

Технічні науки

УДК 624

Нуянзін Олександр Михайлович

*кандидат технічних наук, доцент, начальник лабораторії
Науково-дослідна лабораторія інновацій у сфері цивільної безпеки
Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля;
Національний університет цивільного захисту України*

Нуянзин Александр Михайлович

*кандидат технических наук, доцент, начальник лаборатории
Научно-исследовательская лаборатория инноваций
в сфере гражданской безопасности
Черкасского института пожарной безопасности имени Героев Чернобыля;
Национальный университет гражданской защиты Украины*

Nuianzin Oleksandr

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Laboratory
Research Laboratory of Innovations in the Field of Civil Security of
Cherkasy Heroes of Chernobyl Fire Safety Institute;
National University of Civil Defense of Ukraine
ORCID: 0000-0003-2527-6073*

Самченко Тарас Васильович

*доктор філософії,
старший науковий співробітник відділу речовин і матеріалів
Науково-випробувального центру
Інститут державного управління та
наукових досліджень з цивільного захисту*

Самченко Тарас Васильевич

*доктор философии,
старший научный сотрудник отдела веществ и материалов*

Научно-испытательного центра

*Институт государственного управления и
научных исследований по гражданской защите*

Samchenko Taras

PhD, Senior Research Fellow of the Department of Substances and Materials

Scientific and Testing Center

Institute of Public Administration and Civil Defense Research

ORCID: 0000-0003-3702-8296

Алімов Богдан Олександрович

*молодший науковий співробітник
відділу систем протипожежного захисту*

науково-випробувального центру

*Інститут державного управління та
наукових досліджень з цивільного захисту*

Алимов Богдан Александрович

*младший научный сотрудник
отдела систем противопожарной защиты*

научно-испытательного центра

*Институт государственного управления и
научных исследований по гражданской защите*

Alimov Bogdan

Junior Researcher of the Department of Fire Protection Systems of the

Scientific and Testing Center

Institute of Public Administration and Research on Civil Protection

ORCID: 0000-0003-0248-7003

Гордєєв Микола Дмитрович

науковий співробітник відділу речовин і матеріалів

Науково-випробувального центру

Інститут державного управління та

наукових досліджень з цивільного захисту

Гордеев Николай Дмитриевич

научный сотрудник отдела веществ и материалов

Научно-испытательного центра

Институт государственного управления и

научных исследований по гражданской защите

Gordeev Mykola

Researcher of the Department of Substances and Materials of the

Scientific and Testing Center

Institute of Public Administration and Civil Defense Research

ORCID: 0000-0002-3675-1100

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ СПОРУД ТУНЕЛЬНОГО ТИПУ

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СООРУЖЕНИЙ ТОННЕЛЬНОГО ТИПА ANALYSIS OF THE STATE OF SAFETY USING TUNNEL-TYPE STRUCTURES

***Анотація.** Проаналізовано стан питання безпеки використання споруд тунельного типу, а саме: сучасний стан кабельних тунелів в Україні і світі, особливості прокладки кабельних ліній, аварійні ситуації в сучасних тунелях, небезпечні фактори, що виникають при пожежах в тунелях.*

***Ключові слова:** гасіння пожеж, кабельні тунелі, температурний режим пожежі, аеродинамічні параметри, пожежне навантаження.*

Аннотація. Проаналізовано стан безпеки використання споруд тунельного типу, а саме: сучасний стан кабельних тунелів в Україні та світі, особливості прокладки кабельних ліній, аварійні ситуації в сучасних тунелях, небезпечні фактори, що виникають при пожежах в тунелях.

Ключові слова: тушення пожег, кабельні тунелі, температурний режим пожеги, аеродинамічні параметри, пожежна навантаження.

Summary. The state of safety of tunnel type construction is analyzed, namely: the current state of cable tunnels in Ukraine and the world, features of laying cable lines, emergencies in modern tunnels, dangerous factors that occur during fires in tunnels.

Key words: fire extinguishing, cable tunnels, fire temperature, aerodynamic parameters, fire load.

Кабельним тунелем називається закрита споруда (коридор) з розташованими в ньому опорними конструкціями для розміщення на них кабелів і кабельних муфт, з вільним проходом по всій довжині, що дозволяє виробляти прокладку кабелів, ремонт та огляди кабельних ліній [1].

На території України у будівництві активно використовується підземний простір. Обмежені можливості для розміщення об'єктів на поверхні обумовлюють їх будівництво під землею, так з'являються метрополітени, транспортні тунелі, багатоповерхові підземні гаражі, багатофункціональні громадські споруди, торгові центри, підприємства побутового обслуговування, підземні сховища і інші об'єкти, залишаються після завершення гірських робіт підземні простори також можуть використовуватися для розміщення різних виробничих і невиробничих підприємств. Підземний простір дає можливість розміщення виробництв з

шкідливими і небезпечними технологіями, атомних електростанцій, поховання радіоактивних відходів і токсичних речовин, скидання технічних і стічних вод, складання відходів збагачувальних фабрик, утилізація промислових відходів і створення додаткових промислових площ. Усі ці види використання підземного простору повинні сприяти вирішенню глобальної проблеми вдосконалення життя людей на землі [2].



Підземні споруди дозволяють зберегти природне середовище, ландшафт, рекреаційні можливості, зберегти землю за допомогою розміщення заглиблених об'єктів під забудованими територіями. Перехід підземних споруд на глибші горизонти обумовлює необхідність раціонального розміщення транспортних комунікацій і об'єктів на різних рівнях в підземному просторі. При розташуванні під землею спеціальних виробництв їм забезпечується захист не лише від природних катастроф (землетруси, урагани) і штучних дій (великі терористичні акти і диверсії, локальні війни і конфлікти, кислотні дощі та ін.), але і створення комфортних виробничих умов відносно температури, вологості, запиленості,

вібрації, зовнішніх шумів і інших чинників. Підземне розташування найдоцільніше для високоточних виробництв і високих технологій.

Підземні споруди – об'єкти промислового, транспортного, сільськогосподарського, комунального, оборонного або іншого призначення, створювані в масиві гірських порід під денною поверхнею, т. е. гірські вироблення або їх комплекси, об'єкти, обладнані відповідно до функціонального призначення підземного об'єкту. Усі підземні споруди можуть бути віднесені до чотирьох найважливіших груп [3]:

1. Господарського призначення: енергетичні і гірничопромислові комплекси, промислові підприємства, транспортні магістралі, аграрні підприємства, сховища, склади, гаражі, автостоянки.

2. Соціального призначення: бібліотеки, спортзали, кінозали, лікарні магазини, басейни, ресторани, музеї, наукові центри.

3. Екологічного призначення: сховища-могильники для радіоактивних відходів і шкідливих речовин, небезпечні виробництва.

4. Оборонного призначення.

Одна з найбільш великих підгруп підземних об'єктів - споруди, в яких здійснюють здобич твердих корисних копалини. Значна доля підземних об'єктів, що служать транспортними магістралями:

- залізо- і автодорожні тунелі, тунелі і станції метрополітену, а також споруд: для переміщення води (гідротехнічні тунелі), нафти (магістральні нафтопроводи), природного газу (магістральні газопроводи), різних вантажів (трубопроводи). Ростає число підземних об'єктів тепло- і енергопостачання й інших виробництв.

Тунелі відіграють важливу роль в цивілізації, розвитку суспільства, але мають найрізноманітніші призначення.

Кабельні тунелі і колектори рекомендується споруджувати в містах та на підприємствах з ущільненої забудовою території або при великому насиченні території підземними інженерними комунікаціями, а також на

територіях великих металургійних, машинобудівних та інших підприємств [1].

Тунелі і колектори круглого перетину прохідного виконання мають внутрішній діаметр 2,6 м і призначені для двосторонньої прокладки кабелів.

Кабельні тунелі і колектори прямокутного перетину призначені для двосторонньої і односторонньої укладання кабелів і бувають прохідного і напівпровідного виконань. При великому числі кабелів тунелі і колектори прямокутного перетину можуть бути тризмінному (здвоєними).

Кабельні споруди і конструкції, на яких укладаються кабелі, повинні виконуватися з негорючих матеріалів. Забороняється виконання в кабельних спорудах будь-яких тимчасових пристроїв, зберігання в них матеріалів та устаткування. Тимчасові кабелі повинні прокладатися з дотриманням всіх вимог, що пред'являються до кабельних прокладок, з дозволу експлуатуючої організації.

Прокладка кабелів у тунелях, по естакадах та в галереях рекомендується при кількості силових кабелів, що йдуть в одному напрямку, більше 20.

Прокладка кабелів в блоках застосовується в умовах великої тісноти по трасі, в місцях перетину з залізничними коліями і проїздами, при ймовірності розливу металу і т. п.

На територіях електростанцій кабельні лінії повинні прокладатися в тунелях, коробах, каналах, блоках, по естакадах та в галереях. Прокладка силових кабелів в траншеях допускається тільки до віддалених допоміжних об'єктів (склади палива, майстерні) при кількості не більше шести. На територіях електростанцій загальною потужністю до 25 МВт допускається також прокладання кабелів в траншеях.

На територіях промислових підприємств кабельні лінії повинні прокладатися в землю (в траншеях), тунелях, блоках, каналах, по естакадах, в галереях і по стінах будівель.

У містах при великій кількості прокладених кабельних ліній і наявності ряду інших підземних комунікацій рекомендується прокладати кабелі в спеціальних підземних кабельних спорудах. Прокладання кабельних ліній в цих спорудах в порівнянні з прокладкою в землі має переваги; підвищується надійність роботи кабельних ліній (виключаються механічні пошкодження при різних земляних роботах), значно збільшується їх довговічність.

До підземних кабельних споруд відносять колектори, тунелі, канали і блоки.

Колектори, що споруджуються під міськими проїздами і на території заводів, призначені для спільної прокладки силових і контрольних кабелів, ліній зв'язку, водопроводу і теплопроводу. В колекторах не допускається прокладка каналізаційних труб і газопроводів.

В колекторах, тунелях і каналах необхідно забезпечити відведення ґрунтових і зливових вод, для чого підлоги в них повинні мати ухил у бік водозбірників або зливної каналізації; при необхідності встановлюють водовідкачуючий пристрій. Входи в колектори, тунелі і люки колодязів необхідно замикати. Кабельні колектори та тунелі довжиною понад 7 метрів повинні мати не менше двох виходів або люків, розташованих по кінцях колектора або тунелю, а також сигналізацію для виявлення появи диму і засоби пожежогасіння. Для зменшення обсягу пошкодження кабелів при виникненні пожежі в колекторах і тунелях встановлюють через кожні 150 - 200 метрів, що не згорають перегородки.

При значній довжині (більше 200 метрів) колектора і тунелю відстань між сусідніми виходами не повинно перевищувати 200 метрів. В тунелях і колекторах повинно бути загальне і ремонтне електроосвітлення, а також природна або штучна вентиляція. Всі металеві конструкції повинні покриватися антикорозійним лаком [1].

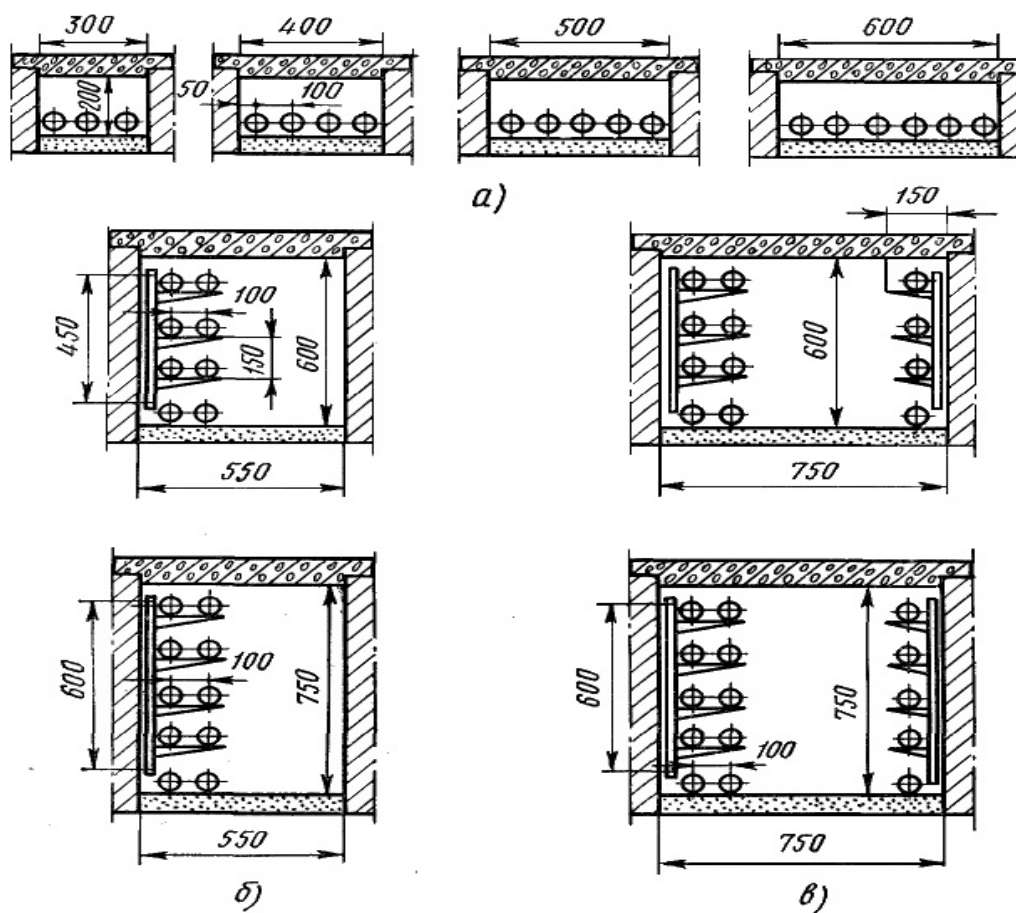


Рис. 1. Кабельні канали: а - на три-шість кабелів, розміщених на дні каналу; б - на вісім і десять кабелів, в - на дванадцять і п'ятнадцять кабелів

Розміри колекторів залежать від кількості та виду розміщуваних в них комунікацій, а перетин - від способу будівництва: колектори круглого перетину будують за допомогою щитів закритим способом, прямокутного перетину - відкритим способом.

Вентиляційні канали повинні мати гідроізоляцію та дренажні пристрої, щоб уникнути проникнення в них ґрунтових вод. Канали для силових кабелів перекривають знімними вогнетривкими плитами [1].

Кабельні блоки виконують з азбестоцементних труб діаметром 100 мм, з'єднаних між собою азбестоцементними муфтами або сталевими манжетами. Для забезпечення міцності з'єднання стиків труб заливають бетоном.

Відстань між окремими каналами кабельних блоків має бути не менше 100 мм. Конфігурація блоків визначається конкретними умовами, кількістю каналів і т. д.

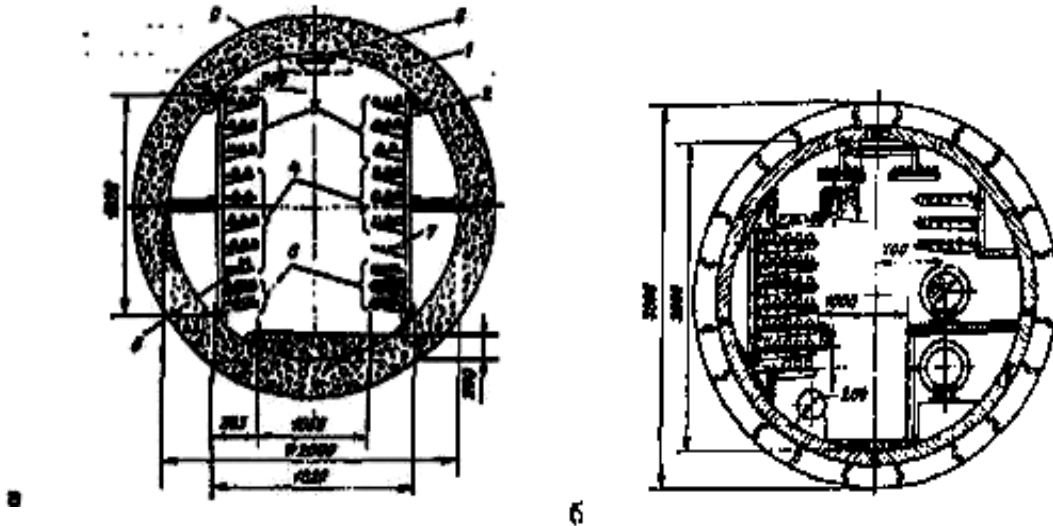


Рис. 2. Розміщення кабелів у тунелях і колекторах круглого перетину: а - тунель, б - колектор; 1 - блок тунелю, 2 - блок кабельних конструкцій; 3 - кабелі вище 1 кВ; 4 - кабелі до 1 кВ; 5 - контрольні кабелі; 6 - муфта сполучна; 7 - вільна полку для укладання з'єднувальні муфт; 8 - світильник; 9 - зона пожежних сповіщувачів і трубопроводів механізованого прибирання пилу та пожежогасіння

Кабельні колодязі споруджують в місцях, де змінюється напрямок траси кабельних ліній, прокладених в блоках, при переходах ліній з блоків в землю, а також на прямолінійних ділянках траси через 140 - 150 метрів. Стіни колодязів виконують з цегли або збірного залізобетону, перекриття - із збірного залізобетону.

Прокладання силових кабелів в кабельних блоках виконується рідко, так як має такі суттєві недоліки:

- значне зниження допустимих струмових навантажень на кабельні лінії;
- великі капітальні витрати;
- заміна пошкодженого кабелю від колодязя до колодязя;
- додаткові витрати на експлуатацію кабельних колодязів [1; 4-5].

На рис. 3 показано типове розміщення кабелів у тунелях прямокутного перетину [1].

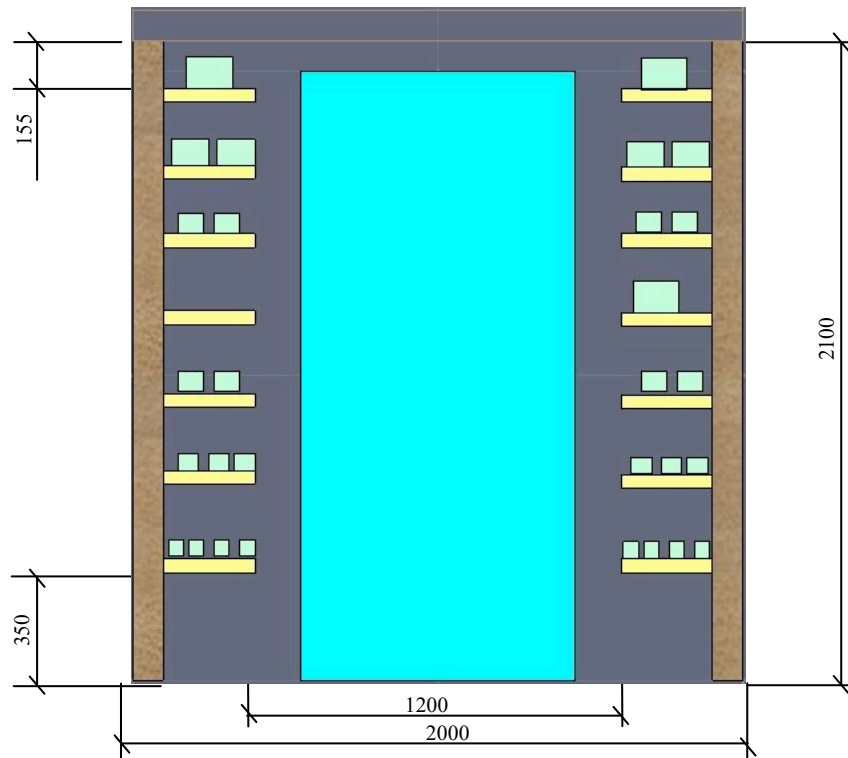


Рис. 3.

Типове розміщення кабелів у тунелях і колекторах прямокутного перетину.

Тунель дозволяє проводити прокладку кабелів, ремонти і огляди кабельних ліній з вільним проходом по всій довжині. Його споруджують із збірних залізобетонних елементів, рідше з монолітного залізобетону. Зовні тунель покривають гідроізоляцією, щоб виключити можливість проникнення в них ґрунтових або технологічних вод. Над тунелем укладають шар землі не менш 0.5 м. Залежно від числа кабелів тунель може бути односторонній шириною 1500 мм або двосторонній шириною 1800 мм.

При довжині тунелю довжиною від 7 до 150 м роблять не менш два входи. В цілях протипожежного захисту такий тунель розподіляють на

окремі відсіки довгої 150 м з пристроєм в них дверей. В перегородках закладають патрубки для проходу кабелів або залишають в низ щілини, які після прокладки кабелів ущільнюють матеріалом, що не згоряє, наприклад цементом і піском або перлітом з азбестом.

Пол тунелю виконують з ухилом 0,5% у бік канавки водовідведення, яку сполучають з дренажним пристроєм або водозбірними приймачами, закритими металевими ґратами.

Для видалення від кабелів теплових виділень в тунелі влаштовують вентиляцію. Перепад температури між повітрям, що поступає і видаляється, в тунелі не повинен перевищувати 10°C [1; 6-14].

Кабельний тунель обладнати пожежною сигналізацією і протипожежними пристроями. Прокладка кабелів в тунелях вважається надійною системою підземної каналізації, але мають значну вартість споруди. Тому доцільно тільки при великій кількості кабелів однієї напруги.

Колектори – це підземна споруда, призначена для загального розміщення кабельних ліній, теплопроводів і водопроводів. Вони виготовляються із залізобетонних елементів круглого або прямо куткового перетину. Для захисту від проникнення ґрунтових вод стіни колектора обклеюють двома шарами пергамина і захищають стіною товщиною в пів цеглини. Сполучні шви між блоками ущільнюють і закладають цементним розчином. Для введення в колектор кабельних ліній влаштовують камери з тим, щоб не закривати прохід обслуговуючому персоналу. В двосторонньому колекторі трубопроводи розташовують внизу на одній стороні проходу з силовими кабелями зв'язку, водопровід з силовими кабелями – на іншій, кабельні лінії під водопроводом в односторонньому колекторі зверху прокладають силові кабелі, під ними кабелі зв'язки, відокремлювані від силових горизонтальною перегородкою, внизу – водо- і теплопровід. Контроль за температурою повітря в колекторі здійснюють з

диспетчерського пункту, обладнаного телефонним зв’язком, сигналізацією і дистанційним керуванням.

Кабельною естакадою називається надземна або наземне відкрите горизонтальне або похиле протяжне кабельна споруда. Кабельна естакада може бути прохідною або непрохідною.



Рис. 4. Кабельна естакада

Кабельної галереєю називається надземне або наземна закрите повністю або частково (наприклад, без бічних стін) горизонтальне або похиле протяжне прохідне кабельна споруда. Даний спосіб прокладки рекомендується на підприємствах, насичених різними підземними комунікаціями, територіях з ґрунтовими умовами, несприятливо діють на кабелі, а також в районах вічної мерзлоти при кількості силових кабелів, що йдуть в одному напрямку, більше 20. Застосування естакад і галерей рекомендується в якості основного виду прокладки по території хімічних і нафтохімічних підприємств, де не виключена можливість розливання

речовини, руйнівню діють на оболонки кабелів. Кабелі, що прокладаються в кабельних спорудах, не повинні мати захисних покривів з горючих матеріалів [1].

Література

1. ГБН В. 2.2-34620942-002:2015. Лінійно-кабельні споруди телекомунікацій. Проектування.
2. Постанова Верховної ради України «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки». Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1998. N 38-39. Ст. 248.
3. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Д. : Східний видавничий дім, 2004 –2013.
4. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
5. СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства.
6. Самченко Т. В. Аналіз математичних моделей тепломасообміну при пожежі у кабельних тунелях // Видавничий дім "Інтернаука" (м. Київ, Україна). 2018. С. 80-85.
7. Дослідження адекватності математичної моделі тепломасообміну при пожежі у кабельному тунелі / О. М. Нуянзін, С. В. Поздєєв, Т. В. Самченко, [та ін.] // Вісник НУЦЗ України м. Харків. 2018. С.119-128.
8. Дослідження впливу пожежного навантаження на температурний режим пожежі у кабельному тунелі / С. В. Поздєєв, Є. Ю. Шеверєв, Т.В. Самченко, [та ін.] // Науковий вісник УкрНДІПБ, К.: 2018. С. 13-20.
9. Дослідження температурних режимів пожежі у кабельних тунелях за їх різних параметрів. О.М. Нуянзін, Т.В. Самченко, С.В. Поздєєв. [та

- ін.] Науковий вісник ЦЗ та ПБ № 1(7). УкрНДІПБ, Київ: 2019. С. 13–24.
10. Динаміка зміни температури у кабельному тунелі / Б.О. Алімов, Т. В. Самченко // Видавничий дім "Інтернаука" (м. Київ, Україна). 2019. С. 21-23.
11. Дослідження адекватності математичної моделі тепломасообміну при пожежі у кабельному тунелі. Т.В. Самченко, С.В. Поздєєв, О.М. Нуянзін [та ін.] // Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист». Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2018. С. 53-55.
12. Розробка математичної моделі процесу тепломасопереносу при пожежі у кабельному тунелі. А. В. Перегін, О. М. Нуянзін, Т. В. Самченко // Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2019. С. 205–207.
13. Самченко Т.В. Результати проведеного дослідження ефективності моделювання теплових процесів при пожежі у кабельному тунелі. Т.В. Самченко, С.В. Поздєєв, О.М. Нуянзін. [та ін.] // Матеріали наук.-практ. семінару: Запобігання надзвичайним ситуаціям та їх ліквідація. Харків.: НУЦЗ, 2019. С. 147–148.
14. Дослідження з визначення прогнозованого (очікуваного) строку придатності вогнезахисних засобів для дерев'яних конструкцій / О.В. Добростан, В.В. Коваленко, Т.В. Самченко // Науковий вісник УкрНДІПБ, К.: УкрНДІПБ, 2015. № 1(31). С. 140-145.