

УДК 614.841.345:006.83:519.2

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ

DOI: 10.52363/2518-1777-2026-21-12

Коваль Р. Р.¹, ORCID iD 0000-0001-8970-2831
Коваль Н.О.¹, ORCID iD 0000-0003-0988-3500
Середа Д.В.¹, ORCID iD 0000-0002-9645-5864
Несенюк Л.П.¹, ORCID iD 0000-0002-7796-7952
Ємельяненко С.О.², ORCID iD 0000-0002-2766-8428
Коваль І.Р.², ORCID iD 0009-0006-3908-7790
*E-mail: koval_roman@nuczu.edu.ua

¹Інститут наукових досліджень з цивільного захисту НУЦЗ України, Україна

²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ	АНОТАЦІЯ
<p>Надійшла до редакції: 12.04.2026 Прийнято: 05.05.2026 Опубліковано: 30.05.2026</p> <p>КЛЮЧОВІ СЛОВА: пожежні кран-комплекти, статистичний аналіз пожеж, технічне регулювання, гідравлічні параметри, ергономічність, ризик-орієнтований підхід.</p>	<p>У статті представлено результати оцінки ефективності пожежних кран-комплектів основі аналізу масивів статистичних даних про пожежі в Україні та обґрунтування напрямів їх технічного регулювання. Методологічну основу дослідження становлять статистичний аналіз застосування пожежних кран-комплектів, системний аналіз нормативної бази, використання ризик-орієнтованого підходу. Встановлено, що фактична ефективність використання ПКК як первинних засобів пожежогасіння є вкрай низькою, що свідчить про невідповідність їх технічних характеристик та експлуатаційних властивостей реальним умовам використання. На основі аналізу статистичних даних і факторів, що впливають на ефективність застосування ПКК (ергономічні обмеження, нестабільність гідравлічних параметрів, технічний стан та конструктивні особливості), визначено ключові проблеми функціонування систем внутрішнього протипожежного водопостачання. Систематизовано технічні вимоги та методи випробувань пожежних кран-комплектів відповідно до європейських стандартів серії EN та визначено їх роль. Обґрунтовано напрями вдосконалення технічного регулювання, зокрема щодо параметрів витрати та тиску, ергономічних характеристик, надійності елементів, а також забезпечення сумісності з'єднувальних елементів у контексті гармонізації з європейською практикою (перехід від системи «Богданова» до «Storz» або застосування адаптерів). Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення національної нормативної бази, підвищення ефективності внутрішнього протипожежного водопостачання та усунення технічних бар'єрів у сфері обігу пожежно-технічної продукції.</p>

Постановка проблеми.
Забезпечення пожежної безпеки є важливою складовою функціонування будівель та споруд, що вимагає впровадження комплексних систем протипожежного захисту. Ці системи включають пасивні заходи, спрямовані на обмеження поширення вогню (наприклад, вогнестійкі конструкції) і активні заходи,

що передбачають безпосереднє гасіння пожежі.

До активних засобів відносяться первинні засоби пожежогасіння, які призначені для локалізації та ліквідації пожеж на початковій стадії їх виникнення, що важливо для запобігання поширенню вогню та мінімізації збитків до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів.

Пожежні кран-комплекти (далі – ПКК), є однією з найефективніших та найменш витратних у обслуговуванні систем ліквідації пожежі, особливо на промислових об'єктах.

Стаття зосереджується на оцінці ефективності, технічних вимогах та методах випробування ПКК.

ПКК належать до первинних засобів пожежогасіння, оскільки вони є доступними та можуть бути використані для оперативного гасіння пожежі на початковій стадії її розвитку, до прибуття рятувальників. Можливість швидкого реагування має важливе значення для мінімізації потенційних збитків та збереження людських життів. Простота використання ПКК дозволяє застосовувати їх будь-якою особою, яка перебуває на об'єкті, що підвищує ефективність їх застосування під час гасіння пожежі. Обов'язкова наявність ПКК у всіх житлових, промислових, складських, офісних та торгово-розважальних будівлях та спорудах підкреслює їхню роль у загальній системі пожежної безпеки та відповідність нормативним вимогам [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання нормативного забезпечення, проектування та експлуатації стаціонарних систем пожежогасіння, зокрема систем внутрішнього протипожежного водопостачання перебуває у центрі уваги вітчизняних і зарубіжних науковців.

У наукових працях розглядаються підходи до формування технічних вимог, методів випробувань і складу випробувального обладнання для пожежно-технічного оснащення, включаючи ПКК та їх складові. Окрему увагу в дослідженнях приділено аналізу гідродинамічних характеристик елементів систем внутрішнього протипожежного водопроводу, а також обґрунтуванню вибору діаметрів ПКК з урахуванням умов їх експлуатації. У цьому контексті важливими є роботи Петухової О.А., Горносталь С.А. та Щербака С.М. у яких підкреслюється необхідність забезпечення відповідності технічних рішень чинним

нормативним вимогам, а також обґрунтовується вибір конструктивних параметрів для різних типів об'єктів [2-4].

Окремий напрям досліджень пов'язаний із гармонізацією національних стандартів щодо ПКК із європейськими нормами серії EN. Науковці ІНДЦЗ НУЦЗ України приділяють увагу адаптації сучасних підходів до нормування технічних характеристик таких елементів, як пожежні рукави, стволи, вентиля, з'єднувальні головки та шафи, а також розробленню методів їх комплексних випробувань у складі єдиної системи.

Зарубіжна практика, зокрема в межах діяльності технічного комітету CEN/TC 191, орієнтована на забезпечення функціональної надійності ПКК через чітке регламентування їх комплектності, взаємної сумісності елементів і експлуатаційних характеристик. Значна увага приділяється ергономіці застосування, зокрема зменшенню зусиль при розгортанні пожежного рукава, оптимізації способів його укладання в шафі (зигзагоподібно або на катушці), скороченню часу приведення в дію, а також забезпеченню стабільних гідравлічних параметрів під час подачі води.

Разом із тим, аналіз вітчизняної нормативної бази свідчить, що вимоги до ПКК залишаються недостатньо систематизованими: окремі їх складові нормуються різними стандартами без урахування їх функціональної взаємодії у складі єдиної системи. Відсутність комплексного підходу до встановлення технічних вимог і методів випробувань у цілому знижує ефективність їх застосування за призначенням. Це зумовлює необхідність розроблення узгодженого нормативного підходу, гармонізованого з європейськими вимогами, що дозволить підвищити надійність зазначених систем і усунути технічні бар'єри у сфері обігу відповідної продукції.

Проблематика гармонізації національних стандартів із європейськими нормами (серії EN) та розроблення сучасних методів випробувань також є

предметом досліджень науковців ІНДЦЗ України, де значну увагу приділено адаптації міжнародних підходів до умов національної системи технічного регулювання [5, 6].

CEN/TC 191 також акцентує увагу на чіткому нормуванні технічних характеристик елементів ПКК, їх комплектно́сті та ергономіці застосування.

Водночас вітчизняне нормативне забезпечення у сфері регламентування вимог до ПКК тривалий час залишалося фрагментарним і потребує комплексної актуалізації з метою усунення технічних бар'єрів у торгівлі та забезпечення інтеграції до європейської системи технічного регулювання.

Методи дослідження. У дослідженні застосовано комплексний методологічний підхід, що ґрунтується на поєднанні теоретичних, статистичних та аналітичних методів наукового дослідження для оцінювання ефективності ПКК, аналізу чинних технічних вимог та обґрунтування напрямів удосконалення технічного регулювання.

Зокрема, використано методи статистичного аналізу, які застосовувалися для обробки та узагальнення масивів статистичних даних щодо кількості пожеж і випадків використання ПКК як первинних засобів пожежогасіння протягом 2021–2025 років.

Метод системного аналізу використано для комплексного дослідження функціонування ПКК, встановлення взаємозв'язків між їх складовими елементами (рукавами пожежними, вентилями, перекривними стволами, з'єднувальною арматурою) та оцінювання ефективності чинних нормативно-технічних вимог.

Ризик-орієнтований підхід застосовано для визначення факторів, що впливають на ефективність функціонування ПКК, включаючи гідравлічні, технічні та ергономічні аспекти експлуатації. Використання цього підходу дозволило оцінити потенційний вплив окремих відмов або недоліків конструктивних елементів на

результативність застосування ПКК під час гасіння пожеж на початковій стадії.

Методи порівняльного аналізу та систематизації застосовано під час дослідження міжнародних технічних вимог і методів випробувань ПКК, що дало змогу визначити перспективні напрями гармонізації технічного регулювання, зокрема щодо використання сучасних типів з'єднувальної арматури.

Застосування зазначених методів забезпечило можливість комплексної оцінки сучасного стану використання ПКК, виявлення чинників, що обмежують ефективність їх застосування, а також науково обґрунтувати напрями підвищення рівня використання шляхом удосконалення технічних вимог, методів випробувань і нормативного забезпечення.

Формулювання цілей дослідження. Метою дослідження є оцінка ефективності застосування ПКК на основі аналізу масивів статистичних даних та обґрунтування напрямів їх технічного регулювання.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких завдань: проведення аналізу чинного нормативного забезпечення у сфері регламентування вимог до ПКК та їх складових, оцінювання ефективності застосування ПКК на основі статистичних даних про пожежі, визначення ключових факторів, що впливають на їх функціональну ефективність (гідравлічні параметри, ергономічні характеристики, технічний стан і конструктивні особливості), систематизація технічних параметрів основних елементів ПКК, узагальнення методів випробувань як інструменту підтвердження працездатності та надійності систем, аналіз європейських нормативних документів і формування пропозицій щодо гармонізації національного технічного регулювання, зокрема в частині підвищення експлуатаційної ефективності ПКК.

Виклад основного матеріалу. ПКК – це спеціалізований комплект обладнання, що є частиною внутрішнього протипожежного водопостачання будівлі

або споруди. Його основне призначення полягає у забезпеченні швидкої та ефективної подачі вогнегасної речовини, як правило, води, з пожежних трубопроводів безпосередньо до місця загоряння.

Технічні вимоги, обслуговування, методи контролю та випробування ПКК в Україні регламентуються національними стандартами [7-12]. Ці стандарти прийняті методом підтвердження та потребують технічного перекладу і впровадження.



Рисунок 1 – ПКК з плоскоскладаним та напівжорстким рукавами

Класифікація за типом вентиля: вид ПКК, згідно з [7] також визначається типом використовуваного вентиля (крана). Це впливає на механізм активації системи подачі води:

– автоматичний ПКК – до катушки приєднується автоматичний вхідний запірний вентиль. Це забезпечує автоматичну подачу води при активації системи, що може бути перевагою у випадках, коли людський фактор обмежений або потрібна максимально швидка реакція

– ручний ПКК – до катушки приєднується ручний вхідний запірний

Класифікація ПКК здійснюється за кількома основними критеріями, серед яких основним є тип використовуваного рукава та механізм активації вентиля.

Щодо класифікації за типом рукава, кожен з яких має свої конструктивні особливості та експлуатаційні переваги:

- плоскоскладаний пожежний рукав;
- напівжорсткий пожежний рукав

(Рис. 1).

вентиль. Цей тип вимагає ручного відкриття для подачі води, що надає користувачу повний контроль над процесом [7-9].

На основі аналізу масивів статистичних даних встановлено, що ПКК як первинні засоби пожежогасіння характеризуються низьким рівнем використання.

Так у період 2021-2025 років ПКК у якості первинних засобів пожежогасіння використовувалися 208 раз.

Статистику цих показників наведено в таблиці 1 [13].

Таблиця 1 Загальна динаміка використання ПКК

Назва показника	Рік					Всього
	2021	2022	2023	2024	2025	
Кількість пожеж на яких в якості первинних засобів пожежогасіння використовується ПКК	43	50	39	45	31	208

Встановлено, що ПКК у період з 2021 по 2025 роки використовувалися 208 раз з 283509 пожеж на об'єктах де вони передбачені у зв'язку з тим, що ПКК формально виконують свою функцію та не придатні для їх ефективного застосування [13]. Основною причиною такого стану є

недостатнє нормативне врегулювання технічних вимог щодо ПКК.

Результати аналізу свідчать про наявність системних проблем, пов'язаних із невідповідністю окремих елементів ПКК сучасним експлуатаційним вимогам.

Зокрема, є випадки втрати герметичності з'єднань, зниження гнучкості та міцності пожежних рукавів у процесі старіння, а також конструктивна невідповідність перекирваних пожежних стволів умовам швидкого введення в дію. Ускладнює ситуацію відсутність уніфікованих підходів до методів випробувань і критеріїв оцінки працездатності ПКК у складі стаціонарних систем пожежогасіння. Це призводить до формального характеру їх перевірок і не гарантує належного рівня готовності до застосування за призначенням, що обґрунтовує необхідність удосконалення нормативної бази на засадах гармонізації з міжнародними стандартами та впровадження ризик-орієнтованих підходів до оцінювання їх ефективності.

Проведено дослідження загальної статистики використання ПКК та встановлено наступне.

Протягом 2021-2025 років, кількість пожеж, на яких ПКК використовувались як первинні засоби пожежогасіння, демонструє підвищення, з піком у 2022 році – 50 випадків і подальшим зниженням до 31 випадку у 2025 році [13].

Таблиця 2 – Розподіл кількості пожеж при гасінні яких використовувались ПКК за типами об'єктів

Назва показника		Рік				
		2021	2022	2023	2024	2025
Кількість пожеж на яких в якості первинних засобів пожежогасіння використовувались ПКК	Житлові будинки	20	20	15	15	12
	Об'єкти на яких здійснюється державний нагляд (контроль)	23	30	24	30	19

Аналіз розподілу показників за типами об'єктів – житлові будинки та об'єкти, на яких здійснюється державний нагляд і контроль – виявляє суттєві відмінності та тенденції.

А саме, у житлових будинках кількість пожеж, де ПКК використовувались як первинні засоби, коливалася в діапазоні 12-20 випадків на

Ця тенденція до зниження наприкінці періоду може свідчити про кілька взаємопов'язаних чинників:

1. Можливе підвищення ефективності використання інших первинних засобів пожежогасіння, таких як вогнегасники, що дозволяє локалізувати пожежу до необхідності залучення ПКК.

2. Скорочення часу прибуття пожежних підрозділів може зменшувати потребу у використанні ПКК як первинних засобів цивільним населенням або персоналом, оскільки професійні бригади одразу застосовують свої засоби та джерела водопостачання.

3. Зниження рівня працездатності або доступності самих ПКК на об'єктах з плином часу, що обмежує їх ефективне застосування.

З метою проведення більш детального аналізу кількість пожеж на яких використовувались ПКК у якості первинних засобів пожежогасіння було здійснено розподіл кількості цих пожеж в залежності від типу об'єкту (Табл. 2).

рік, демонструючи загальну тенденцію до зниження (з 20 у 2021 до 12 у 2025). Зменшення використання ПКК мешканцями як первинних засобів може бути зумовлене кількома причинами:

– недостатня обізнаність та відсутність навичок: мешканці житлових будинків, як правило, не мають спеціальної підготовки з використання ПКК. В умовах

стресу та паніки, а також через потенційні труднощі з доступом до ПКК (наприклад, замкнені шафи, відсутність ключів, зашарженість шляхів доступу), їх використання може бути неможливим.

– технічний стан та обслуговування у житловому секторі, особливо в старих будинках, ПКК можуть бути в занедбаному стані, не проходити регулярного технічного обслуговування, що призводить до їх несправності або зниження ефективності тиску води.

– масштаб пожежі – багато пожеж у житлових будинках швидко набирати поширюються, що унеможлиблює ефективне гасіння за допомогою ПКК та вимагає негайного втручання пожежно-рятувальних підрозділів.

Одночасно на об'єктах, де здійснюється державний нагляд і контроль показники дещо відрізняються. Кількість пожеж, де ПКК використовувались як первинні засоби, коливалася від 6 до 15 випадків, демонструючи спад у 2023-2024 роках (з 15 у 2022 до 6 у 2024).

Разом з тим, проведено аналітичне дослідження нормативних вимог встановлених у 6 європейських стандартах – систематизовано та гармонізовано 34 види випробувань.

Випробування ПКК умовно поділено на 4 основні групи: гідравлічні, фізико-хімічні, механічні (ергономічні) та корозійні.

Для проведення випробувань ПКК, їх складових елементів та пожежних рукавів застосовується комплекс спеціалізованого випробувального й вимірювального обладнання.

Оцінювання працездатності вентилів та запірної арматури здійснюється шляхом візуального огляду із використанням рулетки або лічильника обертів для визначення кількості обертів під час відкривання і закривання.

Для визначення крутного моменту приведення ствола в дію застосовується динамометричний ключ. Випробування стволів на стійкість до удару та перевірка міцності котушок виконуються на спеціалізованих випробувальних стендах.

Перевірка характеристик подавання води, зокрема формування розпиленого струменя, мінімальної витрати та ефективної дальності подавання, проводиться із використанням гідравлічних стендів з подачею води, витратомірів, мірних рулеток, нерухомих опор та вертикальних мішеней із розміткою.

Випробування на герметичність, стійкість до внутрішнього тиску, міцність рукавів, визначення втрат тиску та оцінювання деформацій при згинанні або стисканні, виконуються на гідравлічних випробувальних стендах, оснащених насосами та манометрами.

Для визначення зусилля розмотування рукава додатково застосовуються динамометри або силовимірювачі.

Оцінювання довговічності та стійкості матеріалів до впливу зовнішніх факторів здійснюється із використанням кліматичного та спеціального лабораторного обладнання.

Зокрема, для випробувань на корозійну стійкість металевих елементів використовують камери сольового туману, для перевірки термічного старіння – термокамери з контрольованою температурою, для оцінювання гнучкості за низьких температур – морозильні камери, а для визначення стійкості до ультрафіолетового випромінювання – камери з ксеноновою дугою.

Випробування на стирання виконуються за допомогою абразиметрів, на стійкість до гарячої поверхні – із використанням стрижня розжарення, а оцінювання озоностійкості гумових компонентів проводиться в озонних камерах.

Адгезійні властивості покриттів рукавів визначаються із застосуванням розривних машин (тензиметрів).

Забезпечення ефективності ПКК у будівлях різного призначення безпосередньо залежить від їх здатності функціонувати в умовах реальних пожежних навантажень, що включають змінні гідравлічні режими, термічні та

механічні впливи, старіння матеріалів та людський фактор.

Тому стандарти, зокрема [6-11] регламентують комплекс випробувань, кожне з яких має чітке науково-технічне обґрунтування та спрямоване на моделювання критичних сценаріїв експлуатації.

У межах гідравлічних випробувань ПКК ключовим параметром є визначення витрати води та *K-фактора*, що характеризує пропускну здатність системи при різних рівнях тиску:

$$Q = K \cdot \sqrt{10P}, \quad (1)$$

де, Q (*витрата води*) – об'єм води (або іншої вогнегасної речовини), який виходить із пожежного ствола за одиницю часу. Вимірюється у літрах за хвилину (л/хв).

K (*K-фактор*) – коефіцієнт продуктивності пожежного ствола (пропускна здатність). Це незмінна конструктивна характеристика конкретного виробу. Чим більший отвір ствола (наприклад, для рукавів 25 мм або 52 мм), тим вищий його *K-фактор* (наприклад, $K=42$ або $K=80$).

P (*робочий тиск*) – динамічний тиск води в системі безпосередньо перед входом у пожежний ствол. У цій формулі значення тиску підставляється у мегапаскалях (МПа). Стандартні випробувальні тиски – 0,2; 0,4 та 0,6 МПа.

10 – коригувальний множник для переведення одиниць вимірювання. Оскільки класичне значення *K-фактора* прив'язане до тиску в барах, а у формулу ми підставляємо мегапаскалі (1 МПа = 10 бар), множення на 10 вирівнює розмірності

Враховуючи нестабільність внутрішніх водопровідних мереж будівель, особливо при одночасному використанні декількох точок водорозбору, підтвердження цього коефіцієнта забезпечує гарантовану подачу необхідного об'єму води навіть за мінімального тиску.

Це створює науково обґрунтовану основу для гідравлічного розрахунку систем протипожежного водопостачання та вибору насосного обладнання. Важливим є випробування на розривний тиск, яке дозволяє оцінити запас міцності рукава. У реальних умовах пожежогасіння можливі гідроудари та короточасні пікові навантаження, спричинені різкими змінами режиму подачі води. Встановлення кратного запасу міцності (у 3-4 рази більше робочого тиску) запобігає аварійному руйнуванню рукава, що важливо для безпеки користувача [4, 6, 7].

Додатково досліджуються деформаційні характеристики рукавів під тиском. Ці параметри безпосередньо впливають на керованість рукава під час гасіння пожежі у вузьких просторах. Надмірні деформації можуть призвести до утворення петель, перекручувань або навіть розгерметизації з'єднань, що унеможлиблює ефективне застосування ПКК [5, 7].

Для напівжорстких рукавів має значення випробування на стійкість до перегину. Воно моделює ситуації прокладання рукава через дверні прорізи, кути приміщень та інші перешкоди. Забезпечення безперервності потоку води навіть при значних вигинах є необхідною умовою стабільного функціонування системи.

Група фізико-хімічних випробувань спрямована на оцінку довговічності матеріалів у процесі тривалої експлуатації. Прискорене термічне старіння дозволяє змодельовати багаторічну деградацію полімерів, що перебувають переважно у складеному стані. Це дає змогу виявити потенційні втрати еластичності, появу тріщин та зниження міцності ще на етапі сертифікації [8, 11].

Випробування адгезії шарів рукава ПКК визначає надійність з'єднання внутрішнього гідроізоляційного шару з каркасом (Рис. 2).

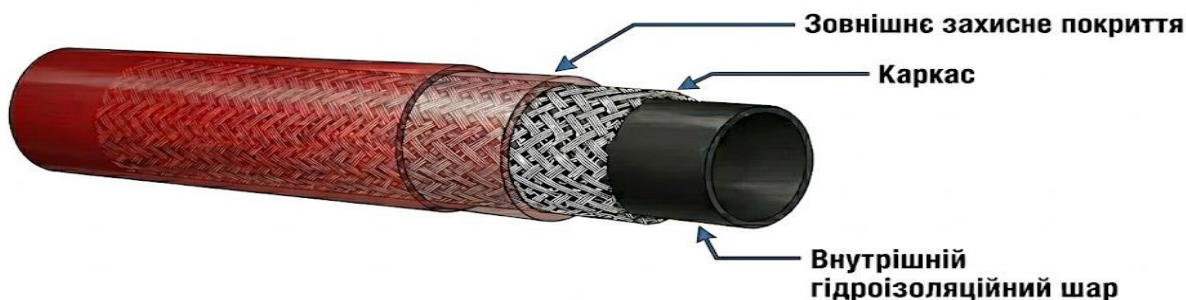


Рисунок 2 – Схема пожежного рукава ПКК у розрізі

Недостатня адгезія може призвести до утворення внутрішніх порожнин, які блокують потік води, що є критичним дефектом при пожежогасінні.

Оцінка стійкості до впливу високих температур і контакту з нагрітими поверхнями імітує реальні умови пожежі, коли рукав може контактувати з розпеченими конструкціями. Здатність витримувати такі впливи протягом певного часу забезпечує безперервність подачі води та підвищує шанси на локалізацію займання.

Важливими є також випробування на гнучкість за низьких температур та озоностійкість. Вони враховують експлуатацію ПКК у неопалюваних приміщеннях і вплив атмосферних факторів, які можуть спричинити крихкість матеріалів та утворення мікротріщин.

Ергономічні та механічні випробування спрямовані на врахування людського фактора. Визначення зусиль, необхідних для відкриття крана, розгортання рукава та керування стволом, гарантує можливість використання ПКК широким колом осіб у стресових умовах. Це особливо важливо для об'єктів з масовим перебуванням людей.

Механічна надійність елементів, зокрема перекривного ствола та барабана котушки, перевіряється шляхом ударних та статичних навантажень. Такі випробування моделюють випадкові удари, падіння та надмірні зусилля під час експлуатації, що дозволяє оцінити їхню

стійкість до пошкоджень і збереження функціональності.

Завершальним етапом є антикорозійні випробування, зокрема тест у сольовому тумані відповідно до [14]. Вони імітують тривалий вплив вологи та агресивного середовища, що є типовим для багатьох будівель. Стійкість до корозії забезпечує працездатність рухомих елементів і запірної арматури протягом усього терміну служби.

Таким чином, сукупність наведених випробувань формує науково обґрунтовану систему оцінювання надійності ПКК, яка враховує як фізичні процеси в матеріалах і конструкціях, так і поведінкові аспекти їх використання. Це дозволяє мінімізувати ризики відмови систем у критичний момент та забезпечити ефективне реагування на пожежу на початковій стадії її розвитку.

Технічні вимоги до ПКК доцільно обґрунтовувати з позиції ризик-орієнтованого підходу, враховуючи реальні умови експлуатації, ймовірні сценарії розвитку пожежі та фактори відмови системи.

Ключовим критерієм є тип пожежного рукава. Застосування ПКК із напівжорсткими рукавами на об'єктах підвищеного ризику безпосередньо регламентується [15]. Головна експлуатаційна перевага напівжорсткого рукава полягає у можливості подачі води без повного розмотування. Це гарантує практично миттєве введення системи в дію після відкриття вентиля, скорочуючи час реагування на 40-60 секунд, що є

важливим на початковій стадії інтенсивного горіння.

Гідравлічні параметри системи безпосередньо визначають ефективність локалізації осередку займання. Згідно з [16], мінімальна витрата води на один струмінь має становити 2,5 л/с. Нормативний показник досягається використанням перекривних пожежних стволів із діаметром еквівалентного сопла близько 13 мм. Це формує компактний струмінь із дальністю від 10 м за робочого тиску 0,4 МПа. Такий гідравлічний режим створює оптимальний тепловий баланс процесу гасіння, генерує достатню кінетичну енергію струменя та дозволяє подавати вогнегасну речовину у віддалені зони навіть за умов складного планування будівель.

Ергономічні властивості ПКК прямо впливають на ефективність дій персоналу об'єкту, де виникла необхідність необхідність їх використання. Статистика застосування вказує, що складність експлуатації в стресовій ситуації є головною причиною низької ефективності систем внутрішнього водопостачання. Відповідно, конструкція ПКК має адаптуватися до антропометричних даних користувачів і специфіки замкнених просторів (вузькі коридори, сходові клітки). Раціональними технічними рішеннями є поворот катушки на 180°, зниження тягового зусилля під час розмотування рукава та використання шаф з антикорозійним захистом. Це запобігає заламам рукава, мінімізує гідравлічні втрати та стабілізує подачу води.

Умови реальної пожежі супроводжуються гідравлічними ударами, перепадами тиску та механічними навантаженнями, що підвищує ризик розгерметизації з'єднань або розриву рукава. Для мінімізації аварійних відмов коефіцієнт запасу міцності рукавів має становити не менше 3...4 від робочого тиску з обов'язковим тестуванням на герметичність. Крім того, тривалий вплив вологи, перепадів температур, УФ-випромінювання та агресивних середовищ спричиняє деградацію полімерних

компонентів. Технічні умови повинні жорстко регламентувати випробування матеріалів ПКК на прискорене старіння, термо-, озono- та корозійну стійкість для підтвердження їхнього експлуатаційного ресурсу [7-9].

Процес гармонізації національної нормативної бази з європейськими стандартами також створює проблему несумісності обладнання. Використання в Україні з'єднувальних головок типу «Богданова» формує технічну невідповідність із системою «Storz», що є стандартом у країнах ЄС, та обмежує взаємну сумісність пожежно-технічного обладнання. Ця технічна розбіжність блокує взаємозамінність компонентів та ускладнює інтеграцію європейського обладнання. Вирішенням проблеми є впровадження вимог щодо поетапної уніфікації з'єднань або обов'язкового комплектування систем відповідними перехідними адаптерами [2, 6].

Висновки та напрями подальших досліджень.

1. На основі аналізу статистичних даних встановлено, що фактична ефективність застосування ПКК є низькою (менше 0,1% від загальної кількості пожеж), що свідчить про невідповідність їх технічних характеристик реальним умовам експлуатації та потребує перегляду підходів до формування технічних вимог.

2. Визначено основні фактори, що обумовлюють низьку ефективність ПКК, зокрема: недостатня ергономічність конструкції, нестабільність гідравлічних параметрів, незадовільний технічний стан елементів системи та залежність від рівня підготовки користувачів.

3. На основі ризик-орієнтованого підходу обґрунтовано технічні вимоги до основних параметрів ПКК, зокрема щодо типу рукава (доцільність застосування напівжорстких рукавів), мінімальної витрати води (не менше 2,5 л/с), робочого тиску (0,2-0,6 МПа), ергономічних характеристик та запасу міцності елементів системи.

4. Встановлено взаємозв'язок між технічними вимогами та методами

випробувань, що дозволяє розглядати систему випробувань як інструмент підтвердження функціональної надійності ПКК з урахуванням реальних умов експлуатації, включаючи гідравлічні, механічні та кліматичні впливи.

5. Обґрунтовано необхідність гармонізації національних технічних вимог із європейськими підходами, зокрема щодо уніфікації з'єднувальних елементів (перехід від системи «Богданова» до «Storz» або застосування адаптерів), що дозволить забезпечити

сумісність обладнання, підвищити ефективність систем внутрішнього протипожежного водопостачання та усунути технічні бар'єри. Запропоноване нормативно-технічне регулювання дозволяє підвищити надійність внутрішнього протипожежного водопостачання.

Отримані результати є науковим підґрунтям для роботи профільних технічних комітетів, фахівців ДСНС та виробників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kim M., Kong H. Performance evaluation of outlet types in indoor fire hydrant systems // *Journal of Fire Sciences*. 2026. Vol. 44, No. 2.
2. Петухова О. А., Горносталь С. А., Щербак С. М. Обґрунтування вибору характеристик складових пожежного кран-комплекту // *Проблеми пожежної безпеки*. 2017. Вип. 42. С. 95–100.
3. Петухова О. А., Щербак С. М. Визначення втрат напору плоскоскладаних рукавів, якими комплектуються пожежні кран-комплекти // *Проблеми пожежної безпеки*. 2016. Вип. 39. С. 196–200.
4. Петухова О. А., Горносталь С. А., Шаповалова О. О., Щербак С. М. Дослідження фактичних витрат води з пожежних кран-комплектів // *Проблеми пожежної безпеки*. 2016. Вип. 39. С. 190–195.
5. Коваль Р. Р., Твердохліб О. С., Ємельяненко С. О., Серета Д. В., Несенюк Л. П. Порівняльне дослідження міжнародних технічних вимог до пожежних кран-комплектів: сучасний стан та перспективи уніфікації // *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2025. № 1(19). С. 129–141.
6. Коваль Р., Серета Д., Несенюк Л. Аналіз та порівняння міжнародних стандартів щодо пожежних кран-комплектів // *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: матеріали XVI Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Черкаси, 02 трав. 2025 р.)*. Черкаси: НУЦЗ України, 2025. С. 64–66.
7. ДСТУ EN 671-1:2017. Стационарні системи пожежогасіння. Кран-комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги (EN 671-1:2012, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
8. ДСТУ EN 671-2:2017. Стационарні системи пожежогасіння. Кран-комплекти пожежні. Частина 2. Кран-комплекти з плоскоскладаними рукавами. Загальні вимоги (EN 671-2:2012, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
9. ДСТУ EN 671-3:2017. Стационарні системи пожежогасіння. Кран-комплекти пожежні. Частина 3. Технічне обслуговування кран-комплектів з напівжорсткими і плоскоскладаними рукавами (EN 671-3:2009, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
10. ДСТУ EN 694:2019. Рукави пожежні. Напівжорсткі рукави для стационарних систем пожежогасіння (EN 694:2014, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
11. ДСТУ EN 14540:2019. Рукави пожежні. Плоскоскладані рукави, що не просочуються, для стационарних систем пожежогасіння (EN 14540:2014, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
12. ДСТУ EN 15889:2017. Пожежні рукави. Методи випробування (EN 15889:2011, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
13. Аналітичні довідки про пожежі та їх наслідки в Україні за 2014–2025 рр. [Електронний ресурс] / Інститут наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України. Режим доступу: <https://indcz.dsns.gov.ua/statistika-pozhezh> (дата звернення: [вказати дату]).
14. EN ISO 9227:2022. Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests. Geneva: International Organization for Standardization, 2022. 28 p.
15. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Київ: Мінрегіон України, 2015.
16. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Київ: Мінрегіон України, 2013.

REFERENCES

1. Kim, M., & Kong, H. (2026). Performance evaluation of outlet types in indoor fire hydrant systems. *Journal of Fire Sciences*, 44(2).
2. Petukhova, O. A., Hornostal, S. A., & Shcherbak, S. M. (2017). Obgruntuvannya vyboru kharakterystyk skladovykh pozhezhnoho kran-komplektu [Justification of selecting characteristics of fire hose reel components]. *Problemy pozhezhnoi bezpeky*, 42, 95–100.
3. Petukhova, O. A., & Shcherbak, S. M. (2016). Vyznachennia vtrat naporu ploskoskladanykh rukaviv, yakymy komplektuiutsia pozhezhni kran-komplekty [Determination of pressure losses in lay-flat hoses used in fire hose reels]. *Problemy pozhezhnoi bezpeky*, 39, 196–200.
4. Petukhova, O. A., Hornostal, S. A., Shapovalova, O. O., & Shcherbak, S. M. (2016). Doslidzhennia faktychnykh vytrat vody z pozhezhnykh kran-komplektiv [Study of actual water flow rates from fire hose reels]. *Problemy pozhezhnoi bezpeky*, 39, 190–195.

5. Koval, R. R., Tverdokhlib, O. S., Yemelienenko, S. O., Sereda, D. V., & Neseniuk, L. P. (2025). Porivnialne doslidzhennia mizhnarodnykh tekhnichnykh vymoh do pozhezhnykh kran-komplektiv: suchasnyi stan ta perspektyvy unifikatsii [Comparative study of international technical requirements for fire hose reels: Current state and prospects for harmonization]. *Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*, 1(19), 129–141.
6. Koval, R., Sereda, D., & Neseniuk, L. (2025). Analiz ta porivniannia mizhnarodnykh standartiv shchodo pozhezhnykh kran-komplektiv [Analysis and comparison of international standards for fire hose reels]. In *Teoriia i praktyka hasinnia pozhezh ta likvidatsii nadzvychainykh sytuatsii: Materialy XVI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (pp. 64–66). Cherkasy, Ukraine: NUTsZU Ukrainy.
7. DSTU EN 671-1:2017. (2017). Statsionarni systemy pozhezhohasinnia. Kran-komplekty pozhezhni. Chastyna 1. Kran-komplekty z napivzhorstkymy rukavamy. Zahalni vymohy [Fixed firefighting systems. Hose reel systems. Part 1. Hose reels with semi-rigid hose. General requirements].
8. DSTU EN 671-2:2017. (2017). Statsionarni systemy pozhezhohasinnia. Kran-komplekty pozhezhni. Chastyna 2. Kran-komplekty z ploskoskladanymy rukavamy. Zahalni vymohy [Fixed firefighting systems. Hose reel systems. Part 2. Hose reels with lay-flat hoses. General requirements].
9. DSTU EN 671-3:2017. (2017). Statsionarni systemy pozhezhohasinnia. Kran-komplekty pozhezhni. Chastyna 3. Tekhnichne obsluhovuvannia kran-komplektiv z napivzhorstkymy i ploskoskladanymy rukavamy [Fixed firefighting systems. Hose reel systems. Part 3. Maintenance of hose reels with semi-rigid and lay-flat hoses].
10. DSTU EN 694:2019. (2019). Rukavy pozhezhni. Napivzhorstki rukavy dlia statsionarnykh system pozhezhohasinnia [Fire hoses. Semi-rigid hoses for fixed firefighting systems].
11. DSTU EN 14540:2019. (2019). Rukavy pozhezhni. Ploskoskladani rukavy, shcho ne prosochuiutsia, dlia statsionarnykh system pozhezhohasinnia [Fire hoses. Non-percolating lay-flat hoses for fixed firefighting systems].
12. DSTU EN 15889:2017. (2017). Pozhezhni rukavy. Metody vyprovuvannia [Fire hoses. Test methods].
13. Instytut naukovykh doslidzhen z tsyvilnoho zakhystu Natsionalnoho universytetu tsyvilnoho zakhystu Ukrainy. (2025). Analizychni dovidky pro pozhezhni ta yikh naslidky v Ukraini 2014–2025 rr. [Analytical reports on fires and their consequences in Ukraine, 2014–2025]. <https://indcz.dns.gov.ua/statistika-pozhezh>
14. International Organization for Standardization. (2022). EN ISO 9227:2022. Corrosion tests in artificial atmospheres—Salt spray tests.
15. DBN V.2.5-56:2014. (2015). Systemy protypozhezhnoho zakhystu [Fire protection systems].
16. DBN V.2.5-64:2012. (2013). Vnutrishnii vodoprovod ta kanalizatsiia. Chastyna I. Proektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo [Internal water supply and sewerage. Part I. Design. Part II. Construction].

EFFICIENCY EVALUATION AND TECHNICAL REGULATION FOR FIRE FIGHTING HOSES FOR FIXED SYSTEMS

Koval R.¹, Koval N.¹, Sereda D.¹, Neseniuk L.¹, Yemelienenko S.², Koval I.²

¹*Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, Ukraine*

²*Lviv State University of Life Safety, Ukraine*

KEYWORDS: ABSTRACT

statistical analysis of fires, technical regulation, hydraulic parameters, ergonomics, risk-oriented approach.

This article presents the results of evaluating the efficiency of fire hose systems (FHS) based on an analysis of statistical datasets regarding fires in Ukraine, along with a justification of directions for their technical regulation. The methodological framework of the study comprises a statistical analysis of FHS application, a systems analysis of the regulatory framework, and the implementation of a risk-based approach. It has been established that the actual efficiency of utilizing FHS as first-aid firefighting equipment is extremely low, indicating a discrepancy between their technical characteristics and operational properties and real-world operational conditions. Based on the analysis of statistical data and factors influencing FHS operational efficiency (ergonomic limitations, instability of hydraulic parameters, technical condition, and design features), the key operational problems of internal fire water supply systems have been identified. The technical requirements and testing methods for fire hose systems have been systematized in accordance with the European EN series standards, and their role has been defined. Directions for improving technical regulation have been justified, particularly concerning flow and pressure parameters, ergonomic characteristics, component reliability, and ensuring the compatibility of connecting fittings in the context of harmonization with European practices (transitioning from the "Bogdanov" coupling system to "Storz" or utilizing adapters). The obtained results can be applied to improve the national regulatory framework, enhance the efficiency of internal fire water supply systems, and eliminate technical barriers in the circulation of fire-technical products.