

## **ВИСНОВОК**

**Про наукову новизну, теоретичне і практичне значення  
результатів дисертації Чеботарьової Олени Миколаївни на тему  
«Вогнестійкі покриття по текстильних матеріалах на основі гібридних  
гелів SiO<sub>2</sub>», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 261 Пожежна безпека  
в галузі знань 26 Цивільна безпека**

**1. Обґрунтування вибору теми дослідження та її зв'язок із  
планами наукових робіт університету.**

**Актуальність теми.** Текстильні матеріали дуже широко використовуються у всіх галузях промисловості та побуті як оздоблювальні та оббивні матеріали. Водночас вони дуже легко загоряються з великим екзотермічним ефектом, створюючи умови для швидкого розповсюдження горіння під час пожежі. Особливо небезпечно це в місцях великого скупчення людей. Тому останнім часом науковці всього світу активно працюють над розробленням методів зниження теплового ефекту під час пожежі за рахунок запобігання горіння легкозаймистих матеріалів, у тому числі, текстильних. Роботи, присвячені підвищенню вогнестійкості текстильних матеріалів, розвиваються за двома основними напрямками: хімічна модифікація волокон ниток тканини, зазвичай, синтетичних, та нанесення вогнестійких покриттів по тканинах. Перший напрямок реалізується під час виготовлення на виробництві синтетичних волокон – основи для створення ниток тканини.

Другий напрямок базується на здобутках наукової діяльності науковців всього світу стосовно створення нових складів захисних композицій, антипіренів нового покоління, а також комбінації методів нанесення покриттів та технологій створення вогнезахисних композицій.

Питанням розробки комбінованого підходу до вирішення проблеми підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів займаються

А. Хоррокс, Дж. Алонжі, Г.Ченг, Д. Бранкателлі, О. Тарахно та інші вчені Німеччині, Сполучених Штатів Америки, Італії, Іспанії, Китаю. В роботах цих вчених було запропоновано новий підхід до створення сучасних антипіренів нового покоління, нові методи формування та нанесення покриття на основі кремнійорганічних речовин різної просторової будови. Зазвичай розроблені методи та склади вогнезахисних композицій складні у виготовленні, мають попередній етап створення складної за технологією та будовою антипіренової складової. Великою проблемою є також негативний вплив антипіренів та продуктів їх розкладання під час утилізації просочених текстильних матеріалів на екологічний стан навколишнього середовища.

В роботах О. Тарахно значно спрощено технологію нанесення та закріплення покриття по текстильних матеріалах, запропоновано та пояснено механізм формування гелевого покриття на основі етилсилікату, але все ж таки покриття доволі дорогі. Отже, дослідження спрямовані на розробку нової простої та дешевшої технології вогнезахисних кремнеземистих покриттів з використанням безпечних та простих за будовою антипіренів є актуальною науково-прикладною задачею.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.** Робота виконувалась у рамках науково-дослідної роботи № 0122U000018 "Розробка технології вогнестійких покриттів по текстильних матеріалах на основі гібридних гелів SiO<sub>2</sub>".

**Метою роботи** є розробка вогнезахисних покриттів по текстильних матеріалах на основі гібридних гелів SiO<sub>2</sub>.

Для досягнення поставленої мети розв'язано наступні **задачі**:

- проаналізувати сучасний стан проблеми підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів;
- розробити технологічні особливості одержання стійких вогнезахисних золів SiO<sub>2</sub> на основі рідкого скла;

– розробити склади вогнестійких еластичних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах;

– провести оптимізацію складів вогнезахисної композиції та розробити рекомендації щодо її практичного використання.

**Об'єктом дослідження** є процес вогнезахисту текстильних матеріалів покриттями на основі гібридних гелів  $\text{SiO}_2$ .

**Предмет дослідження** – вогнезахисні властивості покриттів на основі гібридних гелів  $\text{SiO}_2$  по текстильних матеріалах.

**Методи дослідження.** Досягнення поставленої мети та завдань досліджень виконувалися з використанням теоретичних та стандартних методів досліджень. Оптимізацію фазового складу вогнезахисного покриття виконано за допомогою математичного планування експерименту, достовірність результатів підтверджено статистичною обробкою з використанням комп'ютерного програмного забезпечення.

## **2. Наукові положення, розроблені особисто дисертанткою, та їх новизна.**

1. Вперше розроблено технологічні особливості одержання вогнезахисних стійких золь  $\text{SiO}_2$  за рахунок утворення буферного розчину під час перебігу хімічної обмінної реакції силікату натрію з оцтовою кислотою, що дозволило стабілізувати продукт реакції – золь кремнекислоти та підвищити вогнезахисну дію розроблених композицій низької концентрації на його основі (4–8 %  $\text{SiO}_2$ ).

2. Вперше розроблено та оптимізовано склад вогнезахисних покриттів по текстильних матеріалах в системі золь  $\text{SiO}_2$  – діамоній гідрофосфат – карбамід за рахунок утворення ковалентних зв'язків покриття з поверхнею волокон ниток тканини, який відрізняється тим, що під дією води відбувається додаткове зміцнення покриття, що дозволяє підвищити вогнезахисні та експлуатаційні властивості.

3. Подальшого розвитку отримали методи нанесення вогнезахисних покриттів, які за рахунок наявності двох зон оптимуму у співвідношенні концентрацій антипіренів дозволяють в залежності від хімічного складу та щільності тканини змінювати не тільки концентрацію золю  $\text{SiO}_2$ , але й співвідношення антипіренів, що дозволяє обробляти тканини різного призначення.

**3. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків рекомендацій, які захищаються,** не викликають сумнівів, оскільки ґрунтуються на застосуванні комплексного підходу до поставлених задач з використанням сучасних фізико-хімічних методів аналізу. Про достовірність отриманих результатів свідчить їх взаємна узгодженість.

#### **4. Практичне значення одержаних результатів.**

Розроблено просту та дешеву технологію отримання кремнеземистих вогнезахисних покриттів на основі рідкого скла для коттонвмісних текстильних матеріалів різного типу, щільності та товщини. Показано, що в інтервалі концентрацій золів  $\text{SiO}_2$  (4–16 %) можливо отримувати стабільні золі кремнекислоти, які утворюють покриття на поверхні кожного волоконця ниток тканини, запобігаючи доступу кисню під час дії вогню. Просочені оббивні тканини стійкі до дії джерел запалювання низької потужності (сірники, сигарети), а також не загоряються у разі контакту з полум'ям, що зменшить пожежну небезпеку в місцях великого скупчення людей. За рахунок надійного захисту від доступу кисню під час дії полум'я тканини піддаються піролізу, не порушуючи цілісності покриття, тому після дії полум'я зберігається еластичність покриття.

Розроблені вогнезахисні покриття можна наносити на захисні костюми для підвищення безпеки роботи пожежних, а також для подовження експлуатаційного строку протипожежного полотна.

Результати дисертаційної роботи (а саме експериментальний зразок протипожежного полотна ПП-2 розміром 1,5x2 м з максимальною температурою експлуатації до 600 °С протягом 420 с) впроваджено у

комплектацію пожежно-рятувального автомобіля в якості первинного засобу пожежогасіння в підрозділах ДСНС у Закарпатській області (акт впровадження від 14.06.2023 р).

Склад, технологічний регламент одержання розроблених вогнезахисних кремнеземистих покриттів та лабораторна установка для проведення вогневих випробувань вогнезахисних покриттів впроваджено у навчальному процесі Національного університету цивільного захисту України при вивченні дисципліни «Технологія вогнестійких захисних покриттів» освітньо-професійної програми «Радіаційний та хімічний захист» для підготовки здобувачів вищої освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» (акт впровадження від 23.05.2023 р).

#### **5. Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувачки в публікації.**

**Особистий внесок здобувача.** Отримані результати дослідження висвітлено у наукових публікаціях у співавторстві, де особистий внесок дисертантки полягає у плануванні та проведенні експериментальних досліджень, узагальненні отриманих результатів, а також розробці лабораторної установки для проведення вогневих досліджень розроблених вогнезахисних покриттів.

**Результати** перевірки тексту дисертації з використанням антиплагіатної системи UNICHECK показав на 3,35 % схожості з джерелами з Інтернету. Робота відповідає принципам академічної доброчесності.

**Публікації.** Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 27 наукових працях, у тому числі: 7 статтях у фахових виданнях України, 4 статтях у наукових журналах країн Євросоюзу, що входять до бази даних Scopus, 13 тезах доповідей. Технічну новизну підтверджено 1 патентом на корисну модель.

Результати дисертації повною мірою викладені в зазначених публікаціях.

***Статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз:***

1. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Тополь М. Є. Технологічні особливості одержання бінарних захисних покриттів по тканинах в системі золь  $\text{SiO}_2$  – антипірени. Проблеми пожежної безпеки. Збірник наукових праць. Харків, 2019. Вип. 46 С. 179–186. (Включено до міжнародних наукометричних баз Ulrich's Periodicals Directory, Academic Research Index – ResearchBib)

<https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-ppb/ppb46/Skorodumova.pdf>

2. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Скрипник М. С. Використання кремнійорганічної сировини технічного рівня чистоти для одержання бінарних захисних покриттів по тканинах в системі золь  $\text{SiO}_2$  – антипірени. Проблеми пожежної безпеки. Збірник наукових праць. Харків, 2020. Вип. 47. С. 112–119. (Включено до міжнародних наукометричних баз Ulrich's Periodicals Directory, Academic Research Index – ResearchBib)

<https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-ppb/ppb47/17.pdf>

3. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Атаманенко М. О., Переверзева О. М., Волощук А. Д. Одержання еластичних вогнестійких покриттів по текстильних матеріалах на основі розчинів рідкого скла. Проблеми пожежної безпеки. Збірник наукових праць. Харків, 2020. Вип. 48 С. 172-179. (Включено до міжнародних наукометричних баз Ulrich's Periodicals Directory, Academic Research Index – ResearchBib). <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-ppb/ppb48/24.pdf>

4. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., Шаршанов А. Я., **Чеботарьова О. М.**, Гапон Ю. К., Бажанова К. В. Дослідження впливу антипіренів на властивості вогнезахисних покриттів по текстильних матеріалах. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків, 2021. №2(34). С.244-254.

<https://doi.org/10.52363/2524-0226-2021-34-18>

5. Skorodumova O., Tarakhno O., **Chebotareva O.**, Bajanova K.. Silicon protective coatings for textile materials based on liquid glass. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків, 2022. №1(35). С.109-119.

<https://doi.org/10.52363/2524-0226-2022-35-8>

6. Skorodumova O., Tarakhno O., **Chebotareva O.**, Harbuz S., Radchenko H. Study of water resistance of silica protective coatings based on liquid glass. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків, 2022. № 2(36). С.185-194. <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2022-36-15>

7. Skorodumova O., **Chebotareva O.**, Sharshanov A., Chernukha A.. Selection of precursors of safe silica-based fireproof coatings for textile materials. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків, 2023. № 1(37). С.192-202. <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2023-37-14>

*Статті у наукових журналах країн Євросоюзу, що входить до бази даних Scopus:*

8. Skorodumova O., Tarakhno O., **Chebotaryova O.**, Hapon Y., & Emen, F. M. (2020). Formation of Fire Retardant Properties in Elastic Silica Coatings for Textile Materials. Materials Science Forum, 1006, 25–31. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1006.25>

9. Skorodumova O., Tarakhno O., **Chebotaryova O.**, Bezuglov O., & Emen F. M. (2021). The Use of Sol-Gel Method for Obtaining Fire-Resistant Elastic Coatings on Cotton Fabrics. In Materials Science Forum (Vol. 1038, pp. 468–479). Trans Tech Publications, Ltd.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1038.468>

10. Skorodumova O., Tarakhno O., & **Chebotaryova O.** (2022). Improving the Fire-Retardant Properties of Cotton-Containing Textile Materials

Through the Use of Organo-Inorganic SiO<sub>2</sub> Sols. In Key Engineering Materials (Vol. 927, pp. 63–68). Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/p-jbv49r>

11. Skorodumova O., Sharshanov A., **Chebotaryova O.**, Kurepin V., & Sotiriadis, K. (2023). Fire-Resistant Coatings, Obtained by Layer-by-Layer Assembly, in the System of Silicic Acid Gel – Diammonium Hydrogen Phosphate – Urea. In Key Engineering Materials (Vol. 954, pp. 157–165). Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/p-s5rvla>

***Патенти:***

12. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Тополь М. Э., Виноградов С. Ф., Калиновський А. Я. Захисний одяг пожежного: патент на корисну модель UA 146169 Україна: МПК А41D 13/00, А41D 13/005, А41D 13/01, А41D 13/02 № u 2020 06148; заявл. 22.09.2020; опубл. 20.01.2021, Бюл. №3.

***Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:***

13. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Гапон Ю. К. Формування вогнезахисних властивостей в кремнеземистих покриттях по текстильних матеріалах. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій». Харків, 2020. С. 303–305.

14. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.** Вивчення технологічних особливостей одержання еластичних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах. Тези доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. MicroCAD–2020». Харків: НТУ «ХП», 2020. Ч.2. С. 276.

15. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Скрипник М. С. Використання золь – гель процесу для підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів. Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні



ситуації: безпека та захист». Черкаси:ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2020. С. 217.

16. **Чеботарьова О. М.**, Скородумова О. Б. Кремнеземисті покриття по текстильних матеріалах на основі рідкого скла. Матеріали міжнародної НПК молодих учених НУЦЗУ, Харків:НУЦЗУ, 2021. С.423.

17. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Скрипник М. С. Еластичні вогнестійкі покриття по текстильних матеріалах на основі розчинів рідкого скла. Тези доповідей ХХІХ міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2021. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. Харків:НТУ «ХПІ», 2021. Ч. II. С.245.

18. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Безуглов О. Є. Фізико-хімічні особливості закріплення захисного кремнеземистого покриття на волокнах бавовняної тканини. Міжнародна науково-практична конференція «Problems of Emergency Situations». Харків: НУЦЗУ, 2021. С.206–207.

19. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Савельєв Д. І. Дослідження процесів газоутворення в текстильних матеріалах, просочених бінарними композиціями системи етилсилікат – антипірен. Міжнародна науково-практична конференція «Problems of Emergency Situations». Харків: НУЦЗУ, 2021. С.208–209.

20. Скородумова О. Б. Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Mashkov O. M. Органо-неорганічні золі  $\text{SiO}_2$  для підвищення вогнезахисних властивостей катонвмісних текстильних матеріалів. Міжнародна науково-практична конференція "Problems of Emergency Situations". Харків:НУЦЗУ, 2022. С.150–151.

21. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.** Одержання вогнезахисних покриттів на основі золів рідкого скла. Матеріали ХІІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. С. 190–191.

22. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Бабаєв А. М., Радченко Г. М. Дослідження впливу складу вогнезахисної композиції на водостійкість захисних покриттів по текстильних матеріалах. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Проблеми техногенно-екологічної безпеки в сфері цивільного захисту". Харків:НУЦЗУ, 2022. С.238–241.

23. Скородумова О. Б., Шаршанов А. Я., **Чеботарьова О. М.**, Курепін В. М., Mashkov V. M Оптимізація складів вогнезахисних композицій для текстильних матеріалів в системі гель кремнекислоти– $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ – $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ . Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Problems of Emergency Situations". Харків:НУЦЗУ, 2023. С.334–335.

24. Скородумова О. Б., Тарахно О. В., **Чеботарьова О. М.**, Радченко Г. М. Дослідження впливу складу вогнезахисної композиції на вогнезахисні властивості кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах. Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням. Матеріали круглого столу. Харків:НУЦЗУ, 2023. С.40–41.

25. Скородумова О. Б., Шаршанов А. Я., **Чеботарьова О. М.** Дослідження оптимального складу вогнезахисної композиції кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах. Матеріали круглого столу (вебінару) «Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків». Харків:НУЦЗУ, 2023. С.236–237.

#### **6. Апробація матеріалів дисертації.**

Основні наукові результати дисертаційного дослідження доповідалися на: науково-практичному семінарі «Запобігання надзвичайним ситуаціям і їх ліквідація» (м. Харків, 2019 р.), ХХVІІІ міжнародній науково–практичній конференції «MicroCAD» (м. Харків, 2020, 2021 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» (м. Харків, 2020–2023 р.), Всеукраїнській

науково–практичній конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист». (м. Черкаси, 2020, 2022р.), міжнародної науково-практичної конференції молодих учених НУЦЗУ (м. Харків, 2021р), Всеукраїнської науково-практичної конференції "Проблеми техногенно-екологічної безпеки в сфері цивільного захисту" (м. Харків,2022р).

### **7. Оцінка мови і стилю дисертації.**

Мова та стиль викладення відповідає критеріям науковості: логічність викладення положень, об'єктивність, послідовність. Структуру роботи загалом можна схарактеризувати як таку, що логічно підпорядковується поставленій меті. Композиція розділів відповідає послідовності конкретних завдань, що успішно вирішуються. Основні теоретичні положення та висновки роботи не є суперечливими, оскільки вони аргументовані й підкріплені експериментальними дослідженнями.

### **8. Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.**

Зміст дисертації відповідає чинним вимогам до оформлення дисертації та відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 – пожежна безпека, а саме: п. 4 «Розроблення вогнезахисних речовин, просочувальних вогнезахисних розчинів, вогнезахисних матеріалів, ... технологій нанесення вогнезахисних покриттів».

### **9. Дотримання нормативних вимог щодо оформлення дисертації.**

Дисертація складається з переліку умовних позначень, анотацій двома мовами, списку опублікованих праць автора, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

### **10. Рекомендації дисертації до захисту.**

Дисертація відповідає всім вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінам від 12.07.2019 р.) та Постанови Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р, №44 «Про затвердження

Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (зі змінами від 22.03.2022 р.), які вносяються до дисертацій.

За результатами публічної презентації результатів дисертації та їх обговорення на засіданні кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України 20 жовтня 2023 року дисертацію Чеботарьової Олени Миколаївни рекомендовано до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 Пожежна безпека в галузі знань 26 Цивільна безпека.

20.10.2023 р.

Головуючий  
начальник кафедри спеціальної  
хімії та хімічної технології  
факультету оперативно-рятувальних  
сил Національного університету  
цивільного захисту України,  
кандидат технічних наук, доцент

Євген СЛЕПУЖНІКОВ

Підпис  
засвідчую  
Начальник відділу

