2.2-16:2019 Культурно-видовищні та дозвілеві заклади.
17. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій.
18. ДБН В.1.2-4:2019 Система надійності та безпеки в будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту.
19. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту.
20. ДБН В.2.2-10:2022 Заклади охорони здоров'я. Основні положення.
21. Землянський О.М., Мусієнко А.П., Снитюк В.Є. Інтелектуальні технології оптимізації систем пожежного моніторингу. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2017. – 143 с.
22. Орещенко, А. В., Осадчий, В. І., Савенець, М. В., Балабух, В. О. Виявлення і моніторинг потенційно небезпечних пожеж на території України за даними супутникового сканування. Вісник НАН України, №11. 2020. С. 33–44.
<https://files.nas.gov.ua/PublicMessages/Documents/0/2020/12/20120913563375-2834.pdf>
23. Конспект лекцій з дисципліни «Обстеження і випробування будівель і споруд» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та

цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Укладач: О.П. Конончук – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 95 с.

24. Данченко Ю.М., Качкар Є.В., Рашкевич Н.В. Дослідження впливу чинників на вогнестійкість перегородок із сендвіч-панелей. Комунальне господарство міст, 2023, том 1, вип. 175. С. 145–150.

25. Отрош Ю.А., Ковальов А.І., Рашкевич Н.В., Тараненко І.С. Оцінювання вогнестійкості будівлі із вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій. Комунальне господарство міст, 2023, том 3, вип. 177. С. 134–141.

26. Ковальов А.І., Отрош Ю.А., Рашкевич Н.В., Рудаков С.В., Томенко В.І., Юрченко С.П. Вогнестійкість вогнезахищених сталевих конструкцій для підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів. Проблеми надзвичайних ситуацій № 1(37). 2023. С. 282–292.

27. Medved I., Otrosh Yu., Rashkevich N., Kondratiev A. Optimization of calculations of building structures. Механіка та математичні методи : науковий журнал. Одеса : ОДАБА, 2023. Том V. Вип. №1. С. 6–13.

28. Майборода Р.І., Отрош Ю.А., Рашкевич Н.В., Мележик Р.С. Дослідження евакуації маломобільних груп населення з житлових висотних будинків при пожежі. Комунальне господарство міст, 2023, том 4, випуск 178. С. 219–231. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-4-178-219-231>

29. Олейник О.С., Отрош Ю.А., Рашкевич Н.В., Шаповал С.В. Моделювання можливої зони задимлюваності в зруйнованому укритті. Комунальне господарство міст, 2023, том 4, випуск 178. С. 210–218. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-4-178-210-218>

A.Kovalov, R. Purdenko, Yu. Otrosh, V. Tomenko, N. Rashkevich, E.Shcholokov, M. Pidhornyy, N. Zolotova, O. Suprun (2022). Assessment of fire resistance of fireproof reinforced concrete structures. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 5/1 (119) 2022. P. 53–61.

30. Ковальов А.І., Пурденко Р.Р., Отрош Ю.А., Томенко В.І., Рашкевич Н.В., Юрченко С. Моделювання нестационарного прогріву вогнезахищених залізобетонних колон та вогнезахисту. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. № 2(14) 2022. С. 87–98.

31. Рубан А.В., Рашкевич Н.В., Отрош В.Ю. Моделювання евакуації людей при пожежі в програмному забезпеченні PATHFINDER. Modern Technologies for Solving Actual Society's Problems. Edited by Oleksandr Nestorenko and Iryna Ostopolets. Publishing House of University of Technology, Katowice, 2022. С. 412–420

32. Безуглий Я.П., Отрош Ю.А., Майборода Р.І., Рашкевич Н.В. Будівництво дрібних захисних фортифікаційних споруд – залізобетонних бліндажів циліндричної форми заводського виготовлення. ВІСТІ Донецького гірничого інституту №2 (51), 2022. С. 7–13. <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2022-2-7-13>

33. Отрош Ю.А., Ковальов А.І., Пурденко Р.Р., Рашкевич Н.В., Майборода Р.І. Дослідження вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій для підвищення рівня пожежної безпеки. Проблеми надзвичайних ситуацій № 2(36). 2022. С. 102–122.
34. Сур'янінов М.Г., Отрош Ю.А., Балдук П.Г., Дадашов І.Ф. Експериментальні та комп'ютерні дослідження залізобетонних колон за високих температурних впливів. *Nauka innov.* 2020. Т. 16, № 2. С. 55–61. <https://doi.org/10.15407/scin16.02.055>.
35. Kovalov A., Otrosh Y., Semkiv O., Konoval V. and Chernenko O. (2020). Influence of the Fire Temperature Regime on the Fire-Retardant Ability of Reinforced-Concrete Floors Coating. In *Materials Science Forum*. Trans Tech Publications Ltd. Volume 1006 - p. 87-92.
36. Отрош Ю.А. Оцінка технічного стану стін і перекриттів житлових будинків після пожежі. Збірник наук. праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. 2016. №. 1. С. 212-220.
37. Отрош Ю.А. Методика визначення технічного стану будівельних конструкцій виробничих будівель після пожежі. Збірник наук. праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2016. №. 160. С. 110-119.
38. Отрош Ю.А. Розробка підходу до визначення технічного стану будівельних конструкцій при дії силових та високотемпературних впливів // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. О.: ОДАБА, 2018. Вип. 71. С. 54-60.
39. Ковальов А.І., Отрош Ю.А., Данілін О.М. Експериментальні дослідження вогнестійкості залізобетонних перекриттів з системою вогнезахисту. Збірник наук. праць «Проблеми пожежної безпеки». Харків: 2019. Вып. 45. С. 73-78.
40. Отрош Ю.А., Рубан А. В., Гапонова А.С., Морозова Д. М. Підхід для визначення технічного стану залізобетонних конструкцій при силових і високотемпературних впливах. Збірник наук. праць «Проблеми пожежної безпеки». Харків: НУЦЗ України, 2019. Вип. 46. – С. 148-154.
41. Ковальов А. І., Отрош Ю.А., Томенко В. І. Моделювання теплового стану сталевих конструкцій за температурного режиму вуглеводневого режиму. Збірник наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». Харків: НУЦЗ України, 2020. Вип. № 1 (31). С. 187-197.
42. Rashkevich N., Shevchenko R., Khmyrov I., Soshinskiy A. Investigation of the Influence of the Physical Properties of Landfill Soils on the Stability of Slopes in the Contex. *Materials Science Forum* 1038, 407–416.
43. Rashkevich N., Strelec V., Shcherbak S., Yeremenko S. Development of Tools (Laboratory Facilities) for Researching the Effect of Physical Properties of Landfill Soils on Slope Stability. *Materials Science and Engineering*. 1164 (2021) 012063. doi:10.1088/1757-899X/1164/1/012063.

44. Дівізінюк М., Мірненко В., Рашкевич Н., Шевченко О. Розробка лабораторно-експериментальної установки для перевірки достовірності математичної моделі та розробленої на її основі методики попередження надзвичайних ситуацій на полігонах твердих побутових відходів з технологічним ліквідаційним енергоємним устаткуванням. *Social Development and Security*. 2020. Vol. 10. № 5. С. 15–27. DOI: 10.33445/sds.2020.10.5.2.

45. Васильченко О.В. Будівлі і споруди та їх поведінка в умовах НС: курс лекцій. Харків: НУЦЗ України, 2016. 569 с.

46. Васильченко О.В. Системи забезпечення захисту населення і територій у надзвичайних ситуаціях: курс лекцій (електронне видання) / О.В. Васильченко, П.Ю. Бородич, О.М. Семків, А.В.Ромін, О.М. Данілін, Ю.А. Отрош. – Х.: НУЦЗУ, 2018. – 346 с

Інформаційні ресурси

1. <http://moodle.nuczu.edu.ua/course/> – Система дистанційного навчання «Moodle НУЦЗУ» Національного університету цивільного захисту України.

2. <https://www.rada.gov.ua> – Офіційний вебпортал парламенту України. Верховна Рада України.

3. <https://mon.gov.ua/ua> – Міністерство освіти і науки.

4. <http://www.dsns.gov.ua> – Державна служба України з надзвичайних ситуацій.

5. <http://library.nuczu.edu.ua/> – Національний університет цивільного захисту України. Бібліотека.

6. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/> – Електронний репозитарій Національного університету цивільного захисту України (eNUCPUIR).

7. <https://nuczu.edu.ua/ukr/arkhiv-nomeriv> – Збірка наукових праць «Пожежна безпека».

8. <https://scholar.google.com.ua> – Google Академія – Google Scholar.

9. <https://www.scopus.com> – SciVerse Scopus – Реферативна база даних та наукометрична платформа видавничої корпорації Elsevier.

10. <https://www.nature.com/wls> – World Library of Science – Всесвітня наукова бібліотека ЮНЕСКО.

11. <https://iafss.org> – The International Association for Fire Safety Science – Міжнародна асоціація науки про пожежну безпеку.

Навчальне видання

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ
ДО СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
«Інноваційні інженерно-технічні заходи пожежної безпеки»**
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
у галузі знань 26 «Цивільна безпека»

Підписано до друку __.__.__. Формат __х__ / __.
Умовн.-друк. арк. ____.
Вид. № __ / __.

Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94.
www.nuczu.edu.ua