

*В.Г. Борисенко, к.ф.-м.н., доцент, доц. каф.; Л.А. Андрющенко, к.т.н., с.н.с.; О.М. Кудін, д.т.н., с.н.с., доц. каф.; М.М. Горонескуль, аспірант, викл. каф.; Д.С. Сильченко, курсант.  
Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна*

## **ВПЛИВ МІКРОВОЛАСТОНИТУ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛІКОНОВИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ПОКРИТТІВ**

В умовах надзвичайної ситуації для безпечної евакуації людей з будівель, споруд, транспортних засобів при аварійному відключенні електричного освітлення або інших екстремальних умовах, а також для забезпечення процесу ліквідації наслідків надзвичайної ситуації застосовуються люмінесцентні евакуаційні системи [1]. Вони складаються з великої кількості елементів, які виготовлені з флуоресцентних або фосфоресцентних матеріалів і розташовані у різних місцях відповідно до певних вимог пожежної безпеки. Особливістю фосфоресцентних евакуаційних знаків є те, що вони випромінюють світло не тільки під час їх освітлення природним або штучним світлом, але й продовжують світитися після припинення збудження.

В патенті [2] було запропоновано технічне рішення, призначене для створення евакуаційних знаків на основі двошарового захисного покриття, що складається з відбиваючого та люмінесцентного шарів. Верхній фосфоресцентний шар містить люмінофор  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}, \text{Dy}$  із тривалим післясвіченням, а нижній відбиваючий шар містить оксид алюмінію та галуазит.

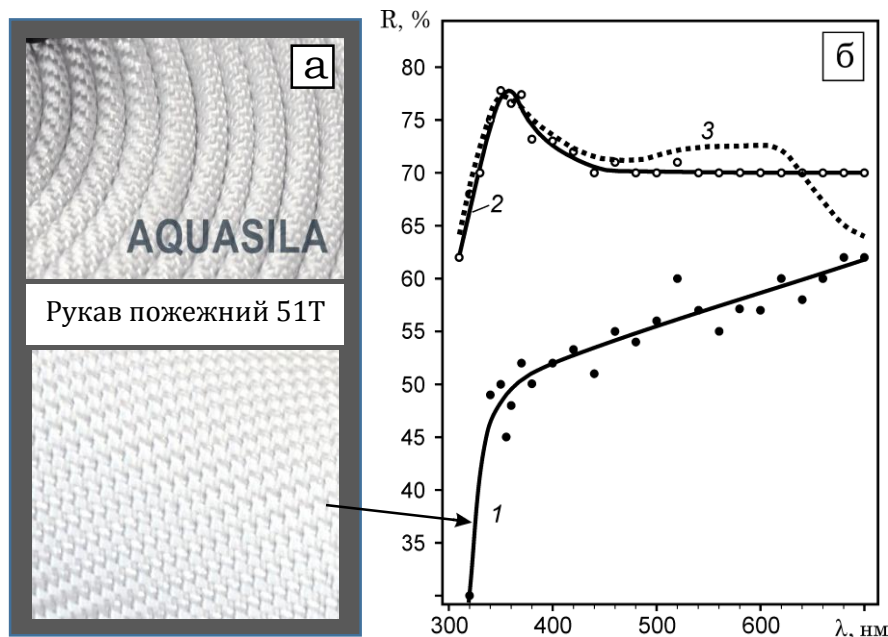
В даному повідомленні розглядається нова композиція, що відрізняється від раніше запропонованого технічного рішення [2] тим, що нижній шар замість двох компонентів –  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (відбивач) та галуазиту (промоутер адгезії) – вміщує один наповнювач, а саме мікроволластоніт. Волластонітом називається природний мінерал – силікат кальцію з хімічною формулою  $\text{CaSiO}_3$ . Мікроволластоніт має голчасту структуру, при розколванні мікрокристалів утворюються зерна голчастої форми. Він не розчиняється у воді та органічних розчинниках, але взаємодіє з соляною кислотою. Голчаста форма зерна волластоніту визначає основний напрямок його використання як армуючого наповнювача. Але в деяких галузях промисловості має значення і хімічний склад волластоніту. Відомо, що у виробництві лакофарбових матеріалів цей наповнювач сприяє збільшенню зносостійкості та атмосферостійкості покриттів, має виражену структуруючу дію на розподіл інгредієнтів в композиції. Важливо також відзначити, що мікроволластоніт суттєво збільшує адгезію покриття до підкладки, надає покриттю підвищену яскравість за рахунок високого коефіцієнта білизни.

Перелічені властивості мікроволластоніту є його безумовними перевагами, які у більшості схожі з властивостями галуазиту. Останній наповнювач вводиться у склад покриттів у вигляді нанотрубок (HNT – halloysite nanotubes) з аналогічними цілями. Однак мікроволластоніт є більш доступним і має значно меншу ціну. Вважаючи на ці обставини метою даної роботи була розробка люмінесцентного покриття, яке не поступається аналогам [3, 4] за технічними характеристиками, містить меншу кількість інгредієнтів, є менш коштовним, а спосіб нанесення такого покриття є більш простим.

В доповіді наведено результати досліджень впливу компонентного складу та способів отримання фосфоресцентних покриттів на експлуатаційні характеристики та вогнестійкість евакуаційних знакових систем, а також сигнальних елементів захисного одягу пожежних-рятувальників. Розроблено спосіб отримання люмінесцентного покриття на підкладці з арамідної тканини (сірого кольору), який передбачає почергове нанесення спочатку відбиваючого а потім люмінесцентного шару. Композиція містить в якості зв'язуючого силіконовий еластомер Sylgard-184 для обох шарів, порошок алюмінату стронцію в якості люмінофора у складі верхнього шару, і наповнювач мікроволластоніт у нижньому шарі.

На рисунку проведено порівняння відбиваючих властивостей типового відбивача  $\text{Al}_2\text{O}_3$  і мікроволластоніту. Обидва порошки було нанесено на тканий каркас з поліефірних

ниток білого кольору (тканий каркас пожежного напірного рукава типу 51Т). Крива 1 представляє коефіцієнт рефракції ( $R$ , %) для тканого каркасу без покриття, крива 2 – у разі нанесення відбивача  $Al_2O_3$ , а крива 3 – мікровололастоніту.



**Рис.1 – Зовнішній вигляд каркасу пожежного напірного рукава (а), спектри відбиття його поверхні (б) без захисного покриття (1) і теж саме при наявності відбиваючого покриття з наповнювачем  $Al_2O_3$  (2) та мікровололастонітом (3)**

Видно, що запропонований наповнювач – мікровололастоніт – не поступається за значеннями коефіцієнту рефракції відомому відбивачу  $Al_2O_3$ . Цей результат на перший погляд здається досить несподіваним, оскільки вважається, що оксид алюмінію є одним з найкращих відбивачів. На наш погляд ця обставина задовільно пояснюється тим фактом, що матеріал мікровололастоніт має дуже високу покриваність.

Таким чином запропонована композиція для евакуаційних знакових систем або сигнальних елементів захисного одягу пожежних-рятувальників складається з чотирьох інгредієнтів; еластомеру Sylgard-184 (компонент А – полімерна основа, компонент Б – отверджувач); люмінофора червоного  $SrAl_2O_4:Eu,Dy$  з розміром частинок 50 - 60 мкм, та наповнювача мікровололастоніту голчастої структури.

Нанесення двохшарового покриття здійснюється наступним чином. Спочатку готують композицію для відбиваючого шару. У скляний стакан зважують 100 г компонента А компаунда Sylgard-184 і 11 г мікровололастоніту і перемішують склад на магнітній мішалці протягом 60 хвилин. В отриману суміш додають 10 г компонента Б еластомеру Sylgard-184. Після ретельного перемішування складу протягом 5 хвилин отримують композицію з життєздатністю 2,2 години. Перший шар наносять на підкладку пензликком і вирівнюють шпателем. Проводять отвердження відбиваючого шару при кімнатній температурі протягом 48 годин.

Далі на підкладку поверх першого шару наносять фосфоресцентний прошарок, який готують наступним чином. У скляний бюкс наливають 100 г компонента А еластомеру Sylgard-184, додають 33 г люмінофору «червоного»  $SrAl_2O_4:Eu,Dy$  з розміром частинок 30 мкм і перемішують за допомогою магнітної мішалки протягом 10 хв. В отриману суміш вводять 10,0 г отверджувача Sylgard-184. Після перемішування протягом 5 хв отримують склад із життєздатністю 2,2 години, який наносять зверху відбиваючого шару. Отвердження люмінесцентного покриття проводять при температурі  $150^{\circ}C$  протягом 10 хвилин. Отримане покриття має інтенсивну червону фосфоресценцію після нетривалої експозиції на денному світлі.

У разі нанесення люмінесцентного покриття на підкладку білого кольору, наприклад як це показано на рисунку, достатньо нанести лише один люмінесцентний шар. У цьому разі відбивач світла не потрібен і мікроволластоніт слугує лише промоутором адгезії, а одношарове покриття складається з наступних інгредієнтів (г):

Sylgard-184 компонент А	100
Sylgard-184 компонент Б	10
люмінофор $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu,Dy}$	33
Мікроволластоніт	6.

Показано, що введення до складу композиції МВ-03-97 голчастої форми забезпечує можливість отримання одношарового покриття з підвищеними фізико-механічними властивостями при збереженні тривалості післясвічення. Розроблений спосіб отримання покриття забезпечує екологічну безпеку та зниження вартості його отримання.

Таким чином, результати доповіді можна сформулювати наступним чином:

- на основі аналізу патентної інформації обґрунтовано вибір компонентного складу відбиваючого шару та можливість заміни галуазиту на мікроволластоніт;
- показано, що введення люмінофору  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu,Dy}$  в склад люмінесцентного шару надає покриттю інтенсивну фосфоресценцію у червоній області спектру;
- показано, що введення мікроволластоніту до складу відбиваючого шару або люмінесцентного шару забезпечує надійне зчеплення цих шарів з тканинною підкладкою; підвищує її фото- і термостабільність; запобігає деградації механічних характеристик під час експлуатації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Л.А. Андрющенко, В.Г. Борисенко, М.М. Горонескуль, О.М. Кудін. Евакуаційні знаки з люмінесцентними покриттями на основі еластомеру SYLGARD-184 // Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. 2021. т. 5, № 2, С. 5-18.
2. Патент 147605 UA «Спосіб нанесення люмінесцентного покриття». М.М. Горонескуль, Л.А. Андрющенко, О.М. Кудін, Ю.В. Луценко, В.Г. Борисенко, І.О. Барабаш. Заявка u202007407 заяв. 20.11.2020. Опуб. 26.05.2021, бюл. № 21.
3. Skorodumova, O.; Tarakhno, O.; Chebotaryova, O.; Hapon, Y.; Emen, F.M. Formation of Fire Retardant Properties in Elastic Silica Coatings for Textile Materials // Problems of Emergency Situations: Materials and Technologies. 2020, p. 25–31.
4. A.L.Shpilinskaya; A.M.Kudin; L.A.Andryushchenko; A.V.Didenko; O.V.Zelenska. A protective hydrophobic coating for CsI(Tl) crystal // *Instr. Exp. Technique*. 2020, vol. 63(1), P.30-33.

*V.G. Borisenko, PhD, associate professor, docent; L.A. Andryushchenko, PhD, senior researcher; A.M. Kudin, Dr.Sci., senior researcher, docent; M.M. Goroneskul, aspirant, teacher; D.S. Silchenko, cadet; National University for Civil Defence of Ukraine*

#### **INFLUENCE OF MICROWOLLASTONITE ON THE FIRE RESISTANCE AND OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF SILICONE LUMINESCENT COATING**

**Abstract.** To create luminescent evacuation signs, a two-layer protective coating is proposed, in which instead of two ingredients of reflective layer ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  and halloysite), only one filler (microwollastonite) can be used. It is shown that its use allows to increase the physical and mechanical properties of the coating while maintaining a high intensity and duration of afterglow. For substrate of white colour it is possible to apply only a single-layer coating. The developed technique of coating application ensures environmental safety and reduces the cost of obtaining it.