

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: Хімічна технологія флюорисцентних покриттів протипожежного обладнання

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, групи МХТ-18-222 галузі знань (освітньо-професійної програми)

16 «Хімічна та біоінженерія»,
(«Радіаційний та хімічний захист»)

Іван БОНДАРЄВ

(прізвище та ініціали)

Керівник Максим КУСТОВ

(прізвище та ініціали)

Рецензент Станіслав ВИНОГРАДОВ

(прізвище та ініціали)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет (підрозділ) оперативно-рятувальних сил
Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології
Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
Спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»
(назва)
Освітньо-професійна програма «Радіаційний та хімічний захист»
(назва)
Рівень вищої освіти другий (магістерський)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри

Олена ТАРАХНО

«___» _____ 2019 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): Хімічна технологія флюорисцентних покриттів протипожежного обладнання.

керівник проекту (роботи) Кустов Максим Володимирович, доктор технічних наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом НУЦЗ України від «___» _____ 20__ року №___

2. Строк подання здобувачем вищої освіти проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) пожежні рукави марки «Аква-сила».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Розділ 1 Аналітичний огляд, Розділ 2,Хімічна технологія люмінесцентних та світловідбивних покриттів, Розділ 3 Експериментальне визначення світлових характеристик покриттів різного складу,Розділ 4 Охорона праці , Розділ 5 Економіка

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Мультимедійні слайди _____

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Видача завдання до дипломної роботи		
	Підбір джерел інформації, обґрунтування вибору дослідницьких методик флюорисцентних покриттів.		
	Складання плану дипломної роботи.		
	Аналітичний огляд джерел інформації.		
	Аналіз статистики пожеж.		
	Дослідження існуючих технологій вироблення флюорисцентних покриттів.		
	Експериментальне дослідження світлових властивостей різних покриттів.		
	Розглянути перспективи використання флюорисцентних покриттів пожежних рукавів в підрозділах ДСНС.		
	Підготовка розділу з охорони праці.		
	Оформлення пояснювальної записки з дипломної роботи		
	Відправлення дипломної роботи на рецензування.		
	Представлення дипломної роботи на допуск до захисту.		
	Захист дипломної роботи.		

Здобувач вищої освіти _____ Іван БОНДАРЄВ
підпис

Керівник роботи _____ Максим КУСТОВ
підпис

РЕФЕРАТ

Звіт про ДР : ___ с., ___ рис., ___ табл., ___ джерел, ___ додатки.

Ключові слова: гасіння пожеж, пожежні рукави, флюорисцентні покриття, вимір світимості, люксметри

Об'єкт досліджень: флюорисцентні покриття пожежного обладнання, а саме пожежних рукавів.

Мета роботи: обґрунтування використання флюорисцентних покриттів у підрозділах ДСНС.

Стислий зміст роботи та висновки:

Проведено аналіз стану пожежної безпеки в Україні за 2019 рік. Встановлено, що низька видимість протипожежного обладнання є значною причиною травмування під час гасіння пожежі.

Аналіз механізмів нанесення флюорисцентних покриттів на протипожежне обладнання, дозволив встановити шляхи модифікації речовин. Світлоотражаючі та флюорисцентні суміші мають високу світлову здатність в темряві порівняно із звичайним покриттям.

Проаналізовані різні механізми приготування світлоотражаючих речовин. Світимість речовин визначається шляхом визначенням світлового потоку, який в свою чергою, залежить від методу й режиму приготування.

Проведено експериментальні дослідження флюорисцентних покриттів, методу приготування та визначення світлових характеристик покриттів різного складу . При експериментальних дослідженнях використовувалися прилади для виміру світимості(Люксметрів)які дозволяють реалізувати точний вимір потоку світла.

Запропоновані шляхи використання флюорисцентних покриттів на пожежних рукавах за допомогою додаткового освітлення у відсіках пожежно-рятувальної техніки ,де зберігаються рукави.

Область використання: гасіння пожеж в особливих умовах.

ABSTRACT

Sound about DR: ___ s., ___ fig., ___ tab., ___ dzherel, ___ supplements

Keywords: fire extinguishing, fire hoses, fluorescent coatings, luminance measurement, lux meters

Research Object: Fluorescent coatings for firefighting equipment, namely fire hoses.

Purpose: justification for the use of fluorescent coatings in SES units.

Summary of work and conclusions:

The analysis of the state of fire safety in Ukraine for 2019 was conducted. Low visibility of firefighting equipment has been found to be a significant cause of injury during firefighting.

Analysis of the mechanisms of application of fluorescent coatings on firefighting equipment, allowed to establish ways of modification of substances. Reflective and fluorescent mixtures have a high luminous capacity in the dark compared to conventional coatings.

Different mechanisms of preparation of reflective substances are analyzed. The luminosity of substances is determined by determining the luminous flux, which in turn depends on the method and mode of preparation.

Experimental studies of fluorescence coatings, method of preparation and determination of light characteristics of coatings of different composition. Experimental studies used instruments for measuring luminosity (Luxmeters) that allow you to realize the exact measurement of the flow of light.

Proposed ways to use fluorescent coatings on fire hoses with the help of additional lighting in the compartments of fire-fighting equipment, where the hoses are stored.

Scope: Extinguishing fires in special conditions.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	
1.1. Аналіз надзвичайних ситуацій за 2019 рік.....	
1.2 Пожежно-технічне обладнання.....	
РОЗДІЛ 2. ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ЛЮМІНІСЦЕНТНИХ ТА СВІТЛО- ВІДБИВНИХ ПОКРИТТІВ...	
2.1. Аналіз світловідбиваючих покриттів.....	
2.2. Аналіз існуючих розробок.....	
2.3. Характеристики та склад люмінесцентних та світловідбивних покриттів	
2.4. Особливості нанесення покриттів на пожежні рукави	
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СВІТЛОВИХ ХАРАК- ТЕРИСТИК ПОКРИТТІВ РІЗНОГО СКЛАДУ	
3.1. Вимір світимості за допомогою сучасних приладів та методів	
3.2. Технічні характеристики люксметрів	
3.3. Дослідження люмінесцентних властивостей пожежного рукава.	
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1 Загальні положення з охорони праці	
4.2 Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України	
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВАРІАНТІВ ФЛЮОРИСЦЕНТНИХ ПОКРИТТІВ НА ПРОТИПОЖЕ-ЖНЕ ОБЛАДНАННЯ	
5.1 Критерії оцінки ефективності функціонування протипожежного захисту	
5.2 Розрахунок збитків від втрати життя та здоров'я населення	
ВИСНОВКИ	
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	

					НУЦЗУ.2.18-185. СХ та ХТ РПЗ-01			
Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив		Бондарев			Хімічна технологія флюорисцентних покриттів протипожежного обладнання.	Лім.	Лист	Листів
Перевірив		Кустов						
Н.контр.		Скородумова				МХТ – 18 – 222		
Затв.		Тарахно						

ВСТУП

Для подачі води, при ліквідації надзвичайної ситуації (далі НС) або гасінні пожежі, може використовуватись різне устаткування: насоси встановлені на аварійно-рятувальних і пожежних автомобілях, насоси встановлені на пожежних мотопомпах, пожежні рукава та рукавне обладнання. Для забору чи подачі води потрібні пожежні рукава. Пожежні рукава, поряд з пожежними насосами й іншим устаткуванням, є одним з основних видів пожежного озброєння. Від справного стану рукавів багато в чому залежить боєздатність підрозділів МНС України, а отже, і успішна ліквідація надзвичайних ситуацій.

Необхідно відзначити, що амортизаційні витрати по експлуатації рукавного господарства в більшості випадків перевищують витрати на всі інші види пожежного озброєння. Отже, для зменшення й скорочення цих витрат необхідно організувати експлуатацію рукавного господарства технічно грамотно, з виконанням всіх вимог «Інструкції по експлуатації та ремонту пожежних рукавів». Основним завданням при цьому повинне бути продовження терміну служби рукавів зі збереженням їхніх робочих характеристик.

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		7

РОЗДІЛ 1.АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Аналіз надзвичайних ситуацій за 2019 рік

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту відповідно до п. 10 Інструкції по роботі з карткою обліку пожежі, затвердженою наказом ДСНС України від 16.08.2017 р. № 445 «Про забезпечення ведення обліку пожеж» та їх наслідків, здійснив аналіз даних масиву карток обліку пожеж за 9 місяців 2019 року, що надійшли від територіальних органів ДСНС України. Зокрема, проаналізовано стан із загибеллю людей і травмуванням людей на пожежах з урахуванням зміни кліматичних умов, причин та обставин, пов'язаних із цим (рис.1.1).

Так, підрозділами територіальних органів ДСНС України за 9 місяців 2019 року зареєстровано 79 895 пожеж, що на 27,7 % більше, ніж за аналогічний період 2018 року. Суттєве зростання кількості пожеж зареєстровано у природних екосистемах (+ 44,9 %) та на відкритих територіях (+ 54,1 %).

Унаслідок пожеж загинуло 1 340 людей, у тому числі 46 дітей та 1 118 людей отримали травми, з них 84 дитини. Порівнюючи з аналогічним періодом 2018 року, кількість загиблих унаслідок пожеж збільшилась на 6,3 %, кількість травмованих збільшилась на 2,5 %. Кількість дітей і підлітків до 18 років, які загинули внаслідок пожеж, збільшилась на 35,3 %, кількість дітей і підлітків до 18 років, травмованих на пожежах, зменшилась на 12,5 %.



Рис.1.1- Пожежі в житловому секторі.

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		8

Матеріальні втрати від пожеж склали 8 млрд 590 млн 154 тис. грн, у тому числі прямі збитки становили 1 млрд 706 млн 913 тис. грн, побічні - 6 млрд 883 млн 241 тис. гривень. Порівняно з аналогічним періодом минулого року матеріальні втрати від пожеж збільшилися на 38,0 % (прямі збитки збільшилися на 6,2 %, побічні - на 49,1 %), кількість знищених і пошкоджених будинків (споруд) збільшилась на 6,1 %, кількість знищених і пошкоджених транспортних засобів (техніки) - на 4,2 %, кількість загиблих свійських тварин - на 78,6 %, кількість знищених кормів - на 18,0 %, кількість знищеного хліба на корені та у валках -на 44,4 %.

Разом із тим, під час ліквідації пожеж врятовано 1 302 людини, у тому числі 130 дітей, та матеріальних цінностей на суму 3 млрд 987 млн 836 тис. грн.Щодня в Україні, в середньому, виникало 292 пожежі, матеріальні втрати від яких склали 31 млн 466 тис. грн.Прямі збитки від однієї пожежі становлять 21,4 тис. гривень.Кожного дня внаслідок пожеж гинуло 5 і отримувало травми 4 людини, вогнем знищувалось або пошкоджувалось 73 будівлі (споруди) та 13 одиниць техніки.

Статистичні показники стану з пожежами в Україні за 9 місяців 2019 року у порівнянні з аналогічним періодом 2018 року наведено в таблиці 1.1. Оскільки відповідальність щодо забезпечення пожежної безпеки житлового фонду покладається на власників квартир або наймачів, здійснювати заходи державного нагляду у сфері пожежної безпеки щодо умов безпечного проживання людей у житловому секторі можна шляхом безпосереднього спілкування з населенням, широкого використання засобів масової інформації, можливостей громадських формувань, сувенірної продукції, створення соціальної реклами. Також, за 9 місяців 2019 року порівняно з аналогічним періодом 2018 року спостерігається суттєве збільшення у 3,2 рази кількості загиблих людей унаслідок пожеж на відкритих територіях. За останні 20 років наслідки зміни клімату в Україні стають все відчутнішими. За цей період середньорічна температура зросла на 0,8⁰С, а середня температура січня та лютого – на 1-2 ⁰С, що призвело до змін у ритмі сезонних явищ: смерчів, паводків, посухи.

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		9

**Статистичні показники стану з пожежами в Україні за 9 місяців 2019 року
у порівнянні з 9 місяцями 2018 року**

№ з/п	Назва показників	2019 рік	2018 рік	Тенденція по країні, %	% від загальної кількості
Загальні дані про пожежі					
1	Кількість пожеж (од.)	79895	62546	27,7	-
2	Збитки прямі, тис. грн	1706913	1607740	6,2	-
3	Збитки побічні, тис. грн	6883241	4618000	49,1	-
4	Загинуло людей унаслідок пожеж	1340	1261	6,3	-
-	у т.ч. дітей та підлітків до 18 років	46	34	35,3	3,4
5	Загинуло людей унаслідок пожеж у містах	639	594	7,6	47,7
6	Загинуло людей унаслідок пожеж у селах	701	667	5,1	52,3
7	Травмовано людей на пожежах	1118	1091	2,5	-
-	у т.ч. дітей та підлітків до 18 років	84	96	-12,5	7,5
-	у т.ч. в містах	723	756	-4,4	64,7
8	Знищено, пошкоджено будівель і споруд	19929	18792	6,1	-
9	Знищено, пошкоджено техніки (од.)	3602	3457	4,2	-
10	Загинуло людей унаслідок пожеж, на 100 тис. населення	3,2	3,0	6,7	-
11	Кількість пожеж на 10 тис. населення	19,0	14,8	28,4	-
12	Збитки прямі на 10 тис. населення, тис. грн	406,3	380,4	6,8	-
13	Кількість пожеж у містах	42730	37218	14,8	53,5
14	Кількість пожеж у селах	37141	25310	46,7	46,5
15	Кількість пожеж на об'єктах, на яких здійснюється державний нагляд (контроль)	1927	1930	-0,2	2,4
-	у т.ч. на підприємствах, в організаціях, за-	1894	1889	+0,3	2,4
Об'єкти пожеж					
1	Будівлі виробничого призначення	450	468	-3,8	0,6
2	Будівлі об'єктів торгівлі та харчування	634	671	-5,5	0,8
3	Соціально-культурні, громадські та адміністративні споруди	389	392	-0,8	0,5
4	Будівлі та споруди сільськогосподарського призначення	71	96	-26,0	0,1
5	Будинки та споруди житлового призначення	23091	22991	0,4	28,9
-	у т.ч. житлові будинки	11986	12229	-2,0	15,0
6	Природні екосистеми	1269	876	44,9	1,6
7	Відкриті території	48336	31369	54,1	60,5
8	Транспортні засоби	3344	3247	3,0	4,2
9	Інші об'єкти	2311	2436	-5,1	2,8

Причини виникнення пожеж					
1	Підпал	2343	2323	0,9	2,9
2	Несправність виробничого обладнання	137	115	19,1	0,2
3	Порушення правил ПБ при влаштуванні та експлуатації електроустановок	8415	8458	-0,5	10,5
4	Порушення правил ПБ при влаштуванні та експлуатації печей, ТГ агрегатів та устано-	3127	3402	-8,1	3,9
5	Необережне поводження з вогнем	60575	43594	39,0	75,8
6	Пустощі дітей з вогнем	508	531	-4,3	0,6
7	Порушення технології виробництва та правил експлуатації транспортних засобів	1753	1792	-2,2	2,2
8	Інші причини	2973	2299	29,3	3,9

На рис. 1.2 наведено основні показники, що характеризують стан із пожежами в державі за 9 місяців 2019 року, порівняно з аналогічним періодом 2018 року.

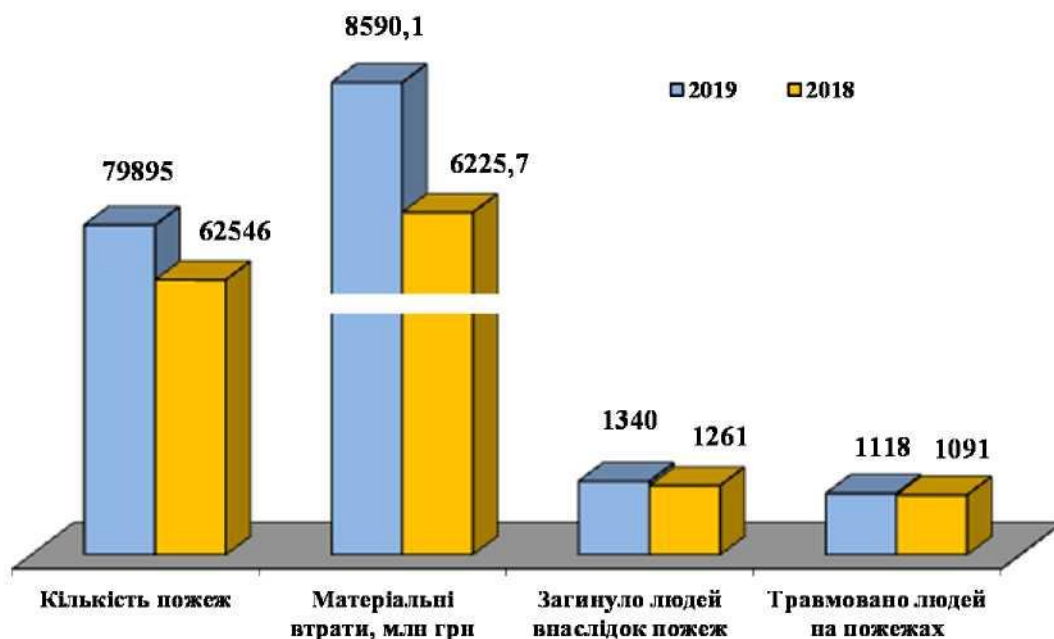


Рис. 1.2 - Основні показники, що характеризують стан із пожежами в Україні за 9 місяців 2019 року, порівняно з аналогічним періодом 2018 року

На рис. 1.3 наведено ранжування кількості пожеж по регіонам України за 9 місяців 2019 року порівняно з аналогічним періодом 2018 року.

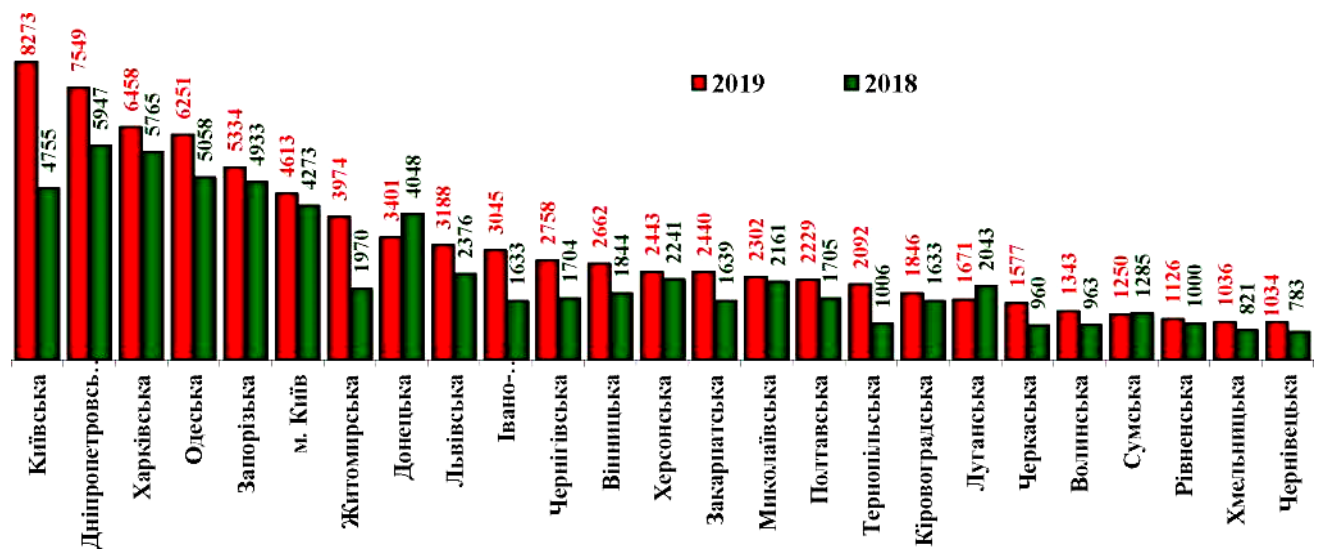


Рис. 1.3 - Ранжування кількості пожеж по регіонах України за 9 місяців 2019 року у порівнянні з 9 місяцями 2018 року

За загального збільшення кількості пожеж в Україні за 9 місяців 2019 року, їх зменшення зареєстровано у Луганській (-18,2 %), Донецькій (-16,0 %) та Сумській (-2,7 %) областях.

Упродовж 9 місяців поточного року у містах і селищах міського типу та поза межами міських населених пунктів України зареєстровано 42 730 пожеж. Порівняно з аналогічним періодом минулого року їх кількість збільшилася на 14,8 %.

Зменшення кількості пожеж у містах і селищах міського типу зареєстровано у Херсонській (-0,2 %), Сумській (-2,1 %), Рівненській (-4,7 %), Луганській (-17,5 %) та Донецькій (-18,8 %) областях.

У містах і селищах міського типу унаслідок пожеж загинуло 639 людей (на 45 людей більше, ніж за аналогічний період минулого року); смертність дітей склала 17, торік загинуло 13 дітей. Збільшення кількості загиблих унаслідок пожеж людей зареєстровано у Чернігівській (+100,0 %), Одеській (+84,8 %), Львівській (+36,8 %), Вінницькій (+33,3 %), Херсонській (+21,1 %), Дніпропетровській (+20,3 %), Сумській (+17,6 %), Запорізькій (+17,1 %), Київській (+11,5 %) та Харківській (+6,3 %) областях.

Прямі збитки від пожеж склали 815 млн 558 тис. грн (+5,9 %), побічні - 3 млрд 698 млн 120 тис. грн (+43,8 %).

Питома вага основних показників, що характеризують протипожежний стан у містах і селищах міського типу, від їх загальної кількості в Україні становить: пожеж - 53,5 %, людей, загиблих унаслідок пожеж - 47,7 %, прямих збитків - 47,8 %, побічних збитків - 53,7 %.

У сільській місцевості України впродовж 9 місяців 2019 року зареєстровано 37 141 пожежу. Порівняно з аналогічним періодом минулого року відмічається їх збільшення на 46,7 %.

У сільській місцевості внаслідок пожеж загинула 701 людина (на 34 людини більше, ніж за аналогічний період минулого року); смертність дітей унаслідок пожеж у селах склала 29 проти 21 дитини у минулому році. Збільшення кількості загиблих у сільській місцевості зареєстровано у Львівській (+85,0 %), Тернопільській (+55,0 %), Київській (+42,9 %), Чернігівській (+36,7 %), Закарпатській (+35,3 %), Полтавській, Рівненській (по +33,3 %), Запорізькій (+31,0 %), Херсонській (+29,4 %), Чернівецькій (+12,5 %), Івано-Франківській (+9,1 %), Дніпропетровській (+5,3 %) та Одеській (+2,4 %) областях.

Прямі збитки склали 891 млн 343 тис. грн (+6,4 %), побічні - 3 млрд 183 млн 370 тис. грн (+55,6 %).

Питома вага основних показників, що характеризують протипожежний стан у сільській місцевості, від загальних показників в Україні становить: пожеж - 46,5 %, людей, загиблих унаслідок пожеж - 52,3 %, прямих збитків - 52,2 %, побічних збитків - 46,3 %.[1].

1.2 Пожежно-технічне обладнання (пожежні рукави)

Пожежний рукав – це гнучкий трубопровід, який обладнано на кінцях з'єднувальними головками і призначений для транспортування вогнегасних речовин. Згідно з є такі види пожежних рукавів: напірні рукава (в країнах Євросоюзу вони класифікуються як плососкладені, всмоктувальні рукава, напірно-всмоктувальні рукава [2].

Серед технічних засобів, що призначені для подавання вогнегасних речовин

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		13

до осередку пожежі, визначальну роль відіграють напірні пожежні рукави (НПР). Конструкція НПР складається (рис. 1.2) із силового каркасу (ткацького чохла), внутрішнього пружного гідроізоляційного шару та зовнішнього захисного просочування або пружного покриття, яке може бути багат шаровим [3]. За своїм призначенням пожежні рукава поділяються на всмоктувальні й напірні.

Всмоктувальні рукава служать для забору води з відкритих вододжерел або з водопроводу до пожежного насосу, напірні — призначені для подачі води під тиском від насосу до місця ліквідації НС, утворюючи, таким чином, тимчасовий водопровід. Такий водопровід не обмежений у виборі напрямку, він може забезпечити подачу води на значну відстань, його легко прокладати, переміщувати з одного місця на інше, ремонтувати й збирати після виконання роботи. Розглянемо докладніше кожний з типів пожежних рукавів [4].

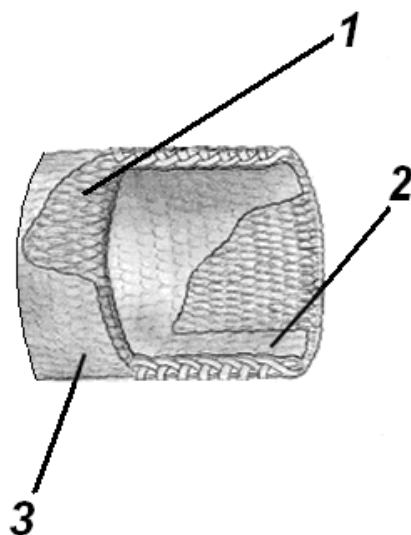
Всмоктувальні рукава використовують для того щоб забрати насосом воду з відкритої водойми (ставок, річка, штучна пожежна водойма). Для цього необхідно з'єднати насос із водоймою відповідним трубопроводом. Трубопровід повинен бути герметичним – не пропускати повітря у всіх своїх ланках і не стискатись при роботі під розрідженням. Тільки при цих умовах у насосі й трубопроводі може бути створене розрідження необхідне для всмоктування води в рукав. Практично абсолютне розрідження не досягається, воно становить 0,08 МПа. Таким болопроводом є всмоктувальна рукавна лінія, що складається з одного або декількох всмоктувальних рукавів з'єднаних між собою за допомогою з'єднувальних головок. Напірно-всмоктувальні рукава призначені для забору води як з відкритих водойм так і з водопроводу, за допомогою пожежного гідранту. Напірно-всмоктувальні рукава працюють як під розрідженням так і під тиском. Як всмоктувальні рукава використовують гумотканинні рукава, посилені металевими спіралями, що мають м'які манжети на кінцях, для приєднання до них сполучної арматури [5].

Однак для того щоб аварійно-рятувальний або пожежний автомобіль забрав воду з водойми або водопроводу тільки всмоктувальних рукавів буде не достатньо [6].

Напірні рукава використовують для транспортування по них вогнегасної

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		14

речовини, води або розчину води з піноутворювачем, від напірного патрубку пожежного насоса до місця ліквідації НС. [7].Напірні рукавні лінії можуть складатись як з одного рукава так і з декількох рукавів, одного або різних діаметрів. Напірні рукавні лінії поділяють на два види - магістральні рукавні лінії, як правило більшого діаметру, їх прокладають від напірного патрубка пожежного насоса до розгалуження рукавного, робочі лінії прокладають від розгалуження до ствола.



- 1- силовий каркас;
- 2- герметизуючий шар;
- 3 - захисне покриття.

Рис. 1.4 - Схема конструкції напірного пожежного рукава

Загальні вимоги до виробництва, експлуатації та методів випробувань напірних пожежних рукавів встановлюються ДСТУ 3810-98.

Пожежні рукава повинні бути герметичними при робочому та випробувальному гідравлічному тиску, зусилля від якого сприймає безшовний текстильний (тканино-в'язаний) трубчастий силовий каркас, що може виготовлятися із натуральної (льон), синтетичної (капрон, лавсан) або змішаної сировини і складається із ниток основи і утка. [8]. Нитки основи йдуть вздовж рукава, утка – перпендикулярно до них. Зважаючи на те, що рівень силового навантаження на каркас за утком вищий ніж за основою, для ниток утка використовується більш міцний матеріал, ніж для ниток основи. Для герметичності рукавів із капронової або лавсано-

вої пражі їх внутрішню поверхню покривають вулканізованою гумою або латексом.

В залежності від сфери застосування НПР поділяються на типи (табл. 1.2). В таблиці 1.3 наведені деякі нормативні параметри та розміри найбільш вживаних рукавів [9].

Таблиця 1.2

Типи та сфера застосування НПР

Тип рукава	Сфера застосування
Т	Оснащення пожежних автомобілів, мотопомп та зовнішніх пожежних кран-комплектів
К	Оснащення внутрішніх пожежних кран-комплектів
ВТ	Оснащення пожежних автомобілів і мотопомп, обладнаних насосами високого тиску
Л	Оснащення пожежних транспортних засобів, призначених для гасіння лісових пожеж

Таблиця 1.3

Нормативні параметри та розміри НПР

Тип рукава	Т	К
	Номінальне значення	
1. Внутрішній діаметр, мм	51,0	51,0
	77,0	-
2. Довжина рукава, м	20	20
3. Робочий тиск, МПа	1,6	1,0
4. Випробувальний тиск, МПа	2,4	1,5
5. Розривний тиск, МПа	4,0	2,5

В Україні єдиним виробником НПР є група компаній «Набат», що володіє правами на унікальну виробничу технологію, внаслідок якої вітчизняні НПР мають меншу масу, не вимагають перекантовування, сушіння, талькування та мають підвищену зносостійкість [10].



Рис. 1.5- Напірні пожежні рукави різних виробників

В Європі відомим виробником НПР є фірма BEZALIN (ПНР), рукава якої експортуються в усі країни Євросоюзу, Україну, Росію, Білорусь. Силовий каркас рукавів фірми BEZALIN (рис. 1.5) виготовляється з високоякісної та міцної поліефірної нитки, гідроізоляційний шар - із поліуретану. Рукави мають підвищену стійкість до абразивного стирання.

Особливості експлуатації напірних пожежних рукавів, які впливають на надійність та безпеку їх використання [11].

Організація експлуатації пожежних рукавів у гарнізонах оперативно- рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України проводиться за децентралізованою або централізованою системами .

Децентралізована система експлуатації рукавів передбачає проведення в кожному окремому пожежно-рятувальному підрозділі технічного обслуговування, обліку, ремонту та зберігання ще двох комплектів рукавів, один з яких знаходиться в резерві, а другий - в обслуговуванні . Таким чином, в підрозділах експлуатуються три комплекти напірних пожежних рукавів. Недоліком даної системи є те, що в кожному підрозділі ДСНС України треба мати комплект відповідного технічного обладнання, та можливість зберігання додаткових комплектів рукавів.

Централізована система експлуатації рукавів передбачає створення рукавних баз (постів) для проведення робіт з обслуговування, ремонту та зберігання рукавів.

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		17

Придатність до використання пожежних рукавів безпосередньо залежить від сучасного та якісного їх технічного обслуговування, яке проводиться на спеціальному обладнанні .

Технічне обслуговування (ТО) - це комплекс профілактичних заходів, що проводяться з метою підтримання оперативної готовності рукавів і забезпечення їх безвідмовного використання за призначенням. ТО включає в себе декілька технологічних операцій, а саме: відмочування (відтаювання), миття, випробування, сушіння, згортання у скатку та перекантовування (для напірних пожежних рукавів) і (при необхідності) ремонт пошкоджень, які отримують НПР під час експлуатації. Основними причинами виходу НПР з експлуатації є: пориви рукавів внаслідок різкого підняття тиску в рукавній лінії при подачі води, утворення свищів на рукавах в процесі прокладки рукавних ліній по асфальтобетонним покриттям в місці з'єднання рукава з напівгайкою, утворення свищів в результаті проколів рукавів під час прокладання через паркани, дротяні загородження без використання рукавних колін, порізи рукавів уламками скла при видаленні скління з поверхів при гасінні пожеж, пориви рукавів в результаті наїзду на них автотранспортних засобів при прокладці магістральних ліній через проїжджу частину без використання рукавних містків, або внаслідок їх недосконалої конструкції, пориви рукавів у випадку руху пожежного автомобіля з приєднаними рукавними лініями, пропали рукавів від дії високих температур, або полум'я при гасінні пожеж, потрапляння на рукав паливно-мастильних матеріалів, які можуть призвести до руйнування внутрішнього герметизуючого гумового шару, виходу з ладу рукавів внаслідок недотримання умов експлуатації в зимовий період [12].

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		18

Розділ 2. ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ЛЮМІНІСЦЕНТНИХ ТА СВІТЛОВІДБИВНИХ ПОКРИТТІВ

2.1 Аналіз світоотражаючих покриттів

Флуоресценція або флюоресценція — короткотривала (від пікосекунд до мілісекунд) люмінесценція. Виникає внаслідок: опромінення речовини світлом, йонізуючим промінням, проходження крізь неї електричного струму, при хімічних реакціях, механічному впливі тощо. За механізмом розрізняють такі різновиди флуоресценції: резонансну, спонтанну, вимушену та рекомбінаційну. За типом збудження розрізняють фотолюмінесценцію, рентгенолюмінесценцію, катодолюмінесценцію, хемолюмінесценцію, криолюмінесценцію, електролюмінесценцію, триболюмінесценцію та ін. Протилежне (довготривала люмінесценція) — Фосфоресценція [13].

Назва походить від мінералу флюориту. Флуоресценція молекул або атомів, які енергію збудження отримали від інших молекул чи атомів, збуджених внаслідок абсорбції фотона. Діаграма Яблонського описує перетворення системи під час флуоресценції.

$$\Phi = \frac{N_{em}}{N_{ex}}, \quad (2.1.)$$

де N_{ex} — кількість збуджених молекул, а N_{em} — кількість випромінених фотонів

Квантовий вихід — ефективність перетворення збудження на випромінювання зазвичай залежить від часу життя збудженого стану [14].

Деякі речовини при їх опроміненні (наприклад, видимим, ультрафіолетовим або рентгенівським випромінюванням) випускають власне світіння, спектр якого відрізняється від спектра поглиненого випромінювання і визначається хімічним складом і внутрішньої молекулярною структурою цих речовин. Такого роду сві-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		19

тіння називається люмінесцентним випромінюванням або просто люмінесценцією, а випускають їх речовини - люмінофорами [15].

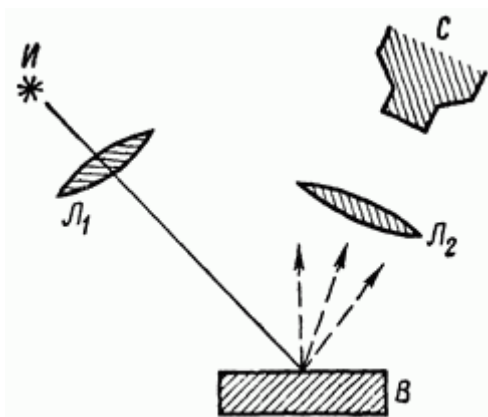


Рис 2.1 - Схема установки для вивчення люмінесценції.

На рис.2.1 показана схема установки для вивчення люмінесценції різних речовин: I - джерело збуджуючого випромінювання (для детальних досліджень він повинен давати монохроматические ділянки спектра різних довжин хвиль); лінза, фокусується це випромінювання на досліджувану речовину лінза, збирає люмінесцентне випромінювання на спектральний апарат С, за допомогою якого визначаються склад випромінювання і розподіл енергії по спектру [16].

Люмінофорами є:

- 1) пари і гази деяких елементів (натрій, сірка, йод, кисень);
- 2) солі деяких речовин і їх розчини (більшість неорганічних солей трохи люмінісцирує; виняток становлять сполуки лантаноїдів: цезію, празеодіма, неодиму та ін.);
- 3) ряд органічних речовин (бензол і його похідні, нафталін, антрацен і ін. ; барвники: флуоресцеїн, родамін і ін.); 4) кристалічні неорганічні речовини, що містять у своїй структурі (в невеликій кількості) домішки іонів важких металів (наприклад, сірчистий цинк, в кристалічну структуру якого введені іони міді або марганцю)[17].

Метали ні в твердому, ні в рідкому стані не люмінісцирують. Деякі речовини виявляють люмінесцентні властивості тільки при певних умовах (низькі температури, вибір спеціального розчинника, необхідна концентрація в розчині і т.д.).

Порушення люмінесценції може бути вироблено різними способами, в зв'язку з чим використовуються такі назви:

1) фотолюмінесценція, викликана опроміненням, що містить оптичний ділянку спектра - видимі і ультрафіолетові (світіння деяких фарб, гасу, флуоресцеїну та інших речовин під дією світла або ультрафіолетових променів)

2) рентгенолюмінесценція, викликана рентгенівськими променями;

3) катодолюмінесценція, викликана бомбардуванням речовини потоком швидких електронів (світіння екрана телевізора, осцилографа, світіння мінералів, що опромінюються потоком електронів);

4) електролюмінесценція, викликана електричними полями, які звільняють слабо пов'язані в структурі кристала електрони і повідомляють їм енергію, достатню для збудження речовини;

5) хемілюмінесценція, що виникає при хімічних реакціях; збудження речовини відбувається під дією виділяється при реакції енергії (світіння фосфору, гниючого дерева, світлячків, моллюсків, що викликається окисленням, і ін.).

Люмінесцентні випромінювання відрізняється від інших видів випромінювання наступними характерними особливостями:

Кожна речовина (люмінофор) має певний спектр люмінесценції (за складом і розподілу енергії), що не залежить від спектра поглиненого випромінювання, що викликав люмінесценцію. Якщо збудження речовини і подальша люмінесценція викликані бомбардуванням швидкими частинками (електронами, альфа-частками), то в вихідну речовину можливі хімічні і структурні зміни і тому спектр люмінесценції буде визначатися не тільки вихідною речовиною, а й складом і структурою утворюються нових речовин (втім, ця обставина може мати місце і при опроміненні ультрафіолетовими, рентгенівськими і гамма-променями). Спектр люмінесцируючого речовини не залежить від способу збудження.

Люмінесцентні випромінювання при одній і тій же температурі має велику спектральну щільність енергетичної світності в порівнянні з тепловим випромінюванням (порівняння зазвичай проводиться з випромінюванням абсолютно чор-

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		21

ного тіла). Теплове випромінювання завжди додається до люмінесцентному, але має значно меншу потужність.

багато люмінофори випромінюють видиме світло при нормальних і низьких температурах, тоді як при таких температурах в тепловому випромінюванні абсолютно чорного тіла і самих люмінофорів ці ділянки спектру мають зникаюче малу потужність. Зважаючи на це одне тільки наявність видимих ділянок спектра при невисоких температурах («холодне світло») досить для того, щоб нести це випромінювання до люмінесценції.

В спектрі люмінесценції є короткохвильова межа різна для різних речовин. Фотолюмінесценцію можна викликати тільки за умови, якщо в падаючому (і поглиненому цією речовиною) випромінюванні містяться довжини хвиль, менші . Поглинене випромінювання має бути більш короткохвильових, ніж люмінесцентне. Це правило Стокса має деякі відступи, розглянуті нижче. Люмінесцентне свічення триває деякий час після припинення опромінення. Це час у різних речовин не однаково і має значення від с (наприклад, у пари і газів) до багатьох годин (у деяких твердих люмінофорів).

Різна тривалість люмінесценції після припинення зовнішнього збудливої дії послужила основою для поділу люмінесценції на:

- а) флуоресценцію, зникаючу одночасно з припиненням опромінення (такою властивістю володіє, наприклад, мінерал флуорен);
- б) фосфоресценцію, триваючу деякий час після усунення збудливого впливу.

Однак дослідження показали, що тривалість люмінесценції можна змінювати в широких межах; збільшувати у флуоресціюючих речовин і зменшувати у фосфоресцируючих речовин. Зважаючи на це поділ люмінесценції за тривалістю світіння втратило однозначний сенс [18].

В даний час флуоресценцією називають спонтанне (самостійне) випромінювання збуджених молекул при переході їх в нормальний стан під дією внутрішніх електричних і магнітних полів; фосфоресценції ж називають випромінювання, яке виникає при рекомбінації часток, розділених при опроміненні (наприклад, електрона

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		22

і іона або двох частин дисоційованої молекули). Однак дослідження показали, що тривалість люмінесценції можна змінювати в широких межах; збільшувати у флуоресціюючих речовин і зменшувати у фосфоросцируючих речовини [19]. Зважаючи на це поділ люмінесценції за тривалістю світіння втратило однозначний сенс [20].

Здатність даної речовини до люмінесценції може бути сильно ослаблена (і навіть зведена до нуля) додаванням спеціальних домішок - «гасників люмінесценції» (анілін, гідрохінон, іодистий калій, іони заліза і ін.)

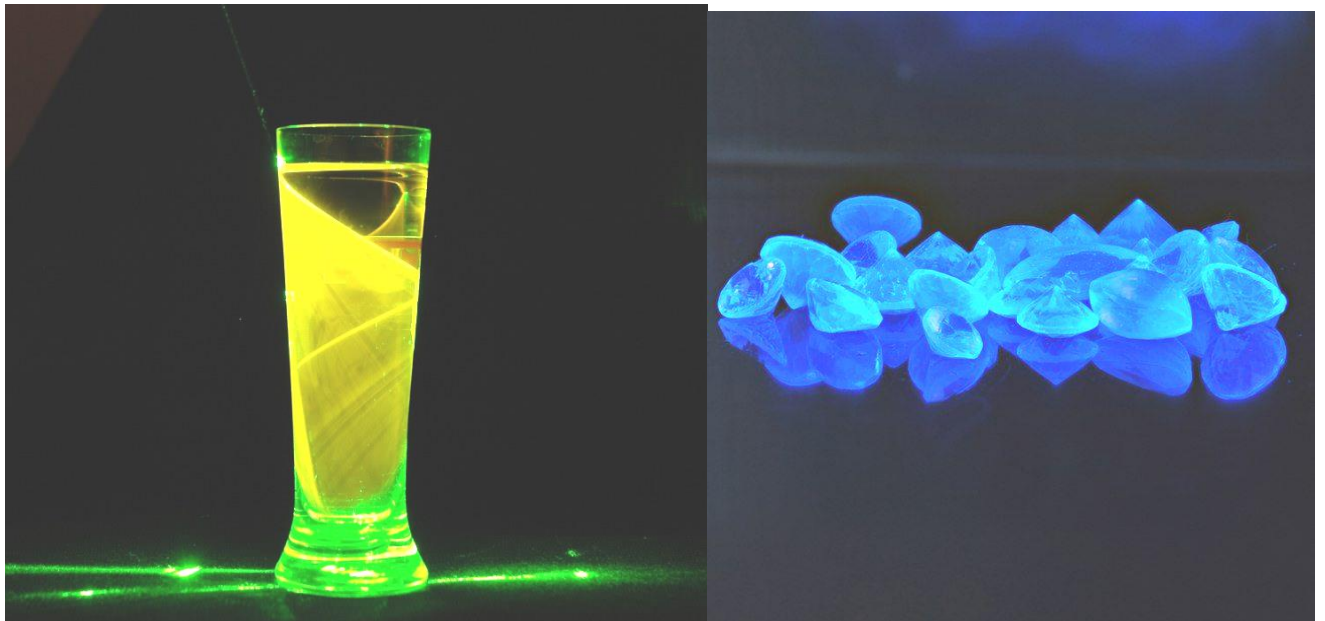


Рис. 2.2. Зовнішній вид виробів з люмінісцентним покриттям.

Зауважимо, що теплове випромінювання не може бути ослаблене або усунуто будь-якими домішками, так як воно не залежить від речовини, а визначається тільки температурою. Тому залежність інтенсивності випромінювання від наявності домішок є досить характерною відмінною особливістю люмінесценції. Люмінесцентне випромінювання, як і теплове, є некогерентним, що свідчить про відсутність зв'язку («узгодженості») між частинками - джерелами цього випромінювання. Енергія, яку випромінює люмінесцируючим тілом, не перевищує енергії, поглиненої при опроміненні. Перераховані вище особливості люмінесцентного випромінювання отримують задовільне пояснення тільки на основі квантових уявлень. Існування тривалого світіння після припинення зовнішнього впливу свід-

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		23

чить про те, що частинки речовини, що поглинули випромінювання, переходять не на звичайні рівні енергії (з яких можливо спонтанне випромінювання), а на особливі метастабільні рівні, середній час перебування на яких велике [21]. Вільні атоми таких рівнів не мають, тому середній час перебування електрона на якомусь збудженому рівні виявляється порядку. Метастабільні рівні утворюються тільки в складних системах: молекулах, осередках кристалічних решіток. Тривалість люмінесценції (після припинення збудливої дії на люмінофор) залежить від часу, який витрачається на перекидання електрона на верхній рівень, і коливається в широких межах - від 10^{-5} с до десятків секунд [22].

Наявність дуже великої тривалості люмінесценції, невластивої спонтанного і вимушеного випромінювання, є достатньою ознакою наявності рекомбінаційних процесів.

У деяких люмінофорах процеси поглинання і випромінювання відбуваються (локалізовані) в одному і тому ж місці їх структури. Одна і та ж частка і поглинає надійшов ззовні фотон і випускає люмінесцентний фотон такими частинками можуть бути окремі атоми, іони, молекули або навіть складні комплекси, що знаходяться в певних місцях структури люмінофора. За пропозицією Левшина, такий вид люмінесценції називається світінням дискретних центрів; він характерний для багатьох рідких люмінофорів. В інших речовинах елементарні процеси збудження і випромінювання відбуваються, як правило, в різних місцях структури люмінофора.

Наприклад, у кристалів з деформованої ґратами, в яку вкраплені іони важкого металу, падаюче випромінювання поглинається основною речовиною, а випромінюють центрами є іони домішки. У таких люмінофорах необхідний перенесення енергії від місць поглинання до місць випромінювання, що здійснюється головним чином електронами. Такий вид люмінесценції також називається рекомбінаційним [23]. Добрі флуорофори (наприклад, родамін) мають квантовий вихід, близький до одиниці (100 %). Напряму виміряти кількість збуджених молекул надзвичайно важко. В лабораторній практиці вимірюють квантовий вихід відносно стандарту. Для цього вимірюють в однакових умовах флуоресценцію та погли-

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		24

нання досліджуваної речовини та стандарту, а обчислення проводять за формулою:

$$\Phi = \Phi_s \frac{I A_s}{A I_s}, \quad (2.2.)$$

де I — інтегральна інтенсивність флуоресценції досліджуваної речовини в усьому спектральному діапазоні;

A — поглинання (абсорбція) світла на довжині хвилі збудження;

I_s та A_s — те ж саме, тільки для стандарту;

Φ_s — квантовий вихід стандарту [24].

Необхідні умови застосовності цієї формули: поглинається не надто велика частка світла ($A, A_s < 0.1$), спектри випромінювання (емісії) досліджуваної речовини та стандарту близькі за діапазоном (відхилення до 50 нм). Типовими стандартами є: хінін-сульфат, ароматичні вуглеводні, лужний розчин флуоресцеїну, родамін. При флуоресценції емісія фотона відбувається завдяки переходу $S_1 \rightarrow S_0$. Такий процес проходить за час порядку наносекунд — пікосекунд (10^{-9} – 10^{-12} с). Час життя збудженого стану пов'язаний із квантовим виходом: не випромінювальна деактивація флуорофора зменшує квантовий вихід пропорційно зменшенню часу життя збудженого стану [25].

$$\Phi = \frac{k_f}{k_f + k_n} \quad (2.3.)$$

де k_f — швидкість випромінювального переходу;

k_n — сумарна швидкість не випромінювальних переходів.

Вимірювання часу життя збудженого стану використовується для виділення різних популяцій флуорофорів, що різняться по оточенню. Також на її основі розроблено мікроскопічні методи. Є багато матеріалів, які ми використовуємо щодня і які флуоресцирують, флуоресцентні речовини поглинають ультрафіолетове світло і потім повторно випускають його майже миттєво.

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		25

Енергії втрачається зовсім небагато - таким чином, у випускаємому світлі довша довжина хвилі, ніж у поглиненого світла, яка і робить можливим яскраве видиме світіння, але вже в іншому спектрі. Флуоресцентні молекули можуть перебувати як в щільних структурах, так і у вигляді делокалізованих електронів [26].

Приклади загальних матеріалів, які містять флуоресцентні молекули, наведено нижче. Білий папір виробляють із застосуванням флуоресцентних складів (в т.ч. целюлоза), щоб зробити папір більш яскравою і білою. Іноді підробка історичних документів може бути виявлена, шляхом вивчення паперу документа в ультрафіолетовому світлі, де буде ясно - флуоресцентна папір чи ні. Білий папір, вироблений після 1950 року, містить флуоресцентні хімікати, в той час як до 1950 року таких флуоресцентних складів в папір не додавали.

Хлорофіл робить рослини зеленими, але світиться в ультрафіолеті криваво-червоним кольором. Ви можете поекспериментувати самостійно - покришите кілька шпинату в невеликій кількості алкоголю (наприклад, в горілці), потім пропустіть складу через фільтрувальну папір, щоб витягти хлорофіл [27]. (Вам потрібна та частина, яка залишиться на фільтрі - не в рідині). Ви побачите червоне свічення. Виробники навмисно включають флуоресцентні добавки в рідину антифризу так, щоб флуоресцентні молекули могли б надалі використовуватися в цілях виявлення протікання систем охолодження, а також для того, щоб в разі аварії (нещасного випадку) знайти сплески антифризу, які допоможуть експертам відновити картин автомобільної аварії [28].

Флуоресцентні мінерали включають флюорит, кальцит, гіпс, рубін, тальк, опал, агат, кварц, і бурштин. Корисні копалини і коштовні камені зазвичай флуоресцентні через присутність домішок. «Алмаз Надії», який є синім, але світиться червоним в перебігу декількох секунд після опромінення короткої хвилею ультрафіолетового світла [29]. Інтерес до пошуку і розробці високочутливих і селективних методів аналізу визначається зростаючим вимогою насамперед практики, постійне прагнення до підвищення точності, вибіркової і зниження межі виявлення викликає необхідність шукати нові шляхи хімічного аналізу, вдосконалювати відомі методи, якими користується аналітична хімія [30]. Однією з актуаль-

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		26

них задач аналітичної хімії є зниження межі виявлення методів аналізу мікрокількостей металів, в тому числі алюмінію, галію і індію, які все більшого значення набувають у виробництві легких сплавів, в якості легуючих добавок, в напівпровідниковій техніці та інших галузях народного господарства.

Не менш актуальним завданням є також розробка методів аналізу слідів ПАВ в об'єктах навколишнього середовища, так як в сучасних умовах охорона навколишнього середовища перетворилася в одну з найбільших соціальних проблем. Для вирішення цих завдань одним з перспективних методів аналізу є флуоресцентний метод аналізу, що володіє високою чутливістю. в цьому плані доцільно подальший розвиток теоретичних основ флуоресцентних методів аналізу, пошук нових флуоресцентних реакцій, створення особливих умов протікання реакцій комплексоутворення за участю органічних розчинників і пав, а також використання більш складних флуоресціюючих комплексних сполук, в роботах останніх років показана перспективність застосування пав в люмінесцентному аналізі. Однак систематичні дослідження в цій області не проводилися [31].

Нечисленні опубліковані роботи за впливом ПАР на флуоресцентні реакції носять в основному прикладний характер, а питання, пов'язані з особливостями дії ПАР на флуоресцентні реакції, не розглядалися, інтерес до використання ПАР в флуориметрії для розробки методів визначення слідових концентрацій металів і органічних сполук обумовлений специфічними властивостями ПАР [32]. Поєднуючи в собі властивості органічних іонів катіонного і аніонного характеру і проявляючи специфіку ПАР, зокрема, здатність до стабілізації структури органічної молекули, такі речовини значно впливають на властивості органічних реагентів і їх з'єднань з металом. Реакції розглянутого типу представляють особливий інтерес для флуориметричного аналізу, так як ПАР сприяють утворенню жорсткої структури молекул органічних реагентів і їх комплексних сполук; при цьому збільшується інтенсивність флуоресценції і значно зменшується витрата збудливою енергії на безвипромінювальні переходи. Вивчення впливу міцелярних і іонних розчинів ПАР на оптичні характеристики флуоресціюючих з'єднань, з'ясування питань хімізму комплексоутворення в розчинах ПАР і виявлення можливостей практич-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		27

ного використання -ПАВ в флуоресцентних реакціях [33] .

Люмінофор — речовина, яка має властивість світитися при збудженні, тобто проявляти люмінесценцію.

Люмінофори широко використовуються в електроніці, наприклад, ними покривають екран електропроменевої трубки де їхнє світіння при бомбардуванні електронами формує зображення, в сцинтиляційних лічильниках тощо.

За часом висвічування люмінофори можна розділити на флуорофори і фосфори, відповідно до флуоресценції та фосфоресценції, які їм властиві.

За типом речовини люмінофори поділяються на неорганічні та органічні. До неорганічних люмінофорів належать такі речовини, як сульфід цинку, легований іонами рідкоземельних металів, оксисульфід рідкоземельних металів із домішками інших рідкоземельних металів, легований оксид ітрію, ортосилікат цинку із домішками іонів мангану та інші. Органічні люмінофори здебільшого піспряжені системи або метал-органічні комплекси. Термін може означати:

1. Частина молекулярної частинки (атом чи група атомів), на якій зосереджується електронне збудження, що асоціюється з певною емісійною смугою(аналог до хромофора в спектрах поглинання).
2. Речовина, що люмінесціює в певній області спектра внаслідок випромінювання енергії збудження. Наприклад, розчини флуоресцентних барвників, сцинтилятори.
3. Люмінесцентна речовина прикладного призначення.

Світіння неорганічних люмінофорів (кристалофосфорів) зумовлено в більшості випадків присутністю сторонніх катіонів, що містяться в малих кількостях (до 0,001%).

Такі домішки (активатори) зазвичай є катіонами металів; наприклад, світіння сульфиду цинку активується катіоном міді. Неорганічні люмінофори застосовують в люмінесцентних лампах, електронно-променевих трубках, для виготовлення рентгенівських екранів, служать індикаторами радіації тощо. Органічні люмінофори (люмогени) застосовують для виготовлення яскравих флуоресцентних фарб, люмінесцентних матеріалів, використовують в чутливому люмінесцен-

тному аналізі в хімії, біології, медицині та криміналістиці.

Фотолюмінофори на основі сульфїду цинку мають низку недоліків: вони нестійкі при ультрафіолетовому опроміненні, мають невеликий час післясвітіння, низьку яскравість післясвітіння.. Деякі переваги і відмінності пігментів люмінофора:

- Період післясвітіння в 50 разів більший, ніж у звичайного фосфоресцентного пігменту, заснованого на ZnO
- Активація хвилями різної довжини (200-450 нм), але найкращий результат виходить при активації світлом з довжиною хвилі, меншою від 350 нм.
- Початкова яскравість післясвітіння як мінімум в 10 разів довша, ніж у радіолюмінесцентних і фотолюмінесцентних пігментів.
- Збільшення люмінесценції та післясвітіння зі збільшенням часу активації
- Чудові погодна і світлова стійкість.
- Відсутність небезпечних для здоров'я і радіоактивних речовин.
- Не забруднює довкілля і має високу хімічну стабільність.\

Різновиди

Найбільшого поширення набули фотолюмінофори і електролюмінофори.Ці люмінофори є сумішами складного складу: алюмінат стронцію, активований європієм, диспрозієм, ітрієм. Хімічна формула: $(\text{SrAl}_2\text{O}_4): \text{Eu}, \text{Dy}, \text{Y}$ [34].

Фотолюмінофори на основі алюмінатів інертні до водних і сольвентних середовищ, стійкі до різних типів опромінення і мають післясвітінням до 28 годин. Люмінофори нетоксичні, пожежовибуховобезбезпечні, небезпечне радіоактивне випромінювання відсутнє (порівнянне з фоновим).

Фотолюмінофор є малонебезпечною речовиною за впливом на організм, клас безпеки за компонентами - 4. Впливає в основному на слизову оболонку верхніх дихальних шляхів, не подразнює здорову шкіру, при потраплянні на ушкоджену шкіру може викликати сухість, почервоніння, свербіж. Характеристики люмінесцируючих речовин.

Люмінесцентні речовини характеризуються:

- 1) спектром випромінювання (складом спектра і функцією розподілу поту-

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		29

жності випромінювання по довжинах хвиль);

2) спектром поглинання (залежністю спектрального коефіцієнта поглинання від довжини хвилі);

3) виходом люмінесценції (відношенням енергії, витраченої на збудження, до енергії люмінесцентного випромінювання);

4) кінетикою процесу люмінесценції (наростання і загасання люмінесценції в залежності від зовнішнього впливу).

Спектр люмінесценції визначається:

1) складом і внутрішньою структурою речовини .

2) впливом зовнішнього середовища[35] .

2.2 Аналіз існуючих розробок

У одноатомних газів, - наприклад у парів ртуті, натрію, спектр випромінювання лінійчатий; у парів бензину - смугастий; тверді і рідкі речовини мають спектр, що складається з більш-менш широких безперервних смуг. Структура речовини визначає енергетичний спектр, розташування рівнів і зон, їх ширину, ймовірності переходів. Зовнішнє середовище може призвести деякі зміни в структурі речовини і енергетичних рівнів, в значення ймовірностей різних переходів (зменшити ймовірність одних, збільшити ймовірність інших процесів, зокрема усунути заборони); тепловий рух в середовищі може сприяти попаданню електрона в потенційні ями або вилучення їх з метастабільних рівнів і т. д. Спектр поглинання разом з спектром випромінювання є важливою характеристикою складу та будови люмінофорів. Коефіцієнт поглинання визначається наступним чином: припустимо, що на товщині шару люмінофора потік монохроматичного випромінювання слабшає на l . Вважаючи, що поглинання прямо пропорційно отримаємо:

$$d\Phi_e(\lambda) = -k_\lambda \Phi_e(\lambda) dl; \quad \Phi_e(\lambda) = \Phi_{e0}(\lambda) e^{-k_\lambda l}; \quad k_\lambda = \frac{1}{l} \ln \frac{\Phi_{e0}(\lambda)}{\Phi_e(\lambda)}, \quad (2.4)$$

Однак не всяке випромінювання, поглинене даними люмінофором, викликає люмінесценцію. Тому з усього спектра поглинання виділяються ті його ділян-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		30

ки, які можуть викликати необхідне збудження люмінофора; ці ділянки називаються спектром збудження [36] .

Зв'язок між спектрами випромінювання і поглинання при фотолюмінесценції виражається декількома правилами:

1) правило Стокса: випромінювання, що викликає люмінесценцію, повинно мати, як правило, меншу довжину хвилі, ніж короткохвильова межа спектра люмінесценції

Це означає, що при поглинанні фотонів малої частоти не можна отримати фотони високих частот. Якщо речовина поглинає фотони з енергією то при наявності різних втрат в речовині люмінофора енергія випромінюваного фотона буде менше і в ідеальному випадку дорівнює їй. Однак можливо, що молекули, які поглинають фотон, вже знаходяться в збуджених станах, маючи невеликий надлишок енергії в порівнянні з нормальним станом.

В цьому випадку випромінюється фотон може понести енергію. Таке пояснення має бути дано численним відступів від правила Стокса. Область випромінювання з частотами більшими, ніж частота збуджуючого фотона, називається антистоксовій. Більш загальним є інша закономірність [37] .

2) правило Стокса - Ломмеля: спектр люмінесцентного випромінювання в цілому і його максимум знаходяться в області більш довгих хвиль (менших частот) по відношенню до спектру поглинання і його максимуму.

Це правило відноситься вже не до окремого акту взаємодії фотона і молекули, а до сукупності всіх процесів поглинання і випромінювання в речовині, т. Е. Має статистичний (імовірнісний) сенс: більш ймовірними є акти, при яких фотони високих енергій викликають появу фотонів менших енергій і менш ймовірними - приєднання надлишкових енергій молекул до енергії падаючого фотона і вихід фотона з більшою енергією

3) функції розподілу енергії в спектрах поглинання і випромінювання виявляються дзеркально симетричними. - На рис 2.3. показані спектри поглинання і випромінювання одного з органічних барвників (родаміну в ацетоні), що ілюструють всі перераховані вище правила. По осі абсцис відкладені частоти коливань,

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		31

по осі ординат - квантова інтенсивність де функція розподілу енергії по спектру. Крива люмінесцентного випромінювання показана суцільною лінією, крива поглинання - пунктирною. Обидва спектра виявляються симетричними щодо частоти відповідної точки перетину кривих. На малюнку показана також антистоксовська область.

Вихід люмінесценції. Люмінесценцію можна розглядати як процес перетворення енергії, яка подається для збудження, в випромінювання певного спектрального складу, характерного для даного люмінофора. Цей процес може мати деякий коефіцієнт корисної дії, званий в даному випадку виходом.

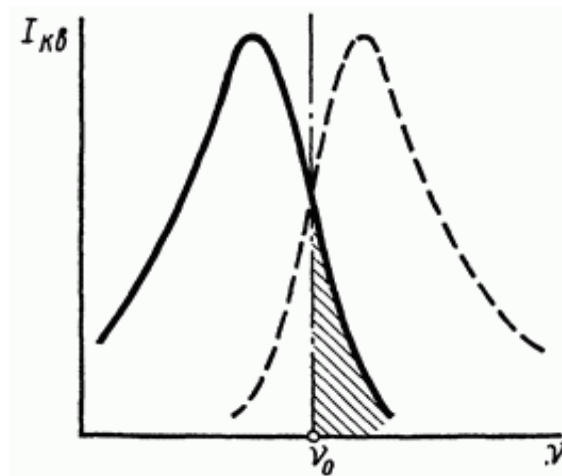


Рис 2.3.- спектри поглинання і випромінювання одного з органічних барвників

Відмінність величин від одиниці обумовлено тим, що частина енергії, поглиненої люмінофором, перетворюється в теплоту (або в інші види енергії). Зауважимо, що навіть в тому ідеальному випадку, коли кожен поглинений фотон породжує один люмінесцентний фотон (Коли квантовий вихід дорівнює одиниці), енергетичний вихід буде менше одиниці, так як, згідно з правилом Стокса, збуджуючі фотони повинні мати меншу довжину хвилі (т. е. більшу енергію), ніж люмінесцентні; обумовлене цим зменшення енергетичного виходу називається стоксовскими втратами [38] . Вимірювання показали, що в деяких випадках величина виходу люмінесценції може бути вельми великий; наприклад, для флуорес-

цеїну він дорівнює 0,76. Однак в більшості випадків вихід люмінесценції виявляється значно менше одиниці. Одне і те ж речовина в різних умовах може дати різні виходи люмінесценції; зокрема, при деяких умовах (наприклад, при нагріванні) майже вся енергія збудження може розтратитися на процеси гасіння, т. е. на процеси, які викликають люмінесценції.

С. І. Вавилов встановив наступний закон: величина енергетичного виходу люмінесценції спочатку зростає пропорційно довжині хвилі збуджуючого світла, а потім швидко падає до нуля.

Залежність енергетичного виходу люмінесценції від довжини хвилі збуджуючого випромінювання для однієї з солей флуоресцеїну, що підтверджує сформульований вище закон. З цього малюнка видно, що спочатку до виходу люмінесценції наростає паралельно зі збільшенням довжини хвилі. Потім в області більш довгих хвиль відбувається швидке падіння величини до нуля. Пропорційне збільшення енергетичного виходу зі збільшенням довжини хвилі збуджуючого світла означає, що в цьому інтервалі довжин хвиль квантовий вихід люмінесценції залишається постійним. Це твердження є іншим формулюванням закону С. І. Вавилова, який є наслідком квантового характеру фотолюмінесценції.

Дійсно, припустимо, що кожен фотон збуджуючого світла створює фотон люмінесценції. Квантовий вихід дорівнює одиниці. В цьому випадку енергетичний вихід, очевидно, дорівнює відношенню енергії фотона люмінесценції до енергії збуджуючого фотона або, т. е. енергетичний вихід пропорційний довжині хвилі збуджуючого світла [39]. Однак як тільки енергія падаючого фотона виявиться недостатньою для порушення атома, люмінесценція припиняється; квантовий і енергетичний виходи стають рівними нулю, про що свідчить швидке падіння кривих.

Кінетика процесу люмінесценції залежить від характеру цього процесу. Розглянемо найпростіший - спонтанний - процес і припустимо, що перехід електрона з порушеної рівня на нормальний має ймовірність і тому за час із загального числа електронів такі переходи зроблять електронів. маємо:

Якщо кожен перехід супроводжується випромінюванням фотона (Якщо

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		33

немає втрат енергії збудження), то інтенсивність люмінесцентного світіння буде пропорційна і тому

$$I = I_0 e^{-\omega t}. \quad (2.5)$$

При такому характері можна показати тривалістю люмінесценції називають час, протягом якого інтенсивність зменшується в раз.

Для рекомбінаційного випромінювання має бути пропорційно як числу вільних електронів, так і числу іонів, що утворилися при іонізації (або числа кожного компонента при дисоціації). Має бути пропорційно. Де цей закон зміни інтенсивності люмінесценції (з плином часу) не дотримується, так як початок рекомбінації дещо відстає від початку збудження; зокрема, деякі електрони, що знаходяться в зоні провідності, можуть потрапити в потенційні ями (на метастабільні рівні) і тривалий час не братимуть участі в рекомбінаційних процесах. Винахід може бути використано при виготовленні світних фарб, дорожньої розмітки, евакуаційних знаків. Реакційну суміш готують шляхом механічного перемішування в планетарної млині протягом 20 хвилин порошоків пероксиду стронцію, оксиду диспрозія (III), оксиду європію (III), оксиду алюмінію і металевого алюмінію. Потім проводять екзотермічне взаємодія компонентів отриманої реакційному суміші в режимі високотемпературного синтезу в реакторі відкритого типу в повітряній атмосфері. Отриманий люмінофор з тривалим післясвіченням має загальну формулу SrEuDyAlO , де $0,01 \leq x \leq 0,05$ і $0,01 \leq y \leq 0,05$ і являє собою однофазний продукт [40]. Виключається необхідність використання інертної атмосфери і складного обладнання. Винахід відноситься до області отримання люмінофорів з тривалим післясвіченням, зокрема отримання алюмінату стронцію, активованого іонами європію і диспрозія, і може бути використано в світяться фарбах, що застосовуються в рекламних цілях, для нанесення дорожньої розмітки, евакуаційних знаках тощо. Відомий люмінофор з тривалим післясвіченням на основі алюмінату стронцію, активоване іонами рідкоземельних елементів. Його синтез проводять при прожаренні суміші, що складається з карбонату стронцію, оксидів алюмінію, рідкоземельних елементів і мінералізатора, при температурі 1300°C в відновлю-

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		34

вальної атмосфері ($N_2 + 3\% H_2$) протягом 1 години.

Недоліками даних методів є складність обладнання, що застосовується, багатостадійність процесів, дорожнеча вихідних компонентів, а також необхідність підтримки високої температури синтезу протягом тривалого часу. Найбільш близьким технічним рішенням до заявляється є спосіб отримання (Sr, Eu, Dy) Al_2O_4 , що протікає в режимі високотемпературного синтезу (СВС). В якості компонентів вихідної реакційної суміші взяті такі сполуки: SrO_2 , Al_2O_3 , Al, Eu_2O_3 . Технічний результат полягає у спрощенні отримання алюмінату стронцію, активованого іонами європію і диспрозія в режимі високотемпературного синтезу, за рахунок відсутності інертної атмосфери і необхідності використання складного обладнання, а також в отриманні однофазного продукту. Суть винаходу полягає в тому, що спосіб отримання люмінофора з тривалим післясвіченням, загальною формулою $Sr_{1-x-y}Eu_xDy_uAl_2O_4$, де $0,01 \leq x \leq 0,05$ і $0,01 \leq y \leq 0,05$, включає приготування реакційної суміші шляхом механічного перемішування протягом 20 хвилин порошоків пероксиду стронцію, оксиду диспрозія (III), оксиду європію (III), оксиду алюмінію і металевого алюмінію при наступному співвідношенні, мас. %:

Пероксид стронцію 50,5 - 56,94

Оксид європію (III) 0,85 - 4,16

Оксид диспрозія (III) 0,9 - 4,41

Металевий алюміній 7,58 - 9,16,

Оксид алюмінію 31,39-34,21

з подальшим проведенням процесу екзотермічної взаємодії її компонентів в режимі високотемпературного синтезу в реакторі відкритого типу в повітряній атмосфері [41].

Спосіб отримання люмінофора з тривалим післясвіченням включає приготування реакційної суміші шляхом механічного перемішування в планетарній млині протягом 20 хвилин порошоків пероксиду стронцію, оксиду диспрозія (III), оксиду європію (III), оксиду алюмінію і металевого алюмінію, взятих в стехіометричних співвідношеннях. Отриману гомогенізовану реакційну суміш поміщають в кварцовий реактор відкритого типу в повітряній атмосфері, виконаний у вигляді

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		35

човника. Процес високотемпературного синтезу ініціюють хвилею горіння допоміжного складу (суміш ВаО-АІ в співвідношенні 3: 1, відповідно). Після проходження в обсязі реакційної суміші стійкого фронту хвилі горіння утворюється спечений пористий продукт білого кольору. Отриманий продукт природним чином охолоджують на повітрі. Загальний час синтезу з охолодженням складає ~ 10 хв. Отриманий спік розмелюють і просівають через сита розміром 100 і 36 мкм. Вихід люмінофора становить не менше 60% [42].

Отримання люмінофора з тривалим післясвіченням здійснюють наступним чином. Приклад. Готують Стехіометрична реакційну суміш , розраховану на отримання алюмінату стронцію, активованого іонами європію і диспрозія, загальною формулою $Sr_{0,96}Eu_{0,02}Dy_{0,02}Al_2O_4$. Співвідношення Al / Al_2O_3 становить 0,65 / 0,675. Для приготування суміші в кількості 20 г використовувати такі порошки: пероксид стронція (SrO_2) - 11,027 г (55,14 мас. %); оксид алюмінія (Al_2O_3) - 6,597 г (32,99 мас. %); алюміній - 1,681 г (8,41 мас. %); оксид диспрозія (Dy_2O_3) - 0,358 г (1,78 мас. %) и оксид європія (Eu_2O_3) - 0,337 г (1,68 мас. %). Здійснюють механічне перемішування порошоків в планетарної млині протягом 20 хвилин, що забезпечує попередню механічну активацію і гомогенізацію вихідних компонентів. Отриману гомогенізований реакційну суміш поміщають в кварцову човник.

Процес ініціюють хвилею горіння допоміжного складу (суміш ВаО-АІ в співвідношенні 3: 1, відповідно). Після проходження в обсязі реакційної суміші стійкого фронту хвилі горіння утворюється спечений пористий продукт білого або злегка бежевого кольору. Отриманий продукт природним чином охолоджують на повітрі. Загальний час синтезу з охолодженням складає ~ 10 хв. Потім отриманий спік розмелюють і просівають через сита розміром 100 і 36 мкм. Вихід люмінофора становить не менше 60%. Рентгенофазовий аналіз отриманого продукту показав наявність тільки однієї фази - моноклінний алюмінат стронцію. Дослідження спектральних характеристик отриманих люмінофорів підтверджує їх належність до люмінофора зеленого свічення з періодом світіння в темряві протягом 10 годин після припинення опромінення. Для всіх зразків довжина хвилі максимуму випромінювання становить 520 нм [43]. У порівнянні з відомим рішенням

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		36

пропонований спосіб дозволяє спростити і здешевити процес синтезу люмінофорів з тривалим післясвіченням, за рахунок відсутності необхідності використання складного обладнання і атмосфери інертного газу, а також отримати однофазний продукт. Люмінесцентні речовини знайшли широке застосування в різних сферах життя: науці, техніці, в повсякденному житті.

У більшій частині це різні джерела світла. Таке застосування очевидно, оскільки при люмінесценції різні види енергії перетворюються в світло. Так принцип роботи люмінесцентних ламп заснований на тому, що ультрафіолетове випромінювання ртутного розряду перетворюється люмінофором у видиме світло. Рентгенівські промені перетворюються в світло в установках для рентгенографії при діагностиці захворювань. Енергія електронів використовуються при виготовленні електронно-променевих трубок для телевізорів. У електролюмінесцентних конденсаторах і світлодіодах енергія електричного струму за допомогою напівпровідників перетворюється в світло. Люмінесценція використовується і в роботі оптичних квантових генераторів (оптичних лазерів). Люмінесценція цікава для практиків тим, що джерела світла мають низьку енергоємність і великий термін служби. Крім цього джерела світла з використанням люмінофорів можна виготовити самого різного розміру від мікронів до декількох десятків метрів (люмінесцентні панно) [44].

Використання органічних люмінофорів ще більше розширює області застосування люмінесценції. Використання люмінесценції в науці дозволяє досліджувати кратні зв'язку складних органічних молекул в структурному аналізі, що використовується біологами і медиками. Дослідження спектрів люмінесценції дає можливість отримати інформацію про домішки в речовині, яку неможливо отримати іншими методами. Визначення люмінесценції як надлишку над тепловим випромінюванням, запропоноване Відемманн, було уточнено С.І. Вавілов і формулюється наступним чином. Люмінесценція - це сверхтемпературне випромінювання, що володіє тривалістю, що значно перевищує період світлових коливань, тобто люмінесцирують речовини перестають світло не раніше, ніж через 10 після припинення збудження. Перша частина цього визначення відокремлює люмінес-

ценцію від рівноважного теплового випромінювання, а друга - від всіх процесів, при яких енергія збудження не затримується в речовині: від різних видів розсіювання, вимушеного і гальмівного випромінювання, світіння Вавілова - Черенкова. Наведене визначення люмінесценції, відображаючи основну сутність процесу, що не передає деяких його деталей. Наприклад, в лінійній оптиці неможливо розділити повний потік випромінювання на рівноважну і нерівноважну частини. Крім цього визначення не враховує в явному вигляді роль процесів релаксації (переходу системи в рівноважний стан).

У зв'язку з цим обговорюються різні уточнення визначення люмінесценції. Наприклад, в кристалах з домішковими центрами (центрами свічення), "Відповідальними" за люмінесценцію, виявляється істотним виявлення ролі виникають в процесі збудження коливальних квантів - фононів. Зазвичай люмінесценція виникає в збудженому кристалі після встановлення рівноваги по коливаннях (після коливальної релаксації). Хоча для більшості центрів світіння час коливальної релаксації багато менше, ніж оптичне час життя збудженого електронного стану, випускання світла в кристалах можливо і в ході коливальної релаксації [45].

Таке світіння отримало назву гарячої люмінесценції. Здатністю люмінесцирувати мають гази і пари. До простих з них відносяться пари і гази елементів Na, I, S, O₂ і ін. Добре люмінісцирують органічні речовини переважно з ланцюгами подвійних сполучених зв'язків (бензол і його похідні, ароматичні сполуки - антрацен, нафталін і ін.) і деякі групи барвників (флуоресцеїн, родамін і ін.). Люмінесцентні властивості мають ,солі,з'єднання рідкісних земель і їх розчини, чисті кристали, як, наприклад лужно-галоїдні і сульфіді. Для практики з неорганічних речовин важливе значення мають так звані кристаллофосфори - кристалічні речовини, що включають невелика кількість домішки - активатора, іони якого служать головною складовою частиною центрів світіння. Кристаллофосфори найчастіше готуються у вигляді порошку, але можуть бути синтезовані і у вигляді найтонших плівок (сублімат фосфори), а також у вигляді монокристалів. Перші зареєстровані в науковій літературі спостереження світіння кристаллофосфорів зроблені у 1602 році Кашіороллой - італійським шевцем з Болонії, який займався

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		38

пошуками методу отримання золота за допомогою алхімії. В околицях міста він знайшов шматок шпату ($BaSO_4$), який був дуже важким. Це дозволило припустити, що з нього можна виплавити золото або принаймні срібло. Кашіоролла ґрунтовно прожарив шпат в горні. При цьому з каменю не виділилося ні золота, ні срібла.

Однак він помітив, що камінь придбав нову властивість: перебуваючи на світлі, він як би вбирав у себе сонячні промені і в темряві сам починав світитися. Так були відкриті "болонські" камені, звістка про які розповсюдилися дуже швидко, 1612 р Галілео продемонстрував їх своїм друзям, проте майже трьох століть це явище залишилося однією з загадок природи. Лише в кінці 80-х років минулого століття французький хімік Вернейль показав, що світіння "болонських" каменів і інших подібних речовин пов'язано з присутністю в них мізерної кількості домішок металів (міді, вісмуту, марганцю, срібла та ін.), які були названі активаторами. У кристаллофосфорів атоми або іони активатора є "ядрами" центрів люмінесценції (світіння) - мікросистем, здатних поглинати і випускати кванти світла. За сучасними уявленнями центри світіння навіть в своєму простому вигляді є складним утворенням, що включає в себе не тільки атом або іон домішки, але і близько лежать компоненти кристалічної решітки. У більш складних випадках в освіті центру можуть брати участь два і більше атомів, або іонів домішки (при тому навіть різних сортів), а також вакантні вузли решітки (іонні вакансії). центрами світіння можуть бути також власні (непрімесніе) мікродефекти кристалічної решітки.

Зейтц довів, що спектри поглинання і випромінювання домішкового центра аналогічні спектрам іонів домішки у вільному стані [46]. Надалі цей висновок підтверджений теоретичними розрахунками. Таким чином, було показано, що за оптичні характеристики (спектри поглинання і випромінювання) центру свічення в даному випадку відповідальність саме іон . Що знаходиться у взаємодії з ґратами. Систематичне зіставлення оптичних характеристик ряду лужногалоїдних фосфорів, активованих одно- або двовалентних ртутеподібними іонами, а також кристалів, активованих рідкоземельними елементами, з відповідними характерис-

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		39

тиками вільних іонів показали, що люмінесцентні властивості фосфорів визначають в основному домішкові іони. Було також виявлено, що на люмінесцентні характеристики цих фосфорів аніонна підґратка надає більш сильний вплив, ніж катіонна. Це може служити вказівкою на те, що іони активатора розташовуються в катіонних вузлах, так як в цьому випадку найближчими його сусідами виявляються саме аніони решітки, що й обумовлює їх більш сильний вплив

Було також виявлено, що на люмінесцентні характеристики цих фосфорів аніонна підґратка надає більш сильний вплив, ніж катіонна. Це може служити вказівкою на те, що іони активатора розташовуються в катіонних вузлах, так як в цьому випадку найближчими його сусідами виявляються саме аніони решітки, що й обумовлює їх більш сильний вплив. Крім цієї найпростішої моделі домішкового центра в науковій літературі обговорюються наступні моделі домішкових мікродефектів: пари і більш великі групи іонів активаторів, розташовані на найближчих катіонних вузлах решітки, іони активатора з іншою валентністю, ніж валентність іонів решітки, іони активатора поблизу власних мікродефектів решітки підстави, іони активатора, які взаємодіють з іншими домішками.

Поряд з цим деякі автори допускають існування активаторних центрів з більш складним типом вмонтування: активаторні йони, найближчим оточенням яких відповідає їхньому оточенню в власних галоїдних солях активатора, галоїдні комплекси активатора з іншою координацією, ніж координація катіонів підстави. Активаторні іони розташовані на протяжних дефектах - дислокаціях, міжблочних поверхнях або зовнішньої поверхні кристалів. При великих концентраціях активатора передбачається утворення великих агрегатів, аж до випадання фази домішки: періодична двомірна вмонтовування активатора в частково ізоморфних системах, виділення фази галоїдного солі активатора або фази комплексних сполук [47].

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		40

2.3 Характеристики та склад люмінесцентних та світловідбивних покриттів

Найважливішими характеристиками люмінесцируючого тіла є спектри поглинання, випромінювання, порушення, ступінь поляризації, вихід світіння і тривалість післясвітіння. Поглинання світла в речовині описується законом Бугера – Ламберта.

$$I = I_0 e^{-\kappa(\nu) d}, \quad (2.6)$$

де I - інтенсивність світла після проходження ним шару речовини товщиною d ; I_0 - інтенсивність плоскої світлової хвилі, що падає нормально на поверхню тіла з частотою ν ; $\kappa(\nu)$ - показник поглинання світла частоти ν . Спектром поглинання речовини називається залежність показника поглинання κ від частоти ν або довжини хвилі світла, що поглинається λ . В аналітичному вигляді спектр записується як залежність $\kappa = \kappa(\nu)$ або $\kappa = \kappa(\lambda)$. Приклад графічного зображення спектра поглинання наведено на рис. 2.3.1. Спектром випромінювання називається функція розподілу випромінюваної речовиною енергії (або числа квантів) за частотами $J(\nu)$, довжинах хвиль $J(\lambda)$ або енергій випромінюваних квантів $J(h\nu)$. Спектри люмінесценції центрів світіння одного сорту складаються з декількох смуг [48]. У найпростішому випадку це може бути і одна смуга

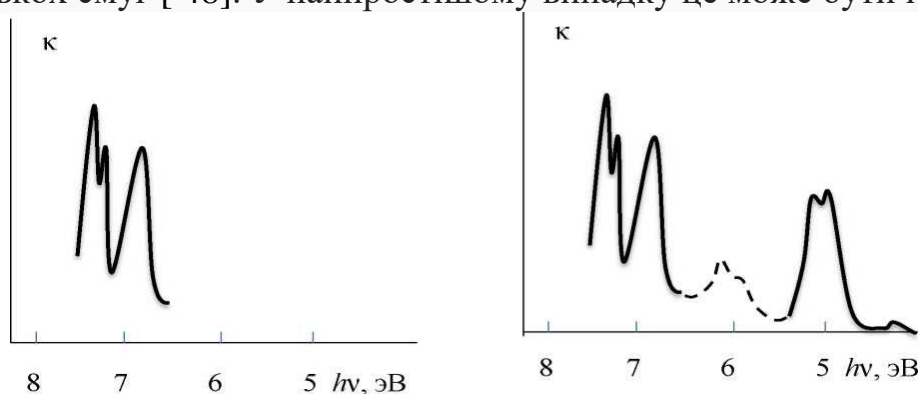


Рис.2.4- Спектри поглинання кристалів при температурі 100 К:

а - CsBr; б - CsBr ÷ In

Одночасна присутність багатьох центрів світіння Істотно ускладнює спектр люмінесценції.Інтенсивність люмінесценції є потік люмінесцентного випромінювання з одиниці поверхні люмінесцирующего тіла в одиницю часу:

$$J = \frac{1}{S} \int_0^{\infty} J(\nu) d\nu \quad (2.7)$$

Іноді вона вимірюється як сумарне число квантів люмінесценції з одиниці поверхні люмінесцирующего тіла в одиницю часу. Енергетичний вихід визначається як відношення енергії повного потоку люмінесценції до кількості поглиненої в речовині збудливою енергії:

$$\eta_{\text{э}} = \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi_0 - \Phi} = \frac{1}{\Phi_{\text{пг}}} \iint_0^{\infty} J(\nu, t) d\nu dt, \quad (2.8)$$

де $\Phi_{\text{л}}$ - потік люмінесценції

$\Phi_{\text{пг}} = \Phi_0 - \Phi$ - поглинена в люмінофорі.

Поняття квантового виходу використовується тільки в разі оптичногозбудження.

Квантовий вихід є ставлення повного числа випущених

квантів люмінесценції до числа поглинених квантів збуджуючого випромінювання:

$$\eta_{\text{кв}} = \frac{N_{\text{л}}}{N_{\text{пг}}}, \quad (2.9)$$

де $N_{\text{л}}$ - число квантів люмінесценції;

$N_{\text{пг}}$ - число квантів збуджуючого

світла, поглинених в речовині.Середню величину енергії квантів люмінесценції

позначимо

$$\overline{h\nu_l} = \frac{h}{N_l} \sum_{i=1}^{N_l} \nu_{li}, \quad (2.10)$$

середню енергію квантів поглиненого світла – як

$$\overline{h\nu_{nr}} = \frac{h}{N_{nr}} \sum_{i=1}^{N_{nr}} \nu_{nri}. \quad (2.11)$$

Дослідження залежності енергетичного виходу від довжини хвилі збуджуючого світла представляє великий інтерес. При цьому для збудження люмінесценції зручно використовувати монохроматичне світло тоді:

$$\eta_{\Sigma} = \frac{\overline{\nu_l}}{\overline{\nu_{nr}}} \eta_{\text{кв}} = \frac{\lambda_{nr}}{\lambda_l} \eta_{\text{кв}}. \quad (2.12)$$

Спектральний перетворення світла було розглянуто Є.І. Вавілов. Він сформулював закон, згідно з яким квантовий вихід в стоксовій області залишається постійним і різко падає зі збільшенням довжини хвилі збуджуючого світла при переході в антистоксову область. закону Вавилова може бути дана і інше формулювання, якщо розглядати залежність енергетичного виходу від довжини хвилі збуджуючого світла.

Дійсно, зі співвідношення випливає, що енергетичний вихід є лінійною функцією довжини хвилі збуджуючого світла, тобто в стоксовій області він росте лінійно зі збільшенням довжини хвилі збуджуючого світла, а в антистоксовій області різко падає. Якісні залежності квантового і енергетичного виходів від довжини хвилі збуджуючого світла зображені на рис 2.5

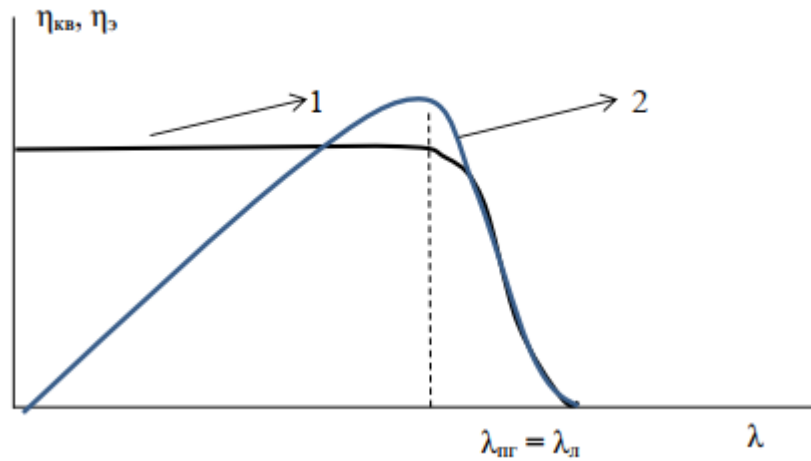


Рис 2.5- Залежність від довжини хвилі збуджуючого світла: 1 - квантового виходу; 2 - енергетичного виходу люмінесценції

Кінетика люмінесценції, зокрема характер загасання люмінесценції, після припинення збудження залежить від виду електронних процесів. У разі спонтанних процесів спостерігається мономолекулярної світіння, при якому випускання світлового кванта відбувається в тому ж центрі світіння, де відбувається поглинання збуджуючого кванта світла. Якщо в процесі збудження центр світіння іонізується, і в процесі рекомбінації іон з'єднується тільки зі своїм, відірваним від нього електроном, то це світіння також називається мономолекулярним [49].

2.4 Особливості нанесення покриттів на пожежні рукави

Покриття - штучно сформований на поверхні виробу або конструкції шар, що За матеріалом покриття підрозділяють на металеві, неметалеві і комбіновані.

Мета нанесення покриттів:

1. захисна роль покриття,
2. естетична (декоративна) роль,
3. функціональна.

Роль поверхні:

Поверхня, з одного боку, - це матеріал, з якого зроблено сам виріб. З іншого боку, система поверхню / обсяг розглядається як композиційний матеріал, де сама поверхня виступає в ролі композиту. Відрізняється від матеріалу основи за складом і

фізико-хімічними властивостями. В незалежності від технології створення до покриттів пред'являються вимоги:

1. відповідність коефіцієнту термічного розширення (к.т.р) к.т.р. основи
2. висока щільність і низька пористість
3. високі адгезійні характеристики покриття, що забезпечують його міцний зв'язок з підкладкою [56].

За матеріалом покриття підрозділяють на металеві, неметалеві і комбіновані. Нанесення лакофарбових покриттів - створення на поверхні виробу одного або декількох тонких шарів плівки, яка утворюється після затвердіння (висихання) лакофарбових матеріалів (рідких, пасто - або порошкоподібних складів), і утримується на поверхні силами адгезії. Лакофарбові покриття використовуються для декоративного оздоблення виробів і їх захисту від корозії (метали) або гниття (деревина). Розрізняють нижні (грунтові), проміжні (шпаклювальні) і верхні (покривні) шари лакофарбових покриттів [57].

Лаки - розчини плівкоутворюючих речовин в органічних розчинах, що застосовуються для отримання прозорих захисних і декоративних покриттів або для електроізоляційної просочення різних матеріалів, а також для приготування емалевих фарб, ґрунтовок, шпаклівок.

Фарби - однорідні суспензії пігментів в плівкоутворюючих речовинах (сполучних), які також можуть містити матуючі речовини, пластифікатори, розчинники і інші речовини. При нанесенні на поверхню тонким шаром утворюють непрозорі міцні плівки, що додають поверхні гарний зовнішній вигляд і оберігають її від шкідливого впливу середовища [58].

В даний час в якості захисно-декоративних покриттів, що наносяться на тканину, все частіше застосовуються композиції для просочення, які виявляють структуру деревини, тонують її в різні кольори, захищають поверхню тканини від вологи.

Як правило, поверхня з лакофарбовим шаром являє собою складну багатошарову систему. Покриття складається з декількох шарів, нанесених на основу: шпаклівки, ґрунтовки і фарби (в один або кілька шарів), а можливо, ще шару лаку

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		45

або воску. Важливою фізичною властивістю матеріалу є його щільність - відношення маси тіла до займаного об'єму [59].

Щільність підрозділяється на справжню і уявну. Справжня (істинна) щільність - відношення маси до об'єму матеріалу в абсолютно щільному стані, тобто без пір і пустот. Щоб визначити справжню щільність ρ_i (кг/м³, г/см³), необхідно масу матеріалу (зразка) m (кг, г) розділити на абсолютний обсяг V (м³, см³), заповнений самим матеріалом (без пір). Одиниці виміру щільності в системі СІ - (кг/м³), в системі СГС - (г/см³) (1 г/см³ = 10³ кг/м³). Однак більшість матеріалів мають пори, тому у них уявна щільність завжди нижче дійсної щільності. Уявна щільність - це фізична величина, що визначається відношенням маси зразка матеріалу до всього займаного ним об'єму, включаючи наявні в ньому пори і порожнечі. Уявна щільність ρ_y обчислюється за формулою:

$$\rho_y = m / V, \quad (2.13)$$

де m - маса матеріалу в природному стані;

V - об'єм матеріалу в природному стані,

або

$$\rho_y = (m \cdot \rho_p) / (m_1 - m_2), \quad (2.14)$$

де ρ_p - густина рідини (кг/м³);

m , m_1 і m_2 - маса сухого зразка, насиченого рідиною при зважуванні на повітрі і в рідині відповідно (кг).

Вогнетривкістю називають здатність матеріалу протистояти, не розплавляючись, впливу високих температур.

Вогнетривкість визначають на зразку форми усіченої піраміди-конуса висотою 30 мм, що нагрівається з заданою швидкістю. Під впливом високих температур матеріал зразка поступово розм'якшується, і в міру зниження в'язкості за рахунок утворення в ньому розплаву вершина конуса під дією власної ваги схилиється до основи. Температуру, що відповідає моменту падіння конуса, приймають за вогнетривкість, або за температуру умовного «плавлення», або розплавлення матеріалу[60] .

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		46

За вогнетривкості або температури розплавлення все керамічні матеріали можна поділити на чотири групи:

- 1) легкоплавкі, (розплавляються при температурі не нижче 1350 °С);
- 2) тугоплавкі, (розплавляються при температурі не нижче 1580 °С);
- 3) вогнетривкі з вогнетривкістю в межах 1580-2000 °С;
- 4) високовогнетривкі матеріали з вогнетривкістю або температурою плавлення вище 2000 °С.

Термостійкість - складна властивість, залежна від багатьох фізико- хімічних характеристик матеріалу. Різні методи оцінки термічної стійкості ґрунтуються на певному ступені руйнування випробуваного виробу або втрати його міцності в результаті чергування нагрівання до тієї чи іншої температури і охолодження у воді або на повітрі.

Під хімічною стійкістю слід розуміти здатність керамічного матеріалу протистояти руйнівній дії рідкої, твердої або газоподібної агресивної речовини [61].

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		47

Розділ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СВІТЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОКРИТТІВ РІЗНОГО СКЛАДУ

3.1 Вимір світимості за допомогою сучасних приладів та методів

Вимірювання енергетичних величин, що характеризують випромінювання, називається радіометрією. Вимірювання енергетичних величин, що характеризують оптичне випромінювання, називається оптичною радіометрією. Вимірювання величин, що характеризують випромінювання за зоровим відчуттям, називається фотометрією. Оптична радіометрія як сфера вимірювань, охоплює, крім фотометрії, такі основні види вимірювань, як колориметрія, спектрофотометрія і спектро-радіометрія випромінювання складного спектрального складу.

Колориметрією називається вимірювання кольору, що базується на властивостях ока.

Спектрофотометрією називається вимірювання відношення двох спектральних величин, що характеризують випромінювання.

Спектрорадіометрія має справу, головним чином, з вимірюванням спектральної щільності енергетичної величини, що характеризує випромінювання.

Фізичні величини, що характеризують оптичне випромінювання, поділяються на дві системи: енергетичну і світлову. Телецентричний метод

Особливістю цього методу є незалежність результату вимірювань від відстані між джерелом і приймачем. Телецентричний метод вимірювання сили світла ґрунтується на можливості відокремлення (з допомогою простих оптичних засобів) і вимірювання світлового потоку $D\Phi$, що поширюється від джерела всередині постійного і малого тілесного кута $D\Omega$, і визначенні сили світла джерела у відповідному напрямку.

На рис. 3.1 показана схема установки для вимірювання сили світла телецентричним методом. На схемі зображено джерело D , силу світла якого треба визначити. Випромінювання цього джерела падає на додатну лінзу L , оптична ось якої збігається з напрямом вимірюваної сили світла. Зазвичай розмір лінзи перевищує

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		48

розміри джерела. У головній фокусній площині лінзи поміщують прозору перепо-ну ДФ з круглим отвором O , центр якого збігається з головним фокусом F лінзи. За отвором O розташований фотоелемент ФЕ, підключений до вимірювального приладу В77. Струм i , що протікає через фотоелемент пропорційний світловому потоку джерела.

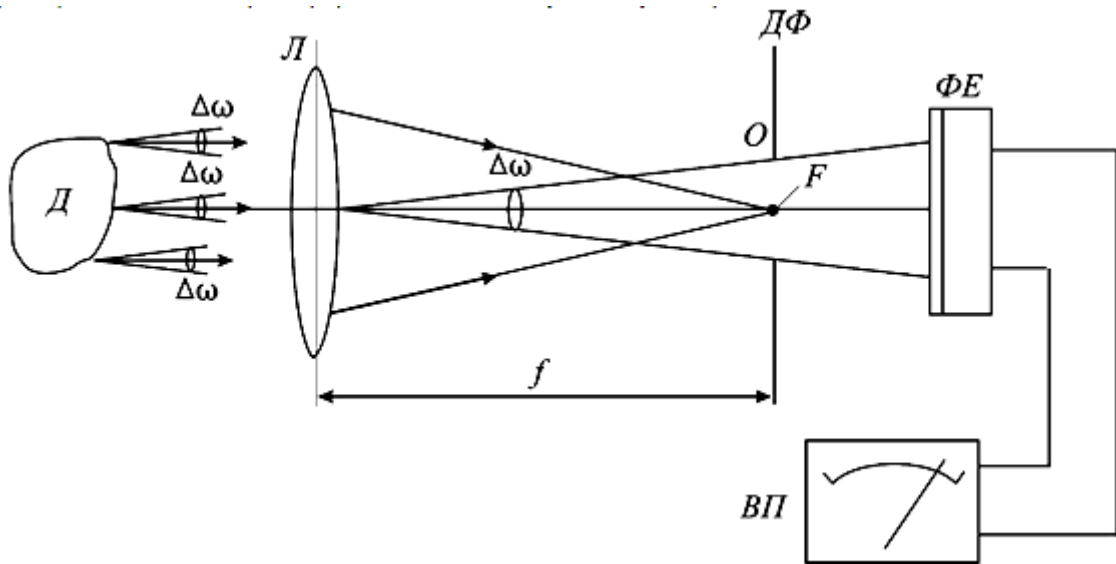


Рис 3.1- Телецентричний метод вимірювання сили світла.

Вимірювання яскравості

Яскравість характеризує світіння поверхні предмету в якомусь напрямку, і необхідність її вимірювання виникає досить часто. Задачі цього роду можуть бути досить різноманітними. Передусім мова може йти про вимірювання яскравості джерела світла, як дуже протяжного, так і дуже малого. В іншому випадку виникає необхідність визначити яскравість освітленого предмету, що розсіює світло, розміри якого можуть бути різними, а поверхня - неоднорідною. Вимірювання яскравості виконується на основі однієї з двох відомих залежностей. Перша з них зв'язує середню яскравість джерела в заданому напрямку з його силою світла I в тому самому напрямку і площею його проекції O на площину, перпендикулярну до обраного напрямку [51].

Сила світла джерела визначається одним з описаних вище способів, але виникають труднощі з вимірюванням площі проекції джерела.

Частіше користуються іншим способом, пов'язаним з прямою пропорційні-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		49

стю між яскравістю пучка промінів і світловим потоком, який проходить між двох діафрагм. Прилад, призначений для вимірювання яскравості пучка і заснований на вимірюванні світлового потоку, називається яскравоміром.

Принципова схема найпростішого яскравоміра представлена на рис.3.2. Однією з головних його частин є ахроматичний об'єктив ОБ, що зображує ділянку аб поверхні S, що світиться, на світлочуттєвій поверхні а'б фотоелектричного приймача ФЕ, яка прилягає до отвору в непрозорому екрані

Приймач ФЕ приєднаний до електровимірювального приладу ВП, показники якого пропорційні світловому потоку Φ , що падає на поверхню приймача. Пучок, що розходить з точки O предмета в межах апертурного кута $2u$, обмежується оправою об'єктива ОБ, яка разом з отвором в непрозорому екрані ДФ визначає сукупність променів, що переносять світловий потік від джерела S до приймача ФЕ. Яскравість пучка буде визначатися як відношення світлового потоку Φ до геометричного фактору системи двох отворів G де n - відлік за шкалою приладу; k - коефіцієнт пропорційності. Для того щоб користуватися цим приладом його слід проградувати, визначивши відлік за шкалою n_0 , відповідного відомі яскравості L_0 . Тоді L_n

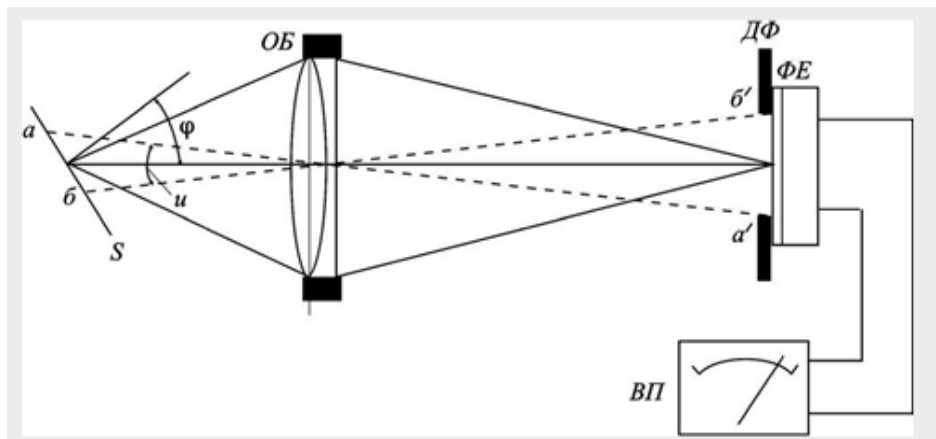


Рис 3.2- Схема фотоелектричного яскравоміра

Люксометри – це прилади для вимірювання освітленості в приміщеннях різного призначення, на робочих місцях, а також на відкритому просторі. Це складна система, до складу якої входить фотодіод, підсилювач сигналу з фотодіода, аналогово-цифровий перетворювач, а також косинусна насадка та світлові фільт-

ри. Працює люксометр на явищі внутрішнього фотоелектричного ефекту. Це процес виникнення електропровідності в напівпровідниках під дією електромагнітного випромінювання (на відміну від зовнішнього фотоефекту, коли відбувається емісія електронів під дією світла). Коли світловий потік потрапляє на напівпровідниковий фотоелемент, відбувається вивільнення електронів в об'ємі напівпровідника і як наслідок – через фотоелемент проходить електричний струм. Причому сила цього струму прямо пропорційна інтенсивності світла, тобто освітленості фотоелемента, а кінетична енергія фотоелектронів прямо пропорційна частоті світла. Такі прості математичні залежності дозволяють виразити величину освітленості кількісно.

У перших аналогових люксометрах освітленість розраховувалась за кутом відхилення стрілки гальванометра. Після винайдення селенового фотодіода та вдосконалення вакуумних фотоелементів, електрична фотометрія набула широкого застосування як в побутових так і в промислових масштабах. Сучасні люксометри – це портативні цифрові прилади, з рідкокристалічним екраном, на якому відображається результат вимірювання, з високими ступенями захисту корпусу та чутливого елемента, а також з набором додаткових функцій та можливостей. В більш дешевих моделях люксометрів світлочутливий елемент може бути жорстко закріплений на корпусі, що обмежує можливості використання приладу. Гнучке з'єднання вимірювальної частини з приладом забезпечує можливості вимірювання у важкодоступних місцях. Селеновий фотодіод є надзвичайно чутливим не тільки до видимого випромінювання, але й до ультрафіолетових та інфрачервоних променів, які не сприймаються людським оком.

Тому в сучасних люксометрах широко використовуються корегуючі світлофільтри, які відсікають ці області спектру та наближають чутливість фотоелемента до чутливості людського ока. З іншого боку, потрібно враховувати і те, що кожне джерело (лампа розжарювання, люмінесцентна лампа, діодний світильник та ін.) має свій спектр випромінювання, тому для кожного люксометра потрібно використовувати свої коефіцієнти для різних типів ламп. Наприклад при вимірюванні освітленості, що створюється люмінесцентними лампами, вводять поправо-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		51

чний коефіцієнт для ламп денного світла 0,88, а для ламп білого світла – 1,15.

Для вимірювання просторових характеристик освітленості теж існують свої засоби – це насадки сферичної та циліндричної форми. Для підвищення точності вимірювання освітленості при падінні світла під кутом теж можна використовувати спеціальні насадки. У випадку слабких джерел світла, а також коли необхідна особливо висока точність, варто скористатись вакуумними фотоелементами. Фотометричні параметри світлового випромінювання та одиниці їх вимірювання

Розділ оптики, що вивчає методи та прийоми вимірювання світлової енергії на основі зорових відчуттів називається фотометрією. У фотометрії прийнято описувати електромагнітне випромінювання за допомогою параметрів, що враховують особливості сприйняття світла людським оком.

І перша особливість полягає в тому, що людина не бачить випромінювання з довжинами хвиль, менше 380 і більше 780 нм (видимий діапазон електромагнітного випромінювання), тому будь-яке випромінювання поза цього діапазону не впливає на яскравість джерела. По-друге, зорова система людини має різну чутливість до різних довжин хвиль. Наприклад, зелене випромінювання набагато яскравіше для ока, ніж ідентичне за потужністю синє. Тому така фізична величина як потужність не може бути характеристикою сприйняття світла людським оком. Для вирішення проблеми експериментально побудували залежність, яка описує чутливість зорової системи людини до всіх частот видимого діапазону спектра. Радіційні методи, які застосовуються для визначення швидкості світла, ґрунтуються на вимірюванні часу, протягом якого світло долає певний шлях. Однак із більшою точністю можна визначити швидкість світла з інших вимірювань: вимірювання співвідношення між величинами, зв'язок між якими визначається константою c . Прикладом таких вимірювань є незалежне визначення частоти та довжини хвилі певного випромінювання.

Досліди з визначення швидкості світла робив ще Галілео Галілей. Піднявшись із своїм учнем на вершини сусідніх гір, вони обмінювалися сигналами ліхтарів, визначаючи час затримки між надсиланням та отриманням сигналу. Потім

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		52

цей дослід повторювали для більшої відстані між горами, щоб відняти час реакції людини. Галілей дійшов висновку, що швидкість світла набагато більша за можливості такого методу вимірювання.

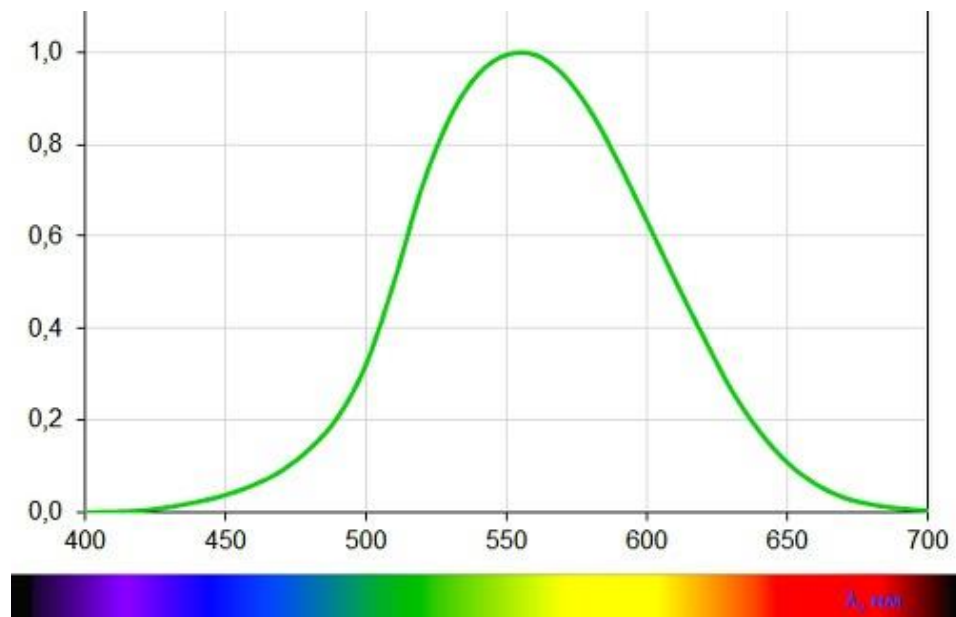


Рис 3.3-Крива спектральної світлової ефективності

Ця залежність носить назву крива спектральної світлової ефективності (або «крива видимості»). Її використовують для розрахунку внеску кожної довжини хвилі джерела в його сумарну яскравість. Крива відносної була прийнята в якості міжнародного стандарту в 1924 році Міжнародною комісією з освітлення (СІЕ - Commission Internationale de l'Éclairage). Розберемося тепер з означеннями та одиницями вимірювань [52].

Сила світла – це одна з основних фотометричних величин. Вона характеризує величину світлової енергії, що переноситься в певному напрямку за одиницю часу. Кількісно сила світла дорівнює відношенню світлового потоку, що поширюється в певному тілесному куті, до величини цього кута. Одиниця сили світла — Кандела (кд).. Кандела (лат. candela — свічка) – одна з семи основних одиниць вимірювання в системі СІ, дорівнює силі світла, що випромінюється в заданому напрямку монохроматичним джерелом з частотою $540 \cdot 10^{12}$ Герц, енергетична сила світла якого в цьому напрямку складає $1/683$ Вт/ср. Ця частота від-

повідас зеленій області спектру, до якої людське око є найбільш чутливим. Сила світла, що випромінюється однією свічкою приблизно рівна одній кандела.

Світловий потік – це фізична величина, що чисельно дорівнює кількості оцінюваної за зоровим відчуттям світлової енергії, яка падає на поверхню за одиницю часу. Іншими словами, це величина, що дозволяє оцінити потужність видимого випромінювання за його дією на рогівку ока. Світловий потік вимірюється в Люменах (лм). Люмен – це світловий потік, що випромінюється точковим ізотропним джерелом з силою світла в одну кандела в тілесний кут величиною в один стерадіан ($1\text{лм} = 1\text{кд}\cdot 1\text{ср}$). Люмен – це повний потік від джерела, який враховує і розсіяне світло, тому Люмен не може бути параметром оцінки яскравості, або корисної продуктивності променя від джерела.

Яскравість – це відношення сили світла, випромінюваного поверхнею, до площі її проекції на площину, що перпендикулярна до осі спостереження. Іншими словами, яскравість – це густина світлового потоку ($\text{кд}/\text{м}^2$). Одиницею вимірювання яскравості є стільб. $1\text{ стільб} = 104\text{ кд}/\text{м}^2$. Зі всіх фотометричних величин, яскравість безпосередньо пов'язана з зоровими відчуттями, оскільки освітленість зображення предмета на рогівці ока пропорційна яскравості предмета.

Освітленість (або інтенсивність світлового потоку) – відношення потужності світлового потоку до площі освітлюваної поверхні. Одиниця вимірювання освітленості – Люкс. Люкс дорівнює освітленості поверхні площею 1м^2 при світловому потоці падаючого на неї випромінювання 1 Люмен. В США та Англії застосовують одиницю яскравості Фут-кандела. Це освітленість від джерела силою одна кандела, що знаходиться на відстані одного фута від освітлюваної поверхні. 1 Фут-кандела приблизно дорівнює $10,74\text{ Люкс}$, тобто для грубого перерахунку, щоб отримати значення освітленості в Люксах, потрібно значення в Фут-канделах помножити на 10. Інтенсивність світлового потоку вимірюють також в $\text{Вт}/\text{м}^2$, або в таких екзотичних для нас одиницях як BTU (British thermal unit). Це кількість тепла в калоріях, необхідна для нагрівання 1 англ. фунта води на $1\text{ }^\circ\text{F}$ [53].

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		54

3.2 Технічні характеристики люксометрів

У сучасних люксометрів незначний рівень похибки вимірювання, у різних моделях він становить від 1 до 3-8 %. Щодо одиниць вимірювання, то значення освітленості відображаються у фут-канделах та люксах, це скорочує тривалість розрахунків, оскільки Вам не потрібно буде конвертувати результат вимірювання необхідні одиниці вимірювань, Ви відразу отримуєте необхідні.



Рис3.4- Різновиди люксометрів .

Додатковою функцією є можливість утримання значень і фіксування пікових показників. Отримані значення можуть бути цифровими та аналоговими. Наприклад, модель Ezodo DL-204 працює на основі кремнієвого фотодіода, що схожий по своїй спектральній чутливості до людського ока [54]. Широкий діапазон моделей – від простих-оціночних (HD2302.0) до професійних-високоточних (люксометри Delta OHM) – дає Вам можливість підібрати прилад відповідно до потреб вимірювання освітленості приміщення. Усі люксометри, від простих до складних знайшли своє застосування у різних промислових та побутових сферах. SIMVOLT пропонує широкий асортимент цих вимірювачів – і для визначення мікроклімату в офісних приміщеннях, і для фіксації мінімальних температурних змін на виробництві [55].

3.3 Дослідження люмінесцентних властивостей пожежного рукава

Вимір світності вимірюється в Люменах на м², світність матеріалу вимірюється в люменах на м² але використаний нами прилад дозволяє виміряти повний світловий потік в Люменах, враховуючи що площа світящого і світловідбиваючого покриття однакова то для порівняння можна використовувати величини нашого світового потоку. Зважаючи на відсутність приладу для виміру світлового потоку люкс-метра нами був створений лабораторний аналог, в якості світлочутливого елемента використовували елемент сонячної батареї. Зміна сили потоку на контактах елемента сонячної батареї за допомогою перетворювача виводили на ноутбук за допомогою програми ITM laboratory (рис 3.5)

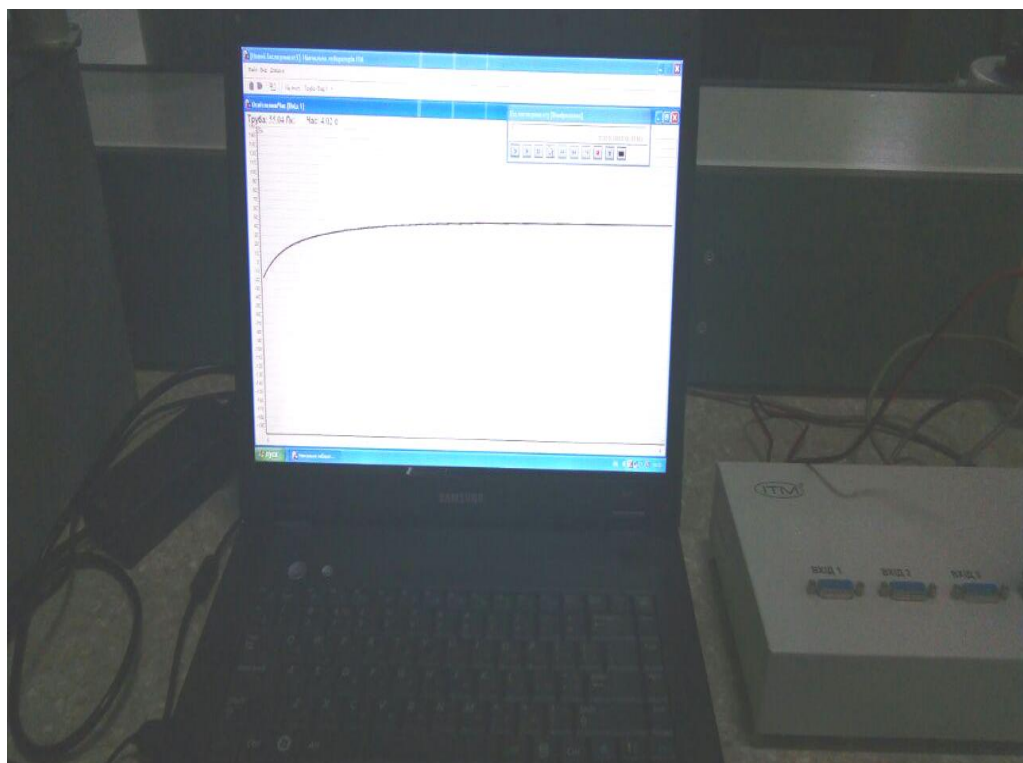


Рис 3.5-Зображення зовнішньої кривої виміру світлового потоку.



Рис3.6-Вимір сили потоку світла на контактах елемента сонячної батареї за допомогою програми ITM laboratory.

Створену лабораторну установку відкалібрували за допомогою джерел світла з відомим світловим потоком. Експеримент по визначенню світимості люмінесцентного покриття рукавів проводили наступним чином.

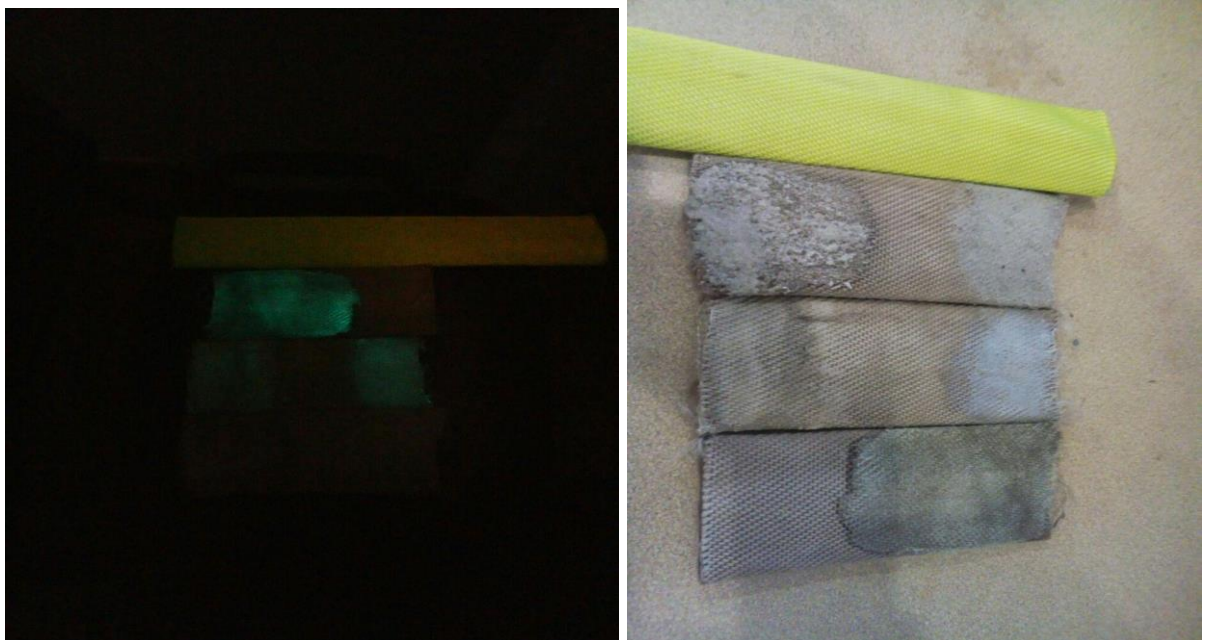
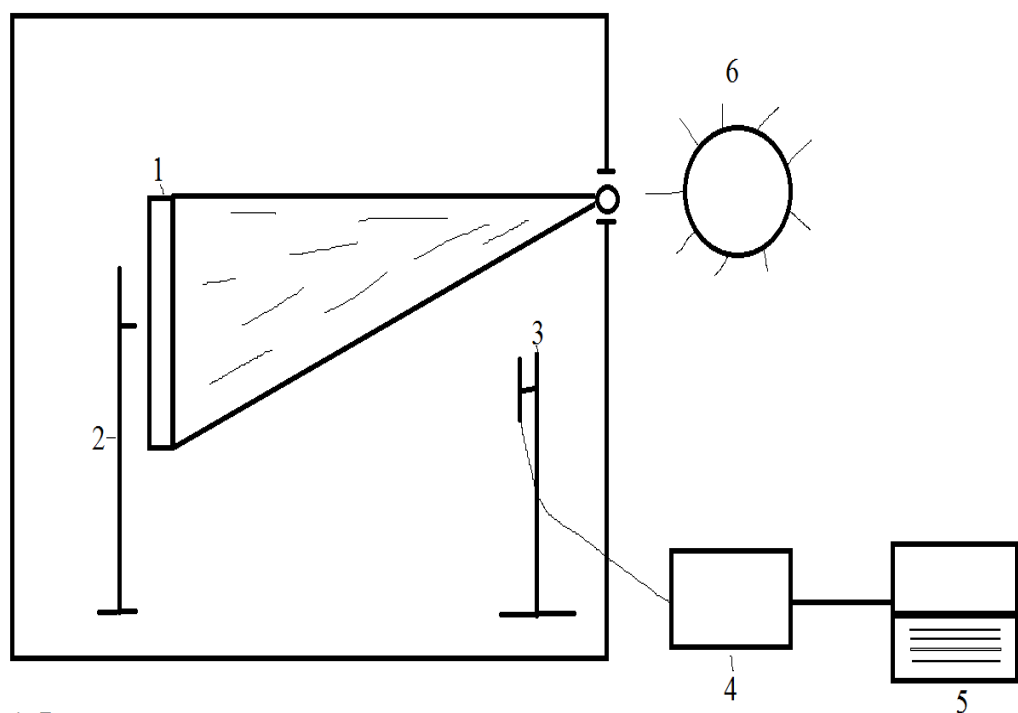


Рис3.7- Приклади різних флюорисцентних покриттів на пожежних рукавах.

Рукав покритий люмінесцентним покриттям помістили на 10 хвилин під лампу потужністю 60 ВАТ, після чого рукав з покриттям поміщали в повністю затемнений бокс з світлочутливим елементом який фіксував світловий потік, результати виміру представлені в таблиці 3.1

Експеримент по виміру світлового потоку від світло відбиваючого матеріалу проводили наступним чином, рукав з нанесеним світло відбиваючим покриттям помістили в затемнений бокс з світлочутливим елементом, через отвір в боксі від лампи потужністю 60 ВАТ направляли промінь світла на рукав, результати вимірів представлені в таблиці 3.1



- 1- Рукав
- 2- Штатив
- 3-Світлочутливий елемент
- 4- Перетворювач
- 5- Ноутбук
- 6- Джерело світла

Рис 3.8 Схема для виміру світлового потоку пожежного рукава.

Результати вимірів світлового потоку.

Вид порошку	Люмінофор краска.	Люмінофор порошок плюс лак.	Світловідбиваюча краска для доріг.	Світлоотражаюча такнина.
Світловий потік, Люмен.	0,2	0,07	-	120

Висновки. Експеримент промінем установки що найбільшу світимість дозволяє отримати світлоотражаючі тканини, однак їх недолік полягає в тому, що вони потребують потужного джерела світла, в умовах надзвичайних ситуацій в якості таких джерел можуть виступати: освітлювальні прожектори с аварійно-рятувальної техніки, люмінесцентні покриття різного складу дають значно меншу світловіддачу, однак вони можуть світитися без додаткових джерел світла що істотно розширює умови їх застосування. Данні покриття також мають ряд недоліків. Основним з яких являється необхідність їх накачки світлом, перед застосуванням. Для усунення данного недоліку можна модернізувати конструкцію аварійно-рятувальної техніки, розмістив в рукавном відсіку додаткове джерело світла, котре буде працювати під час слідування до місця надзвичайної ситуації. Додатковим недоліком люмінісцентних покриттів являє менший час світловіддачі, тому їх використання при ліквідації надзвичайної ситуації більш ніж 30 хвилин недоцільно. Окремою проблемою усіх вищеперерахованих покриттів являється розробка технології їх нанесення яке забезпечить необхідні експлуатаційні характеристики. В рамках данної магістерської роботи ця проблема розглянута поверхнево і тому потребує подальших додаткових виправлень.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні положення з охорони праці

Верховною Радою України прийнятий Закон України «Про охорону праці» (від 21.11.2002.) [62]. Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їхнього життя та здоров'я в процесі трудової діяльності, на належні, безпечні та здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [63]. Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності. Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю [64].

Працівник – особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних і фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю та на всіх працюючих. Законодавство про охорону праці складається з Закону «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них НПА. Охорона праці містить три основних складових частини: правові норми трудового законодавства в цій галузі, виробничу санітарію, гігієну та безпеку виробничих процесів, а також протипожежний захист [65]. Мета охорони праці – забезпечення безпечних, нешкідливих і сприятливих умов праці через вирішення багатьох складних завдань, основними з яких є:

– проектування підприємств, технологічних процесів і конструювання об-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		60

ладнання з обов'язковим виконанням вимог охорони праці;

– знаходження оптимальних співвідношень між різними факторами виробничого середовища, що дозволяє забезпечити мінімум несприятливого впливу їх на здоров'я працівників;

– встановлення, законодавче оформлення визначених норм кожного з несприятливих або небезпечних факторів, систематичний контроль за їх застосуванням;

– розробка конкретних заходів щодо покращення умов праці та забезпечення її безпеки на основі застосування у виробництві новітніх досягнень науки і техніки;

– застосування раціональних засобів захисту працівників від впливу несприятливих факторів виробничого середовища, а також втілення організаційних заходів, які нейтралізують або послаблюють ступінь їх впливу на організм людини;

– розробка та застосування методів і засобів оцінки ефективності заходів з охорони праці, що плануються і здійснюються.

Методологічною основою охорони праці є науковий аналіз умов праці, виробничих і технологічних процесів, виробничого обладнання, з точки зору можливості виникнення небезпечних шкідливих виробничих факторів. На основі такого аналізу розробляються організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, соціально-економічні та інші заходи щодо запобігання дії цих факторів на працюючих [66].

4.2. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України

При прокладанні рукавних ліній міцніші рукава рекомендується використовувати на початкових ділянках магістральних і робочих ліній. При цьому необхідно вибирати найбільш зручні і найкоротші шляхи до позицій ствольників, по можливості прокладати рукавні лінії по сторонам вулиць і доріг, але не по проїжджій частині, уникати прокладки їх по гострим або палаючим предметів, а також

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		61

в місцях, де пролита кислота або інші їдкі речовини; рукава, прокладені через дороги, необхідно захищати рукавними містками; не можна допускати перекручування і заломів рукавів, ударів сполучних головок об тверде покриття дороги.

Прокладку рукавних ліній через залізничні або трамвайні колії потрібно виробляти між шпалами (під рейками), при цьому слід виставляти пости безпеки з двох боків уздовж залізничного полотна для спостереження за рухом потягів і своєчасного оповіщення особового складу про їх наближення, в сходових клітинах рукавні лінії слід прокладати переважно між маршами. При прокладанні рукавної лінії зовні будівлі на горище або дах необхідно розташовувати її між віконними прорізами; Під час прокладання рукавної лінії з рукавного пожежного автомобіля необхідно контролювати швидкість руху відповідно до інструкцій з експлуатації (як правило, не більше 10 км на годину), слідкувати за справністю світлової і звукової сигналізації, надійно фіксувати двері відсіків рукавного автомобіля. Під час намотування рукавів на рукавну котушку необхідно триматись за поручні барабана, не допускаючи пошкоджень рук, слідкувати за надійною фіксацією рукавної котушки.

Під час використання пневмосистеми підйомного механізму укладання рукавів необхідно забезпечити тиск у системі гальмування не менше 0,55 МПа. Під час навантажування скаток рукавів в автомобіль забороняється перевищувати межу вантажопідйомності (100 кг) підйомного механізму (не більше 2-х скаток рукавів). Під час перевезення використаних рукавів на даху рукавного автомобіля обмежуючі пристрої (дерев'яні трапи і поручні) мають бути надійно закріплені у піднятому положенні. Під час ремонту і обслуговування пожежних рукавів необхідно:

- не торкатися нагрітої поверхні вулканізаційного апарата;
- при роботі з клеєм працювати під витяжкою та періодично провітрювати приміщення.
- забороняється тримати клей у безпосередній близькості до нагрівальних приладів.

Під час укладання рукавів на стелажі рукавної бази необхідно користувати-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		62

ся драбиною чи майданчиком, який рухається. З'єднувальні головки рукавів кладуть униз скатки на лицьову частину стелажа. Випробування пожежних рукавів слід проводити згідно з Настановою по експлуатації пожежних рукавів.

У гарнізонах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України організацію експлуатації пожежних рукавів рекомендується проводити за децентралізованою або централізованою системами .

Децентралізована система експлуатації рукавів (далі - ДСЕР) передбачає проведення технічного обслуговування, ремонту, зберігання запасу та обліку рукавів у кожному окремому пожежно-рятувальному підрозділі. Відповідальність за організацію експлуатації рукавів покладається на керівника підрозділу.

Централізовану систему експлуатації рукавів (далі - ЦСЕР) рекомендується організувати в містах або на великих об'єктах за наявності декількох пожежно-рятувальних підрозділів. Така система експлуатації рукавів, як правило, передбачає створення рукавних баз або постів. У гарнізонах, що складаються з чотирьох і більше пожежно-рятувальних підрозділів, рекомендується створювати центральні рукавні бази (далі - ЦРБ), а в гарнізонах з меншою кількістю пожежно-рятувальних підрозділів - рукавні пости (далі - РП).

ЦСЕР передбачає проведення робіт з обслуговування, ремонту та зберігання рукавів. Для доставки чистих пожежних рукавів оперативно-рятувальним підрозділам та повернення використаних рукавів до бази (посту) застосовується спеціальний рукавний автомобіль. Для використаних рукавів, доставлених на рукавну базу або пост, з метою відновлення їх працездатності рекомендується проводити технічне обслуговування. Готові до застосування пожежні рукави надходять у резервний запас або на комплектацію пожежно-рятувальних автомобілів.

Експлуатація рукавів передбачає:

- постановку рукавів в оперативний розрахунок;
- застосування рукавів під час гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та подій, навчання та заняття;
- технічне обслуговування;

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		63

-ремонт;

-зберігання при температурі повітря до -40°C для прокладання магістральних рукавних ліній перевага віддавати пожежним напірним рукавам з латексним гідроізоляційним шаром, так як їх теплоізолююча здатність в два рази вище, ніж у прогумованих рукавів Напірні рукави з латексним гідроізоляційним шаром при температурі повітря нижче -40°C ми радимо не користуватися, так як латексний шар стає крихким і може зруйнуватися.

Після проведення розгортання подача води в лінію повинна бути здійснена без зволікання. При цьому слід забезпечити рух фронту потоку води по лінії з максимальною швидкістю. Для цього необхідно перед відкриттям напірного патруб-ка створити напір на насосі $3 \dots 4 \text{ кгс} / \text{см}^2$ ($0,3 \dots 0,4 \text{ МПа}$) (при більшому тиску буде утруднено відкриття патрубка). Одночасно з відкриттям напірного патрубка слід підвищити напір на насосі до $6 \dots 7 \text{ кгс} / \text{см}^2$ ($0,6 \dots 0,7 \text{ МПа}$) при подачі від вододжерел і до $5 \text{ кгс} / \text{см}^2$ ($0,5 \text{ МПа}$) при подачі від автоцистерни. В результаті цього значно збільшиться швидкість руху фронту потоку по лінії, при цьому зменшиться інтенсивність охолодження води і ймовірність появи шуги в лінії при заповненні її водою.

Не рекомендується при гасінні пожеж в умовах низьких температур завчасно прокладати резервні магістральні лінії. Уже через 20-30 хв після прокладки внутрішня частина рукавів охолоджується до температури навколишнього повітря. Еластичність матеріалу рукавів значно знижується. При подачі води в таку лінію відбувається її інтенсивне охолодження, є велика ймовірність появи шуги в воді і закупорки всієї лінії; доцільно рукава, необхідні для прокладки резервної лінії, утримувати в утепленому відсіку або кабіні пожежного автомобіля. При значному зменшенні витрати води в основній лінії здійснити прокладку резервної лінії і подачу в неї води; неприпустимо використовувати несправні рукави, незначні свищі і протікання сприяють утворенню полою на рукавах, що при розбиранні лінії може привести до руйнування рукавів.

Якщо рукав в лінії було пошкоджено, то необхідно провести його заміну. В першу чергу від'єднується рукавна головка зіпсованого рукава ближче до місця

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		64

пожежі. До цієї ділянки приєднується новий рукав. При всіх маніпуляціях ділянку лінії, що знаходиться під напором, повинен бути в стороні, щоб не замочити рукава. Після того як приєднаний новий рукав, дається команда на перекриття напірного патрубка (без зупинки насоса). Від'єднується друга рукавна головка пошкодженого рукава, на її місце приєднується голівка нового рукава, відкривається напірний патрубок насоса [67].

Не рекомендується зигзагоподібна прокладка рукавних ліній. Кожен вигин або залом є джерелом додаткових опорів, що призводить до посилення інтенсивності охолодження води для найбільш ефективного утеплення розгалужень, а також для підігріву води рекомендується виготовляти металеві кожухи за формою розгалуження з відведенням для паяльної лампи в тих випадках, коли уникнути обмерзання рукавних ліній неможливо, слід організувати підвезення гарячої води автоцистернами з заздалегідь визначених місць заправки. Підвозяться гарячу воду використовувати як для дозування в магістральну лінію, так і для відігрівання рукавної арматури.

Після закінчення робіт з гасіння пожежі підрозділам необхідно здійснити розбирання рукавних ліній, при цьому слід керуватися наступними рекомендаціями:прибирання рукавів робити відразу ж після закінчення гасіння пожежі, для прибирання задіяти максимально можливу кількість особового складу,якщо є достатня кількість особового складу, щоб одночасно роз'єднати кожен пару сполучних головок, то дається команда зупинки насоса і одночасно роз'єднуються всі рукава. Необхідно відразу ж злити з них воду і згорнути їх в одинарну скатку. Якщо особового складу для цього недостатньо, то при збиранні ліній подача води не припиняється. Прибирання проводиться з боку стовбура при зменшеному натиску; замерзлі рукави можна згортати в скатки. Якщо вони покриті всередині невеликим шаром льоду, то їх необхідно збирати "вісімкою". Якщо ж вода в рукавах замерзла повністю, то такі рукава транспортуються в найближчу пожежну частину в повну довжину. Підйом і прокладка рукавної лінії в сходовій клітці.

Якщо міжмаршева відстань в сходовій клітці більше розміру сполучних головок рукавів, то підйом рукавної лінії в сходовій клітці здійснюється за допомо-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		65

гою рятувальної мотузки так само, як і зовні будівлі.

Якщо міжклітинна відстань менше розміру сполучних головок рукавів, то при прокладанні рукавної лінії між маршами сходової клітки спочатку необхідно на першому поверсі розкочати один або кілька рукавів (в залежності від довжини рукавної лінії). Ствольщик зі стовбуром і рукавної затримкою бере один кінець рукава і, пропускаючи його між маршами сходової клітки, піднімається на заданий поверх. Потім він створює запас рукава, закріплює лінію рукавної затримкою, приєднує ствол, займає вихідну позицію і доповідає про готовність до роботи. Пожежний № 2 допомагає прокласти лінію, розмотуючи і розправляючи рукава, працює під ствольщиків.

При прокладанні рукавної лінії по маршах сходової клітки пожежний № 1 розгортає один, потім другий рукав, приєднує його до першого, бере в руки другий рукав у сполучної голівки і прокладає рукавну лінію по маршах на вказаний поверх. Рукавна лінія повинна бути прокладена ближче до стіни. Подальші дії такі ж, як зазначено вище. Пожежний № 2 допомагає прокласти лінію, розмотуючи і розправляючи рукава, працює підстволщиком. Підйом рукавної лінії щодо переносних і стаціонарних пожежних драбин.

Для підйому рукавної лінії по висувних трьохколінних сходах призначається розрахунок з двох пожежних, які побудовані в одну шеренгу в 10 м від встановленої висувної драбини; біля ніг лежить рукав, рукавна затримка і стовбур. За командою: "Ствол по висувній драбині - на дах (в вікно 3-го поверху) - марш!" пожежний № 1 прокладає рукав до сходів, приєднує до нього ствол, перекидає рукав із стволом через ліве плече, при цьому рукав, що йде вниз, пожежний пропускає між ніг або під правою рукою і піднімається вгору по сходах. Потім він переходить на дах (в вікно), створює необхідний запас рукава, закріплює рукавну лінію затримкою за карниз або іншу конструкцію будівлі і доповідає: "Ствол - готовий!". Пожежний № 2 утримує сходи при підйомі пожежного № 1.

Підйом рукавної лінії по стаціонарній пожежній драбині, штурмовій драбині і сходах-палиці здійснюється аналогічно, одним пожежним.

Прокладка рукавної лінії за допомогою автодрабини (автопідйомника).

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		66

При прокладанні рукавної лінії по автодрабині пожежний № 2 розгортає рукава і з'єднує їх на землі. Пожежний № 1 діє так само, як при підйомі рукавної лінії по стаціонарної або по переносній драбині.

При підйомі рукавної лінії за допомогою ліфта-люльки двоє (троє) пожежних з рукавами піднімаються на ньому на заданий поверх, розгортають там рукава, з'єднують їх між собою і спускають лінію вниз, залишивши один кінець у себе з запасом рукава для маневрування і закріпивши лінію рукавної затримкою. Кріплення вертикальної рукавної лінії, піднятою вище дев'ятого поверху, проводиться з розрахунку двох затримок на один рукав.

Прокладка рукавної лінії на висоту за допомогою колінчатого автопідйомника проводиться розрахунком з двох чоловік. Пожежний N ° 1 бере кінець рукава, ствол, закріплює рукав затримкою за огорожувальні конструкції кабіни колінчастого автопідйомника і піднімається в кабіні на задану висоту. Потім переходить на дах або в вікно, приєднує ствол до рукаву, створює запас рукава і доповідає про готовність. Пожежний № 2 знаходиться внизу, розгортає і з'єднує рукава між собою, підтягує рукавну лінію до місця її підйому і стежить, щоб підйом рукавної лінії був вільним. Рукавну лінію на автодрабині належить прокладати по середині і надійно закріплювати її рукавними затримками. Тиск води в лінії має підвищуватися або знижуватися поступово.

При низьких температурах слід рукавні розгалуження по можливості встановлювати всередині будівель, а при зовнішній установці утеплювати їх, з'єднувальні головки утеплювати подручними засобами, в тому числі снігом, замерзлі з'єднувальні головки, рукави в місцях перегинів і з'єднань слід відігрівати спеціальним пристроєм для розморожування рукавів, гарячою водою, парою або нагрітими газами (замерзлі з'єднувальні головки, розгалуження і стовбури в окремих випадках допускається відігрівати паяльними лампами та факелами).

При прокладанні рукавної лінії на місцевості, зараженої радіоактивними речовинами або хімічними отруйними речовинами, все працюючі повинні бути забезпечені необхідними засобами захисту та знати про допустимому часу перебування в даній місцевості. Наступ на вогонь здійснюється з навітряного боку. До

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		67

початку прокладки рукавної лінії на зараженій місцевості старший начальник зобов'язаний організувати дозиметричний контроль, визначити порядок санітарної обробки пожежних і виставити пост безпеки. Місце з наявністю РВ або ОВ позначається спеціальними вказівними знаками.

Прокладка рукавної лінії через водні перешкоди здійснюється вбхід волоком, з використанням плавучих засобів (човен, катер, пліт і т. д.) і рятувальної мотузки. Прокладання ліній через паркани необхідно проводити по похило поставленим до них сходах. Рукава від заломів на парканах і підвіконнях необхідно оберегати рукавними сідлами або підручним матеріалом. При прокладанні рукавів через шосейні дороги необхідно накладати на них рукавні містки, відстань між якими має бути рівним відстані між колесами автомобілів. Рукавна лінія прокладається перпендикулярно дорозі.

Через залізничні і трамвайні колії рукавні лінії прокладаються понад шляхів із зупинкою транспорту і під рейками, шляхом влаштування підкопів між шпалами. При цьому спочатку прокладається рукавна лінія поверх рейок, в яку подається вода. Одночасно з цим кілька пожежних роблять підкоп під рейками, прокладають під ними рукав для заміни рукава, прокладеного поверх рейок.

Нарощування рукавної лінії проводиться двома пожежними (пожежний № 1 працює зі стволем, пожежний № 2 - подстволицником) безпосередньо біля стовбура або на відстані одного - двох рукавів від стовбура. Наприклад, по команді: "Лінію 1-го стовбура одним рукавом - наростити!" пожежний № 2 біжить до пожежного автомобілю, бере скатку рукава, підносить її до позиції стовбура і розгортає паралельно діючої рукавної лінії. після команди "Воду - зупинити!" водій припиняє подачу води в лінію, пожежний № 1 від'єднує стовбур, приєднує його до принесеному рукаву і просувається вперед, змінюючи позицію стовбура. Пожежний № 2 приєднує рукав до діючої лінії, розправляє нарощений ділянку і доповідає; "Готово!". після команди: "Воду - Дати!" водій відновлює подачу води.

При нарощуванні рукавної лінії на два і більше рукава пожежний № 2 підносить скатки до місця нарощування і розгортає їх. В цей час водій припиняє подачу води або знижує тиск в лінії. Пожежний № 2 з'єднує принесені рукава між

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		68

собою, потім з'єднає їх з діючою лінією, розправляє рукава і доповідає про готовність. Пожежник № 1 змінює позицію стовбура. Подається команда водієві про подачу води.

Перенесення рукавної лінії. При необхідності зміни місця роботи ствольщика перенесення рукавної лінії проводиться за розпорядженням начальника або з ініціативи ствольщика, без зупинки або з зупинкою подачі води.

Для перенесення рукавних ліній без припинення подачі води призначається розрахунок з трьох пожежних на перший рукав і по два пожежних на кожний наступний. Пожежні переносять рукавну лінію на вказану відстань в руках або на плечах. При цьому ствол знаходиться в опущеному донизу положенні і перекритий сприском або краном.

Для перенесення рукавної лінії з припиненням подачі води призначається розрахунок з двох пожежних на перший рукав і по одному пожежному - на кожен наступний [68].

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		69

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВАРІАНТІВ ФЛЮОРИСЦЕНТНИХ ПОКРИТТІВ НА ПРОТИПОЖЕЖНЕ ОБЛАДНАННЯ

5.1. Критерії оцінки ефективності функціонування протипожежного за- хисту

Для ухвалення рішення про вигідність здійснення інвестиційного проекту, зокрема організаційного, чи технічного заходу, варто визначити його доцільність, як з погляду виробника (комерційна ефективність), так і з позиції національного господарства країни – суспільну ефективність. Глобальна економіка в якості показника ефекту (результату) господарської діяльності розглядає масу національного доходу, а в якості показника ефекту розвитку народного господарства – приріст національного доходу. По аналогії з цим на локальному рівні економіки (в галузях та ланках народного господарства) розглядають показники локального ефекту.

Показником ефекту функціонування протипожежного захисту є розмір відверненого збитку від пожежі ΔU . Економічну доцільність і загальну ефективність капітальних витрат на протипожежний захист можна розрахувати як:

$$Едц = U/\Phi_{по} \quad (5.1.)$$

$$Езе = \Delta U/ЕнК \quad (5.2.)$$

де $\Phi_{по}$ – середньорічна вартість основних фондів, що використовуються для цілей протипожежного захисту (витрати на існуючий протипожежний захист в народному господарстві);

U – розмір збитку від пожеж в році, що аналізується;

$К$ – капітальні витрати на протипожежний захист (заходи, що плануються до впровадження).

Очевидно, що як економічна доцільність, так і загальна економічна ефективність протипожежного захисту має місце при наступних значеннях показників:

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		70

$$У/Фпо > 1; \quad (5.3.)$$

$$\Delta У/ЕнК > 0,12 \quad (5.4.)$$

Комерційна ефективність відображає фінансові наслідки реалізації господарських рішень безпосередньо на підприємстві і визначається співвідношенням фінансових витрат і результатів, що забезпечують необхідну норму прибутковості. Суспільна (соціально-економічна) ефективність враховує витрати і результати, пов'язані з реалізацією проекту, які виходять за межу прямих фінансових інтересів учасників інвестиційного проекту.

Роботи, що виконуються пожежною в екстремальних умовах, належать до складних та небезпечних і проводяться цілодобово та не залежно від пори року. Але у реальних умовах основні небезпечні фактори пожежі, до яких слід віднести відкрите полум'я, теплове випромінювання та конвективне тепло, діють одночасно. Насамперед необхідно, щоб пожежні були не тільки професійно та психологічно підготовлені, але й екіпіровані надійними та ефективними засобами індивідуального захисту, термозахисні характеристики яких повинні бути науково обґрунтовані і досліджені з допомогою приладів і устаткування, що максимально наближають умови експериментів до реальних умов експлуатації. Все це потребує економічних витрат.

Розрахунок збитку будемо проводити за методикою, затвердженою Постановою Кабінету Міністрів України від 15.02.2002 №175 "Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру" [69].

Методику розроблено з метою визначення розмірів збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру (далі - НС), завданих здоров'ю людей та об'єктам національної економіки.

Усі збитки поділяються на види залежно від завданої фактичної шкоди, зокрема від:

- втрати життя та здоров'я населення (Нр);
- руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та
 - продукції (Мр);
- невироблення продукції внаслідок припинення виробництва (Мп);
- вилучення або порушення сільськогосподарських угідь (Рс/г);
 - втрат тваринництва (Мтв);
- втрати деревини та інших лісових ресурсів (Рл/г);
- втрат рибного господарства (Рр/г);

- знищення або погіршення якості рекреаційних зон (Ррек);
 - забруднення атмосферного повітря (Аф);
- забруднення поверхневих і підземних вод та джерел, внутрішніх
 - морських вод і територіального моря (Вф);
- забруднення земель несільськогосподарського призначення (Зф);
 - а також збитки, заподіяні природно-заповідному фонду (Рпзф).

Метою проведення даного розрахунку являє собою порівняння вартості втрати життя та здоров'я однієї людини.

5.2 Розрахунок збитків від втрати життя та здоров'я населення

Розмір збитків від втрати життя та здоров'я населення визначається за такою формулою:

$$H_p = \sum V_{trp} + \sum V_{dp} + \sum V_{vtg} \quad (5.5)$$

де:

$\sum V_{trp}$ - втрати від вибуття трудових ресурсів з виробництва;

$\sum V_{dp}$ - витрати на виплату допомоги на поховання;

$\sum V_{vtg}$ - витрати на виплату пенсій у разі втрати годувальника;

$$H_p = 47 + 1.8 = 48,8 \text{ тис.грн}$$

Втрати від вибуття трудових ресурсів з виробництва визначаються на підставі даних [69]

$$\sum V_{trp} = M_{лN} + M_{тN} + M_{iN} + M_{зN} \quad (5.6)$$

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		72

Мл - втрати від легкого нещасного випадку 0,28 тис. гривень;

Мт - втрати від важкого нещасного випадку 6,5 тис. гривень;

Мі - втрати від отримання людиною інвалідності 37 тис. гривень;

Мз - втрати від загибелі людини 47 тис. гривень;

N - кількість постраждалих від конкретного виду нещасного випадку.

Приймаємо положення з найгіршим випадком, що пожежний помирає, тому приймаємо

$$\sum \text{Втрр} = 47 \text{ тис. грн}$$

Витрати на виплату допомоги на поховання розраховуються на підставі даних [76] :

$$\sum \text{Вдп} = 12 \times \text{Мдп} \times \text{Nз} \quad (5.7)$$

де Мдп - 0,15* тис. гривень/людину - допомога на поховання (за даними органів соціального забезпечення);

Nз - кількість загиблих;

$$\sum \text{Вдп} = 12 \times 0,15 \times 1 = 1,8 \text{ тис. грн.}$$

Висновок: від втрати життя та здоров'я однією особи нараховуються збитки в розмірі 48,8 тис. грн.

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		73

Висновки

1. Проведено аналіз стану пожежної безпеки в Україні за 2019 рік. Встановлено, що низька видимість протипожежного обладнання є значною причиною травмування під час гасіння пожежі.
2. Аналіз механізмів нанесення флюорисцентних покриттів на протипожежне обладнання, дозволив встановити шляхи модифікації речовин. Світлоотражаючі та флюорисцентні суміші мають високу світлову здатність в темряві порівняно із звичайним покриттям.
- 3 Проаналізовані різні механізми приготування світлоотражаючих речовин. Світлимість речовин визначається шляхом визначенням світлового потоку, який в своєю чергою, залежить від методу й режиму приготування.
4. Проведено експериментальні дослідження флюорисцентних покриттів, та визначення світлових характеристик покриттів різного складу . При експериментальних дослідженнях використовувалися прилади для виміру світимості(Люксометрів)які дозволяють реалізувати точний вимір потоку світла.
5. Запропоновані шляхи використання флюорисцентних покриттів на пожежних рукавах за допомогою додаткового освітлення у відсіках пожежно-рятувальної техніки ,де зберігаються рукави.

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		74

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Сайт «Українській науково-дослідний інститут цивільного захисту»(УкрНДІЦЗ)[Електронний ресурс] <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html>

2. Безуглов О.Є. Пожежні рукава та рукавне обладнання:

Практичний посібник. / Укладачі: О.Є. Безуглов, О.М. Колонов –Х.: УЦЗУ,

2007. – 79 с.

3. Гуліда Е.М. Експериментальне дослідження технічних

параметрів вібраційного лафетного ствола / Е.М. Гуліда, І.О. Мовчан //

Пожежна безпека. - Львів: ЛПБ, 2005. - №7. – С. 66 – 73.

4. Дмитриченко А.С Исследование гидравлических характеристик

современных пожарных рукавов / А.С Дмитриченко, А.С. Ковеня,

В.И. Яковчук // Пожарная безопасность - 95: Тез. докл. XII Всерос.науч.практ. конф., Балашиха, 1-2 ноября 1995 г. / ВНИИПО МВД РФ - Москва, 1995 - С. 206-208

5. Дмитриченко А.С., Гидравлические параметры напорных

пожарных рукавов / А.С. Дмитриченко, В.И. Яковчук // Пожарная

безопасность: Тез. докл. II Межд. науч.-практ. конф., Минск 1997 г., / РНПЦ

ПБ -Минск, 1997. - С. 34-36.

6. Дмитриченко А.С., Экспериментальные исследования по

определению изменения диаметра и длины пожарных рукавов в зависимости

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		75

от внутреннего давления / А.С. Дмитриченко, В.И. Яковчук // Пожарная безопасность - история, состояние, перспективы: Тез. докл. XIV Межд. науч.-практ. конф. Балашиха, 2-3 июля 1997 г. / ВНИИПО МВД РФ - Москва, 1997. -С. 145-146

7. Експлуатація, ремонт та технічне обслуговування пожежних рукавів: Навчальний посібник./ Укладач С.С. Постемський – Вінниця: ВУПП, 2000. – 27 с.

8. Елфимова М.В. Актуальные проблемы обслуживания пожарных рукавов/ М.В. Елфимова, Г.Ф. Архипов // Проблемы управления рисками в техносфере. - 2011. № 3 (19). СПб.: Изд. УГПС МЧС России. - С. 35-40.

9. Елфимова М.В. Обслуживание пожарных рукавов / М.В. Елфимова // вестник Восточно-Сибирского института МВД России – 2010. Вып. № 3 (54) – С. 55-61

10. Коханенко В.Б. К вопросу надежности пожарных рукавов / В.Б. Коханенко, С.Ю. Назаренко, А.Н. Ларин, В.В. Ефименко // Вестник Кокшетауского технического института МЧС Республики Казахстан № 4 (12) – Кокшетау: КТИ МЧС РК, 2013. – С. 42-

11. Муляр Ю.І. Експериментальні дослідження довговічності рукавів високого тиску / Ю.І. Муляр, В.О. Глушич, Ж.П. Дусанюк, С.В. Дусанюк // Вибрации в технике и технологиях. 2002. - №2 - С. 34-3

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		76

12. Назаренко С.Ю. Исследование продольной жесткости

внутреннего резинового шара пожарных рукавов диаметром 77 мм /

С.Ю. Назаренко, Г.А. Чернобай // Сборник материалов X Международной

научно-практической конференции молодых ученых курсантов (студентов),

слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов) "Обеспечение

безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы" – Минск, КИИ

МЧС Республики Беларусь, 2016. – С. 150-152.

13. Адирович Э.И. Некоторые вопросы теории люминесценции кристаллов Э. И. Адирович – М. : Изд-во АН СССР, 1951. – 351 с

14. Антонов-Романовский В. В. Кинетика фотолюминесценции

кристаллофосфоров. / В. В. Антонов-Романовский. – М. : Наука, 1966. – 372с.

15. Гурвич А. М. Введение в физическую химию кристаллофосфоров /

А. М. Гурвич. М. : – Высш. шк., 1971. – 336 с.

16. Девярых Э. В. Люминесценция кристаллов и ее применение /

Э. В. Девярых, В. А. Горюнов, В. Я. Гришаев – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та,

2009. – 176 с.

17. Калашников, К.А. Защита строительных материалов от возгорания. М. : Изд-во Мин. ком. хоз. РСФСР, 1958 . – 43 с..

18. Романенков, И.Г. Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов / И.Г. Романенков, В.Н. Зигерн-Корн . – М. : Стройиздат, 1984 . – 240 с..

19. Бурмистров, Г.Н. Материалы для облицовки зданий . – М. : Стройиз-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		77

дат, 1988 . – 175 с.

20. Вогнезахисне оброблення будівельних матеріалів і конструкцій: Навч. посібник / А.С. Пушкаренко, О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський та ін. – Х. : НУЦЗУ ; "Міська друкарня", 2011 . – 176 с.

21. Кодолов, В.И. Горючесть и огнестойкость полимерных материалов. – М. : Химия, 1976 . – 160 с.

22.Скородумова О.Б. Керамічні, композиційні матеріали й вогнестійкі покриття на основі гібридних гелів / Скородумова О.Б., Тарахно О.В., Олійник Д.Ю., Гончаренко Я.М., Шуба І.В. – Х.: НУЦЗУ, 2017. - 102 с.

23. ДБН В.2.5.28-2006. Природне і штучне освітлення.

24.Г.М. Кнорринг. Осветительные установки. – Л.: Энергоиздат, 1981.– 288 с.

Лукин А.М., Божевольнов Е.А. О новом реактиве для люминесцентного определения галлия. Ж. аналит. химии,1960, т.15, У& I, с.43-48.

25. Божевольнов Е.А., Соловьев Е.А. Повышение чувствительности люминесцентных реакций на катионы с органическими реагентами при замораживании растворов. ДАН СССР, 1963, т.148, № I, с.335-337.

26. Лебедь Н.Б., Панталер Р.П. Флуоресцентное определение следов галлия в солях кадмия особой чистоты. Ж.аналит. химии, 1965, т.20, Ш I, с.59-61.

27. Божевольнов Е.А., Серебрякова Г.В., Монахова А.Г. Применение люминесцентного метода для анализа веществ особой чистоты. В сб.: Методы анализа хим. реактивов и препаратов. М.: Химия, 1969, в.16, с.ПО-171.

28. Imasaka Totaro, Harada Takeshi, Ishibashi Nobuhiko. Fluorimetric determination of gallium with lumogallion by flow injection analysis based on solvent extraction. - Anal. Chim. , acta, 1981, v.129, p.195-203.

					НУЦЗУ.2.18- 185.CX та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		78

29. Полуэктов Н.С., Киселева Н.К. О цветных реакциях солей галлия и индия с органическими реактивами. Ж. аналит. химии, 1958, т.13, № 5, с.555-561.
30. Назаренко В.А., Винковецкая С.Я. Новый метод флуориметрического определения галлия. Ж. аналит. химии, 1958, т.13, №. 3, с.327-331.
31. Назаренко В.А., Лям Нгок Тху, Драницкая Р.М. Исследование химизма реакции ионов многовалентных элементов с органическими реагентами. Сообщ. 4. Взаимодействие галлия с о,о*,п*-триоксиазосоединениями. Ж. аналит. химии, 1967, т.22, Ш 3, с.346-352.
32. Назаренко В.А., Винковецкая С.Я., Равицкая Р.В. Флуориметрическое определение следовых количеств галлия в полупроводниковом кремнии и цинке высокой чистоты. Укр.хим. ж., 1962, т.28, № 6, с.726-728.
33. Ахмедли М.К., Эфендиев Д.А., Рувинова В.И. Исследование реакции комплексообразования индия и галлия с люмомагнезоном люминесцентным методом. Азерб. хим. ж., 1972,3, с.146-151.
- 34 Драницкая Р.М. . Изучение взаимодействия реактивов группы
35. Ионы галлия и алюминия. Автореф. дис. канд. хим. наук. - Одесса, 1967, 18 с.
36. Драницкая Р.М., Назаренко В.А. Экстракцион-но-флуориметрическое определение галлия с помощью хлор-триоксиазобензола. Укр. хим. ж., 1968, т.34, № 2, с. 186-189.
37. Драницкая Р.М. Экстракционно-флуориметрическое определение галлия в морской воде. I. аналит. химии, 1967, т.22, № 14, с.636-637.
38. Коренман И.М., Шеянова Ф.Р., Куншин С.Д. Цветные и флуоресцентные реакции на галлий. Ж. аналит. химии, 1960, т.15, Ш I, с.36-42.
39. Щербов Д.П., Иванкова А.И. Сравнительное изучение фотометрических ме-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		79

тодов определения галлия. Зав. лаб., 1958, т.24, № 6, с.667-674.

40. Чернова Р.К., Белолищева Г.М. Изучение некоторых 0,0*-оксиазосоединений как люминесцентных реагентов на галлий.- В сб.: Органические реактивы в анализе. Саратов: Сара-товск. ун-т, 1975, вып.1(3), с.32-39

41. Watanabe Kunihiro . Флуориметрическое определение галлия тс помощью 2,2 -дигидрокси-4,4 -диметилазобензрла в смешанном растворителе. Бунсэки кагаку, Bunseki Kagaku, 1983, т.32, № II, с.698-701.-Цит. по РЖ Химия, 1984, 8Г115.

42. Dagnall R.M., Smith R., West T.S. Spectrofluorescence of aluminium and gallium with salicylidene-o-amino-phenol. Chem. and Ind., 1965, v.J4, p.1499-1500.

43. Ташходжаев А.Т., Зельцер Л.Е., Сабирова Т.Ш., Талипов Ш.Т. Исследование люминесцентных реакций бериллия и галлия с азометиновым соединением резорцилаль-цистеином. -Узб. хим. ж., 1975, № 6, с.9-10.

44. Ташходжаев А.Т., Андрушко Г.С., Шакирова П. Флуориметрическое определение галлия с резорцилаль-о-аминофенолом.- Научн. тр. Ташкент, укта, 1974, в.462, с.81-83.

45. Талипов Ш.Т., Ташходжаев А.Т., Зельцер Л.Е., Хикматов Х. Флуоресцентная реакция галлия с салицилаль-4-аминоанти-пирином. Изв. высш. учеб. заведений. Химия и хим.тех-нол., 1972, т.15, Ш 7, С.П09-П10.

46. Ташходжаев А.Т., Зельцер Л.Е., Талипов Ш.Т., Хикматов Х. Исследование люминесцентной реакции комплексообразования азометина резорцилаль-4-аминоантипирина с галлием.-S. Всесоюз. хим. об-ва им. Д.И.Менделеева, 1976, т.21,1. I, с.114-115.

47. Пилипенко А.Т., Лисиченок С.Л., Волкова А.И., Демченко В.Я. Азометины на основе 4-аминоантипирина как флуоресцентные реагенты на галлий. Укр. хим. ж., 1977, т. 43, № 5, с.534-536.

48. Кондратенко Б.М. Сравнительное изучение семи- и тиосеми-карбазонов са-

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		80

лицилового альдегида и их замещенных для люминесцентного определения галлия. Автореф. дисс. канд. хим. наук, Л., 1981, 19 с.

49. Kato Harumi, Van Norikazu, Kawai Satoshi, Ohno Takeo. Флуориметрическое определение галлия с тиосемикарбазо-ном 2-окси-1-нафталальдегида. Бунсэки кагаку, Jap.Anal., 1971, т.20, № 10, с.1315-1318. - Цит.по РЖ Химия, 1972, 8Г85.

50. Наказ 30.01.2012 № 81 «Про затвердження Положення про службу охорони праці МНС України»

51. Заутер Г., Линдемманн М., Шперлинг А., Оно О. Фотометрия светодиодов // Светотехника. 2004. № 3.

52. Никифоров С. Измерительная лаборатория для комплексного исследования характеристик светодиодов, применяемых в системах отображения информации // Компоненты и технологии. 2007. № 7.

53. Круглов О. В., Кузьмин В. Н., Томский К. А. Измерение светового потока светодиодов // Светотехника. 2009. № 3.

54. Сапожников Р. А. Теоретическая фотометрия. Л.: Энергия. 1977.

55. Гуревич М. М. Фотометрия (теория, методы и приборы). Л.: Энергоатомиздат. 1983.

56. Корж В. М. Нанесення покриття: Навчальний посібник / За редакцією академіка НАН України К. А. Юценка./ В.М. Корж, В.Д. Кузнецов, Ю.С. Борисов, К.А. Ющенко – К. : Арістей, 2005. – 204 с.

57. Корж В.М. Технологія та обладнання для напилення: навчальний посібник. – К. : НМЦВО, 2000. – 152 с.

58. Кузнецов В. Д. Фізико-хімічні основи створення покриттів: навч. посібник./ Кузнецов В.Д., Пащенко В.М. – К.: НМЦВО, 1999. – 176 с.

59. Кузнецов В. Д. Фізико-хімічні основи інженерії поверхні: навч. посібник./

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		81

Кузнецов В. Д., Пащенко В. М., Ющенко К. А., Борисов Ю. С. – К.:ВПОЛ, 2005. – 372 с.

60. Кудинов В. В., Пекшев П. Ю., Белащенко В. Е. й др. Нанесение покрытий плазмой. — М. : Наука, 1990. – 408 с.

61. Кулик А. Я., Борисов Ю. С., Мнухин А. С., Никитин М. Д. Газотермическое напыление композиционных порошков / А.Я. Кулик, Ю.С. Борисов, А.С. Мнухин, М.Д. Никитин – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. – 199 с.

62. Закон України «Про охорону праці» (від 21.11.2002.)

63. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. – К., 2002.

64. Пістун І.П. Безпека життєдіяльності. – Суми, 2000.

65. Бедрій Я. І., Геврик Є. О., Кіт І. Я., Мурін О. С., Єнкало В. М. Охорона праці. — Л., 2000.

66. Гончарова Г.С. Охорона праці. — Х., 1994.

67. Наказ 30.01.2012 № 81 «Про затвердження Положення про службу охорони праці МНС України»

68. Наказ МНС України № 312 від 07 травня 2007 «Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України»

69. Кабінет Міністрів України від 15.02.2002 №175 "Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру"

					НУЦЗУ.2.18- 185.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		82