

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА
ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ГУМО-КОРДНИХ
НАПІРНИХ РУКАВІВ**

Монографія

Харків 2019

Рекомендовано до друку
вченою радою НУЦЗ України
(протокол від 28.03.2018 № 7)

Рецензенти:

доктор технічних наук, старший науковий співробітник **О.А. Тарасенко**
доктор технічних наук, доцент **Р.О. Кайдалов**

УДК 614.843

Розрахунково-експериментальна оцінка надійності гумо-кордних напірних рукавів: монографія / С.Ю. Назаренко, Г.О. Чернобай, О.О. Ларін, А.Я. Калиновський, В.Ю. Назаренко. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 132 с.

ISBN

У монографії проведено аналіз конструкцій напірних рукавів (НР), особливостей їх експлуатації та методів випробувань на цілісність та герметичність.

Наведено результати експериментальних досліджень зміни тиску в рукавній лінії під час гасіння пожеж. Статистичною обробкою встановлено максимальне експлуатаційне значення тиску, що визначає силове навантаження НР. Експериментально визначено фізико-механічні властивості матеріалів гумо-кордних НР, зокрема модулів пружності та коефіцієнтів дисипації під час деформації розтягання у поздовжньому та поперечному напрямках, а також модулі пружності та коефіцієнтів дисипації при зсуві з випробувань на кручення. Наведено результати експериментальних випробувань гумо-кордних матеріалів з визначення їх пружних та в'язкопружних характеристик і випробувань на втомливу міцність до та під час штучного старіння матеріалу. Проведено числові розрахунки параметрів напружено-деформованого стану рукавів як неушкоджених, так і з дефектами, на розробленій методом скінченних елементів моделі, адекватність якої доведено експериментально.

На основі проведеної роботи розроблено прототип відповідного випробувального пристрою, експериментальною експлуатацією якого доведено як його працездатність та адекватність прийнятих у процесі розробки математичної моделі припущень, так і доцільність запропонованого методу пошуку прихованих дефектів рукавів.

Монографія орієнтована на наукових і практичних працівників органів і підрозділів служби цивільного захисту, викладачів, ад'юнктів і здобувачів вищої освіти.

УДК 614.843

ISBN ...

© С.Ю. Назаренко, Г.О. Чернобай,
О.О. Ларін, А.Я. Калиновський,
В.Ю. Назаренко, 2019
© НУЦЗУ, 2019

Зміст

Передмова	5
Глава 1. Історія, аналіз конструкцій напірних рукавів та експлуатаційні особливості, що впливають на надійність їх використання	7
1.1 Напірні рукави: історія, сьогодення, перспективи	7
1.2 Аналіз конструкцій напірних рукавів	10
1.3 Особливості експлуатації напірних пожежних рукавів, які впливають на надійність та безпеку їх використання	14
1.4 Сучасний стан питань щодо теоретичних та експериментальних досліджень напірних пожежних рукавів	15
Глава 2. Теоретичні засади діагностування напірних рукавів	18
2.1 Аналіз видів дефектів та їх дислокації в рукавах	18
2.2 Аналіз систем діагностування технічного стану напірних пожежних рукавів	20
2.2.1 Методи визначення працездатності напірних пожежних рукавів	20
2.2.2 Апаратура для оцінювання працездатності напірних пожежних рукавів	21
Глава 3. Експериментальні дослідження механічних властивостей матеріалу напірних рукавів. Визначення навантажень, що діють на них в експлуатації	22
3.1 Визначення механічних властивостей матеріалів НІР при деформації у поздовжньому (вздовж основи) напрямку	24
3.1.1 Пожежний рукав типу «Т» із внутрішнім діаметром 51 мм	24
3.1.2 Пожежний рукав типу «Т» із внутрішнім діаметром 77 мм	32
3.2 Визначення механічних властивостей матеріалів напірних пожежних рукавів при деформації у поперечному (вздовж утка) напрямку	35
3.2.1 Пожежний рукав типу «Т» із внутрішнім діаметром 51 мм	35
3.2.2 Пожежний рукав типу «Т» із внутрішнім діаметром 77 мм	40
3.3 Визначення пружних характеристик, статичної міцності та опору втомі гумо-кордних композитів	44
3.3.1 Експериментальні дослідження параметрів пружності та статичної міцності гумо-кордних композитів	44
3.3.2 Експериментальні дослідження параметрів втомі гумо-кордних композитів	52
3.4 Визначення модуля пружності при зсуві матеріалу напірних пожежних рукавів з випробувань на кручення	56
3.4.1 Пожежний рукав типу «Т» із внутрішнім діаметром 51 мм	56
3.4.2 Пожежний рукав типу «Т» із внутрішнім діаметром 77 мм	68
3.5 Аналіз результатів дослідження пружних та дисипативних властивостей матеріалів напірних пожежних рукавів	78

3.6	Визначення навантажень, що діють на напірні пожежні рукави в експлуатації	78
Глава 4.	Дослідження напружено-деформованого стану напірних пожежних рукавів	81
4.1	Теоретичні засади дослідження напружено-деформованого стану напірних пожежних рукавів	81
4.2	Розробка моделі напірного пожежного рукава	86
4.3	Постановка задачі визначення характеристик деформування пожежних рукавів методом скінченних елементів	86
4.4	Побудова розрахункової скінченно-елементної моделі	87
4.5	Розрахункове дослідження НДС напірних пожежних рукавів під час гідравлічних випробувань	90
4.6	Розрахункове дослідження впливу розмірів дефекту на НДС напірних пожежних рукавів	91
4.7	Дослідження особливостей деформування та оцінка надійності гумо-кордних композитів	95
4.7.1	Прогнозування ресурсу та надійності гумо-кордних композитів з урахуванням випадкової варіації параметрів НДС	95
Глава 5.	Методика випробування пожежних рукавів	105
5.1	Установка для випробувань НПП і пошуку місця розташування дефекту	105
5.1.1	Методика діагностування прихованих дефектів у напірних пожежних рукавах	107
5.1.2	Методика визначення місця розташування дефектів у напірних пожежних рукавах	108
5.2	Експериментальні дослідження впливу розмірів дефекту на кут закручування напірних пожежних рукавів	108
5.2.1	Розробка методики дослідження впливу розмірів дефекту на зміну кута закручування напірних пожежних рукавів	108
5.3	Результати експериментального дослідження впливу розмірів дефекту на зміну кута закручування напірних пожежних рукавів	109
Післямова	117

ПЕРЕДМОВА

Аналіз статистичних даних за останні роки [10–14] свідчить про те, що в Україні в середньому щодня виникало близько 200 пожеж; при цьому майже 5 осіб гинуть та стільки ж зазнають травмування, а матеріальні збитки від них в середньому досягають 14 мільйонів гривень. За статистичними даними тенденції до зменшення як кількості загиблих та травмованих на пожежах, так і матеріальних збитків від них не спостерігається, що свідчить про необхідність створення відповідних умов для більш ефективної роботи оперативно-тактичних підрозділів Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС) України.

Серед важливих чинників, що забезпечують ефективність дій пожежно-рятувальних підрозділів під час ліквідації пожеж, чільне місце займають не тільки їх якісне оснащення сучасними технічними засобами, але й надійність та безвідмовність штатних зразків пожежно-технічного обладнання і, в першу чергу, складових елементів систем подачі вогнегасних засобів до осередку пожежі, до яких безпосередньо відносяться й напірні пожежні рукави (НПР).

Теоретичним та експериментальним методам випробування пожежно-технічного оснащення присвячено багато робіт, серед яких слід відмітити фундаментальні роботи Гуліди Е.М. [24, 25], Безбородька М.Д. [17, 18], Ковалишина В.В. [42, 43, 44], Ларіна О.М. [129].

Дослідженням гнучких трубопроводів і, зокрема, НПР присвячені роботи Бідермана В.Л. [20], Степанова О.С. [95], Пурдика В.П. [89, 90], Муляра Ю.І. [67–69], Дусанюк Ж.П. [32, 33] та ін.

Напірні пожежні рукави являють собою гнучкі трубопроводи, які використовуються для подачі води та водних розчинів піноутворювачів на відстань під тиском [19, 34] і є одним із основних видів протипожежного обладнання [35, 36, 107], від справного стану яких залежить оперативна діяльність пожежно-рятувальних підрозділів та успішне гасіння пожеж.

Згідно [77] рукави весь час знаходяться на пожежному автомобілі, який виїздить не лише на пожежі, але й на хибні виклики, на навчання, на відпрацювання оперативного розгортання на підпорядкованих об'єктах тощо.

Отже, НПР перебувають весь час під впливом зовнішніх факторів, зокрема вібрацій під час руху автомобіля та від роботи його агрегатів, дії атмосферних чинників, внутрішнього тиску води та обставин бойової роботи, які спричиняють стирання чохла рукава, гниття в рукавах із природних матеріалів, зумовлюють появу дефектів різного характеру тощо.

Аналіз причин виходу з ладу напірних пожежних рукавів показав [78], що з усіх відмов більше 60 % є свищі, а також розриви і зриви головок – відповідно 30 % та 10 %.

Надійність НПР забезпечується лише їх періодичними (один раз на рік, або після ремонту рукава) гідравлічними випробуваннями, що не забезпечує своєчасного визначення прихованих дефектів у рукавах.

Аналізом, проведеним за наслідками дослідження наявності та характеру дефектів під час проведення штатних випробувань робочих та виведених з експлуатації пожежних рукавів, визначено, що дефекти поділяються на:

- явні (пориви та свищі), які порушують герметичність рукава;
- видимі порізи, потертості, пропали та хімічна корозія від забруднення паливно-мастильними матеріалами, які не порушують герметичності рукава;
- приховані (непомічені порізи, розриви ниток силового каркасу тощо), які не порушують герметичності рукава.

Дослідження показали, що лише 75 % дефектів виявляються в ході гідравлічних випробувань [78], а невиявлена частина дефектів призводить до відмов рукавів на пожежі.

Тому задача розробки способу і створення технічних засобів випробування та діагностування пожежних напірних рукавів, що забезпечують їх експлуатаційну надійність за рахунок пошуку прихованих дефектів, є актуальною і має практичну значущість.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Ліцензія: Наказ МОН України від 17.02.2017 № 33-л

*Навчальний заклад готує фахівців для підрозділів ДСНС України
та підприємств усіх форм власності*

Спеціальність	Спеціалізація	Інформація за телефонами
Екологія	•Екологічна безпека	Факультет техногенно-екологічної безпеки (057) 707-34-31 +38-067-422-96-63 +38-066-738-40-14 +38-063-772-91-75
Цивільна безпека	•Охорона праці	
Хімічні технології та інженерія	•Радіаційний та хімічний захист	Факультет оперативно-рятувальних сил +38-093-682-13-88 +38-095-927-58-00 +38-095-606-71-79
Цивільна безпека	•Цивільний захист	Факультет цивільного захисту +38-099-620-10-25 +38-093-965-71-88 +38-067-427-57-05 +38-093-312-37-12
	•Телекомунікаційні системи в управлінні	
Туризм	•Туризм	+38-093-407-47-46 +38-067-950-94-28
Психологія	•Екстремальна та кризова психологія	Соціально-психологічний факультет: (057) 707-34-60 +38-093-312-35-40 +38-093-406-84-36
	•Робота з персоналом	
Пожежна безпека	•Пожежна безпека	Факультет пожежної безпеки (057) 707-34-80 +38-067-571-90-10 +38-063-776-80-59 +38-067-900-47-52 +38-093-940-91-29
	•Автоматичні системи пожежної та технологічної безпеки	
	•Аудит пожежної та техногенної безпеки	
	•Пожежна безпека	Факультет оперативно-рятувальних сил +38-093-682-13-88 +38-095-927-58-00 +38-095-606-71-79
	•Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи	

Здобувачі вищої освіти мають можливість навчатись на військовій кафедрі підготовки офіцерів запасу

Приймальна комісія – (057)704-14-32, (057)707-34-06



AQUASILA

ЕКСПЕРТ З ВИРОБНИЦТВА ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ



ТИП «Т»

Призначені для техніки пожежних машин, пожежних мотопомп. Мають високі експлуатаційні характеристики. Застосовуються для подачі води і вогнегасних речовин під великим тиском.

Ø	32, 38, 51, 66, 77, 100, 125, 150
Робочий тиск	1,6 МПа
Розривний тиск	5,0 МПа



ПОСИЛЕНІ ТИП «Т»

Для техніки пожежних машин, пожежних мотопомп. Мають підвищені експлуатаційні характеристики, в тому числі стійкість до стирання.

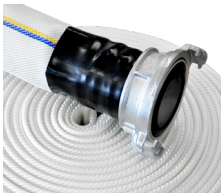
Ø	51, 66, 77, 100, 125, 150
Робочий тиск	2,0-2,2 МПа
Розривний тиск	6,0 МПа



ТИП «Т» з двобічним покриттям»

Призначені для техніки пожежних машин, пожежних мотопомп. Мають найбільшу стійкість до стирання!

Ø	51, 66, 77
Робочий тиск	2,0-2,2 МПа
Розривний тиск	6,0 МПа



ВОГНЕТРИВКІ «ЕКОЛІС»

Використовуються в умовах підвищеного зовнішнього теплового впливу при гасінні лісових та торф'яних пожеж. Велика кількість дрібних проколів постійно зволожує поверхню рукава.

Ø	51, 77
Робочий тиск	1,6/2,0 МПа
Розривний тиск	4,0/6,0 МПа

СЕРТИФІКАТИ



Всі рукава мають сертифікати відповідності ДСТУ 3810-98. Посилени рукава пройшли випробування акредитованої лабораторії УкрНДІ ЦЗ.

Відділ продажу

+38 066 329 72 75

+38 067 571 73 72

aquasila.org@gmail.com

aquasila.org.ua

AQUASILA
ЗАВОД ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ

Наукове видання

Назаренко Сергій Юрійович
Чернобай Геннадій Олександрович
Ларін Олексій Олександрович
Калиновський Андрій Якович
Назаренко Володимир Юрійович

**РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ
ГУМО-КОРДНИХ НАПІРНИХ РУКАВІВ**

Монографія

Підписано до друку 05.09.19. Формат 60x84/16.
Папір 80 г/м². Ум.друк. арк. 8,5
Тираж прим. Вид. № 34/19. Обл.вид арк. 5,0
Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023, м. Харків, вул. Чернишевська, 94

www.nuczu.edu.ua