

УДК 614.84

DOI:<https://doi.org/10.31731/2524.2636.2023.7.2.81.88>

Георгій ЄЛАГІН, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник

(ORCID: 0000-0003-2577-6430),

Олена АЛЕКСЄЄВА, кандидат технічних наук, доцент

(ORCID: 0000-0003-0119-4081),

Іван НЕСЕН (ORCID: 0000-0001-5847-4805),

Анатолій АЛЕКСЄЄВ, кандидат хімічних наук, доцент,

(ORCID: 0000-0003-4114-5807),

Дмитро КОПИТІН (ORCID: 0000-0003-2505-9394),

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

Національного університету цивільного захисту України

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕСОРБЦІЇ З ПОРОЖНИН ВЕРМІКУЛІТУ ВОГНЕГАСЯЧИХ СОЛЕЙ В ЗАСОБАХ ГАСІННЯ І ПРОФІЛАКТИКИ ПОЖЕЖ

Проведено дослідження умов десорбції вогнегасячих солей з порожнин високопористих носіїв в засобах, призначених, в першу чергу, для гасіння пожеж горючих рідин, розлитих на великих площинах поверхні водоймищ, і для попередження поширення пожеж на торфовищах. Показано, що вже при підвищенні температури до 800 °С вогнегасяча сіль менше ніж за 10 хвилин виходить з порожнин засобу і готова припинити горіння за фізико-хімічним механізмом інгібування. Показаний вплив марки вермікуліту та структури солі на ефективне вилучення з пористого носія компонентів, що інгібують горіння.

***Ключові слова:** горіння рідин, поширення пожеж на торфовищах, інгібування, носії, вогнегасячі солі, іммобілізація, десорбція.*

Постановка проблеми. Одними з найскладніших для гасіння є пожежі на торфовищах і пожежі при горінні розлитих горючих рідин, особливо коли ці пожежі відбуваються на поверхні водойми: моря чи океану. Протягом останніх років в Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ проводяться дослідження з розробки вогнегасних засобів, призначених в першу чергу саме для гасіння пожеж рідин, розлитих на поверхні водойм [1 - 10] і для попередження поширення пожеж на торфовищах [11, 12]. Засоби, що розробляються, являють собою високопористі мінеральні носії (спучений перліт чи спучений вермікуліт) з іммобілізованими шляхом спеціальної обробки внутрішньою поверхні пор вогнегасячими солями. Один з них – вермікуліт являє собою природний шаруватий мінерал із групи гідрослюд, що містить між шарами кристала пов'язану воду. Спучений вермікуліт – це сипкий пористий матеріал у вигляді лускатих частинок сріблястого або золотистого кольору, одержуваних у результаті нагріву мінералу вермікуліту при температурі 700 °С і вище. Маючи низьку насипну масу, при нанесенні на поверхню рідини, що горить, вони не занурюються під поверхню, а постійно знаходяться в зоні горіння. Нанесені ж на поверхню торфовища, вони декілька років лишаються на цій поверхні, або поблизу її. В обох випадках, з огляду на її значний поверхневий натяг, вода проникнути всередину вузьких капілярів і вимити звідти вогнегасячу сіль не може. Отже, у випадку гасіння пожеж горючих рідин на поверхні водойми, невчасний контакт засобу з водою до дезактивації засобу не приводить. У випадку застосування для попередження поширення пожеж на торфовищах, засіб може декілька років знаходитись на поверхні без втрати своїх якостей з причини вимивання вогнегасячої

компоненти. Підвищення ж температури в обох випадках викликає десорбцію і розклад вогнегасячих солей, які ефективно гасять пожежу за фізико-хімічним механізмом інгібування. До переваг таких засобів слід віднести і їх абсолютну нешкідливість для оточуючого середовища. Вермікуліт – хімічно та біологічно інертний матеріал, стійкий до впливу високих температур, негорючий, що виключає виділення шкідливих речовин при вогневому контакті, нетоксичний і не схильний до гниття, має високі сорбційні властивості. Спучений вермікуліт і спучений перліт використовуються у сільському господарстві для структурування ґрунтів, а вогнегасячі солі (амонію фосфати і калію нітрат) є по суті мінеральними добривами.

З огляду на механізм дії, однією з основних стадій впливу такого засобу є стадія десорбції вогнегасячої солі під дією температури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При гасінні пожеж, найбільш оптимальним в плані «ефективність гасіння – нанесення найменшої шкоди оточуючому середовищу» є застосування порошкових засобів. Такі засоби гасіння пожежі звичайно складаються з вогнегасячої солі і солей-добавок, які підвищують гідрофобність суміші, збільшуючи її стійкість до злежування і комкування під час зберігання. Як правило, всі ці солі водорозчинні і мають питому густину вдвічі-втричі більшу за густину води. Отже, на поверхні водойми вони не встигають придушити вогонь, так як швидко занурюються під поверхню, залишаючи зону горіння. А нанесені на поверхню торфовища, вони розчиняються під час першого ж дощу і стікають окремими струмками під ґрунт в глиб торфовища, залишаючи потенційну зону горіння. Засоби, що мають низьку насипну масу і придуюють вогонь за фізико-хімічним механізмом інгібування в літературі описані лише в роботах, які виконувалися в Черкаському інституті пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля [1 - 12].

Постановка завдання та його вирішення.

Вогнегасяча сіль, або фрагменти її розкладу придуюють вогонь, виловлюючи активні частинки горіння – вільні радикали, чи іони. Отже, знаходиться вони повинні безпосередньо у зоні горіння. В засобах на основі високопористих носіїв вони повинні вийти з вузьких пор назовні, для чого спочатку мають деадсорбуватися зі внутрішніх стінок капілярів.

Раніш для одержання вогнегасної композиції запропоновано використовувати системи на основі пористих сипучих матеріалів з насипною щільністю меншою за густину води, що забезпечує тривале знаходження матеріалу в зоні горіння [4, 5]. В якості таких матеріалів був запропоновані спучені перліт та вермікуліт.

Спучений перліт – легкий, сипучий, пористий, вогнестійкий матеріал. Він має високі теплоізоляційні властивості, велику поглинаючу здатність. Спучений перліт біологічно стійкий, екологічно безпечний матеріал. Насипна щільність складає $140\text{--}190\text{ кг/м}^3$. Але до його недоліків відноситься його крихкість, що призводить до сильного запилення при переміщенні. Спучений вермікуліт – також легкий, сипучий, пористий, вогнестійкий матеріал. Він являє собою глину, утворену з вивітрених з найтонших лусочків слюди. Насипна щільність складає $65\text{--}105\text{ кг/м}^3$, він біологічно стійкий і хімічно інертний. Вермікуліт має високу катіонообмінну ємність $1\text{--}1,50\text{ мекв/г}$. В вермікулітових глинах іони калію між молекулярними шарами замінені іонами магнію та заліза. Завдяки високій термостійкості та низькій теплопровідності він використовується в складі вогнезахисних покриттів. Тому в роботі використовувався спучений вермікуліт фракції FINE (2 мм) марок FINE UE та FINE ZU. Марки відрізняються технологією спучування і фізико-хімічними властивостями, розмірами та кількістю відкритих пор.

В якості солі вогнегасної композиції використані фосфати амонію, які широко використовуються в порошкових вогнегасниках і мають властивість інгібувати активні радикали полум'я.

Десорбція амонійфосфату і розклад діамонійфосфату відбуваються під дією температури пожежі. В роботі поставлено задачу дослідження процесу такої десорбції при різних температурах.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є експериментальне дослідження ефективності виділення попередньо сорбованих на різних марках вермікуліту вогнегасячих солей. Для цього необхідно експериментально визначити та проаналізувати втрату маси вермікуліту, який не проходив етапу сорбції фосфатів амонію та експериментально визначити ефективність десорбції солей. На основі цього провести вибір марки вермікуліту з найбільшою ефективністю десорбції.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження втрати маси проведені в установці з нагрівальним елементом та термодатчиком для підтримання температури на постійному значенні. При температурах від 200 °С до 600 °С була створена установка з електричною плиткою і термопарою (рис.1). При більшій температурі (800 °С) дослідження проводили з нагрівом у муфельній пічці. Для порівняння вивчалася і десорбція можливих домішок з пор вихідного спученого вермікуліту.



Рисунок 1. Установка для дослідження десорбції вогнегасячої солі з пор носія

Отримані результати експериментального визначення втрату маси вермікуліту, який не проходив етапу сорбції фосфатів амонію наведено в таблицях 1 - 2.

З таблиць видно, що кількість речовини, що вилучається з вермікуліту при нагріванні не перевищує 6,5 % при температурі 800 °С та 10-хвилинній витримці для марки FINE ZU. Причому подальше збільшення температури десорбції призводить до все меншого ефекту (рис. 2). Для зразків вермікуліту марки FINE EU навіть при 40-хвилинній витримці при температурі 800 °С величина втрати маси втричі менша. Причиною тому може бути менша кількість відкритих пор.

Таблиця 1. Втрата маси зразка спученого вермікуліту марки FINE ZU при нагріванні

| № з/п | Температура, °С | Витримка, хв. | Маса зразка, г | Втрата маси | | |
|-------|-----------------|---------------|----------------|-------------|-----|------------|
| | | | | г | % | Середня, % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 200 | 10 | 7,546 | 0,315 | 4,1 | 4,4 |
| 2 | 200 | 10 | 8,251 | 0,379 | 4,6 | |
| 3 | 400 | 10 | 7,546 | 0,384 | 5,1 | 5,2 |
| 4 | 400 | 10 | 8,251 | 0,437 | 5,3 | |
| 5 | 600 | 10 | 7,546 | 0,422 | 5,6 | 5,8 |
| 6 | 600 | 10 | 8,251 | 0,486 | 5,9 | |
| 7 | 800 | 10 | 7,546 | 0,467 | 6,2 | 6,3 |
| 8 | 800 | 10 | 8,251 | 0,545 | 6,4 | |

Таблиця 2. Втрата маси зразка спученого вермікуліту марки FINE UE при нагріванні до 800 °С

| № з/п | Температура, °С | Витримка, хв. | Маса зразка, г | Втрата маси | | |
|-------|-----------------|---------------|----------------|-------------|-----|------------|
| | | | | г | % | Середня, % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 800 | 40 | 11,685 | 0,260 | 2,2 | 2,5 |
| 2 | 800 | 40 | 7,245 | 0,210 | 2,8 | |

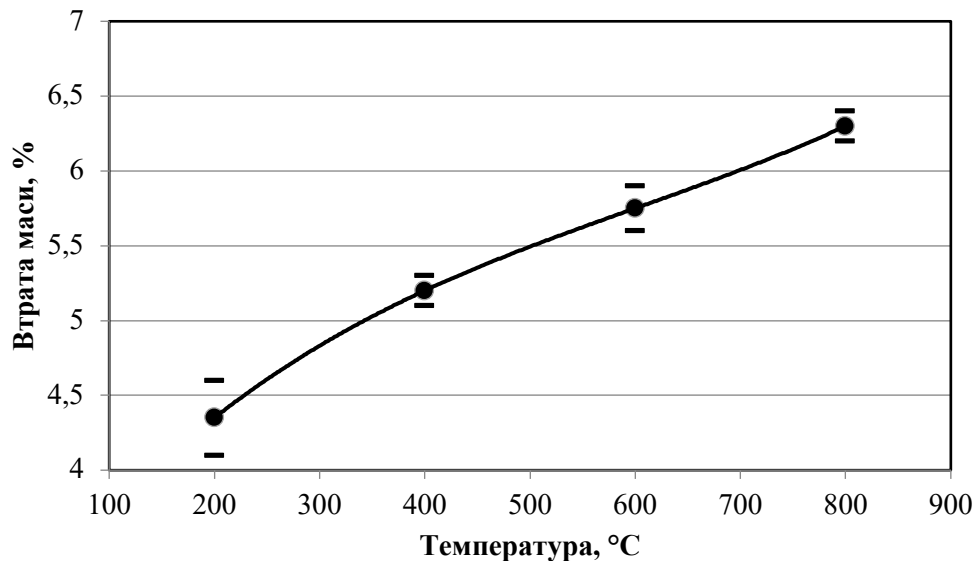


Рисунок 2. Залежність втрати маси зразка спученого вермікуліту марки FINE ZU при нагріванні при різних температурах. Витримка 10 хв

За промисловою технологією спучений вермікуліт отримують прокалюванням природної сировини при температурі біля 1000 °С, тому при температурах до 800 °С теоретично з нього нічого не повинно виділятися. Але під час зберігання і транспортування пористий матеріал вбирає (адсорбує) деяку кількість вологи і пилу. Тому, як впливає з даних, наведених в таблицях 1 та 2, «холості» проби при прогріванні до 800 °С за 10 хвилин втрачають від 2,5 до 6,3 % маси (в залежності від марки і партії).

Імобілізовані зразки при тих же умовах втрачають 26 - 31 % маси (таблиця 3).

Таблиця 3. Втрата маси зразка спученого вермікуліту різних марок, іммобілізованого фосфатами амонію при нагріванні при 800 °С та витримки 20 хв

| № з/п | Марка вермікуліту | Вогнегасна сіль та ступінь її іммобілізації | Маса зразка, г | Втрата маси | | |
|-------|-------------------|---------------------------------------------|----------------|-------------|----|-------------------------------|
| | | | | г | % | % від вихідної кількості солі |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | FINE UE | амонійфосфат (0,38 г/г) | 7,225 | 1,734 | 24 | 87 |
| 2 | FINE UE | амонійфосфат (0,38 г/г) | 6,870 | 1,838 | 27 | 97 |
| 3 | FINE ZU | амонійфосфат (0,78 г/г) | 3,785 | 1,06 | 28 | 64 |
| 4 | FINE ZU | амонійфосфат (0,78 г/г) | 3,930 | 0,94 | 24 | 55 |
| 5 | FINE ZU | діамонійфосфат (0,78 г/г) | 5,130 | 1,70 | 33 | 76 |
| 6 | FINE ZU | діамонійфосфат (0,78 г/г) | 5,075 | 0,47 | 29 | 21 |

Загальна кількість адсорбованих солей в досліджених зразках складала 0,38 г/г (тобто біля 20 %) для амонійфосфатних солей на вермікуліті марки FINE UE і 0,78 г/г (тобто біля 44 %) для амонійфосфатних та діамонійфосфатних солей на вермікуліті марки FINE ZU. Це означає, що вермікуліт марки FINE UE вже при 20-хвилинному нагріві до 800 °С майже повністю віддає адсорбовані солі. З капілярів вермікуліту марки FINE ZU при цих умовах назовні виходить 50-60 % вогнегасячих солей. Для десорбції вогнегасячих солей з капілярів вермікуліту цієї марки потрібні більші температури і більша витримка при цих температурах.

Виходячи з густини, спучений вермікуліт може бути використаний для створення шару, який забезпечує плавучість запропонованої вогнегасної системи. Але для він виконує лише функцію інертного носія, який буде утримувати його поверх нафтопродукту, розлитого на поверхні води. Для надання системі вогнегасних властивостей вермікуліт був просочений вогнегасячими солями. В якості останніх використані амонійфосфат та діамонійфосфат. Оскільки фосфати амонію при нагріванні розкладаються з утворенням аміаку та різних фосфорвмісних сполук і інгібіруючу дію мають лише останні, а аміак з інших солей амонію: сульфатів, хлоридів та карбонатів цієї дії не має доцільно було розглянути співвідношення втрати маси за рахунок саме сполук що містять фосфор. Так діамонійфосфат розкладається на аміак та амонійфосфат під час плавлення при 155 °С [13]. Амонійфосфат розкладається на аміак, воду та метафосфорну кислоту при 250 °С:



Очевидно, що леткі аміак та пари води першими залишають пористий носій. Для визначення кількості фосфорвмісних сполук, що виходять з 1 г вермікуліту $dm_{\text{ф}}$ можна вивести формулу:

$$dm_{\text{ф}} = \frac{\Delta m \cdot (1 - k)}{m}$$

де Δm – втрата маси зразком, г;

m – маса зразка, г;

k – коефіцієнт співвідношення летких продуктів розкладу фосфатів, які не містять фосфору (для амонійфосфату дорівнює 0,304, а для діамонійфосфату - 0,394). Результати розрахунку наведені в таблиці 4.

Таблиця 4. Середні значення ефективності виділення сполук фосфору з спученого вермікуліту марки FINE UE, іммобілізованого фосфатами амонію при нагріванні при 800 °С

| № з/п | Марка вермікуліту | Вогнегасна сіль | Ступінь іммобілізації солі | k | $dm_{\text{ф}}$, г/г |
|-------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------|-----------------------|
| 1 | FINE UE | амонійфосфат | 0,38 | 0,304 | 0,157 |
| 2 | FINE ZU | амонійфосфат | 0,78 | 0,304 | 0,057 |
| 3 | FINE ZU | діамонійфосфат | 0,78 | 0,394 | 0,047 |

З таблиці видно, що незважаючи на меншу ступінь іммобілізації вермікуліт марки FINE UE більш ефективний в плані виділення сполук фосфору за вермікуліт марки FINE ZU при тій самій вогнегасній солі. При використанні ж діамонійфосфату ефективність зменшується на 25 % з-за меншого вмісту фосфору в солі.

Висновки.

1. В проведеному дослідженні для гасіння пожеж нафтопродуктів, розлитих на водних поверхнях, вогнегасні системи складаються з пористого інертного носія та вогнегасних солей. Причому до носія встановлено наступні вимоги: мала насипна щільність, значний об'єм відкритих пор, термічна стійкість, прийнятні економічні та екологічні характеристики. Таким вимогам відповідає спучений вермікуліт. Для заповнювача пор встановлена вимога – ефективно гасити вогонь при виході з пор носія і також мати прийнятні економічні та екологічні характеристики. До таких речовин відносяться фосфати амонію.

2. При аналізі ефективності запропонований метод розрахунку сполук фосфору з іммобілізованого вермікуліту.

3. Проведене експериментальне дослідження ефективності втрату маси шляхом виділення попередньо сорбованих на різних марках вермікуліту вогнегасячих солей показало більш високу результативність використання в якості пористого носія спученого вермікуліту марки FINE UE, а в якості вогнегасної солі - амонійфосфату. В запропонованій системі спостерігається найбільш ефективна десорбція.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Єлагін Г.І., Тищенко Є.О., Алексєєва О.С., Ющук І.О. Вогнегасний засіб. Патент на корисну модель : пат. № 136531 Україна. Опубл. 27.08.2019, Бюл. № 16/2019.

2. Єлагін Г.І., Нуянзін О.М., Тищенко Є.О., Алексєєва О.С., Наконечний В.В. Вогнегасний засіб. Патент на корисну модель № 141869. Опубл. 27.04.2020 р., Бюл. № 8/2020.

3. Єлагін Г.І., Кришталь М.А, Палагін Р.А. Вогнегасний засіб. Патент на корисну модель. : пат. № 91400 Україна. Опубл. 10.07.2014, Бюл. № 13/2014.

4. До проблеми попередження пожеж на торфовищах / І. О. Несен та ін. «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація» Збірник наукових праць Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України. 2022. Т. 6, № 1. С. 69–74.

5. Єлагін Г. І., Алексєєва О. С., Ющук І. О. Засоби для гасіння пожеж горючих рідин на основі вогнегасних солей, іммобілізованих пористим носієм. «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація» Збірники наукових праць Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України. 2018. Т. 3, № 1. С. 26–35.

6. Єлагін Г.І., Нуянзін О.М., Тищенко Є.О., Алексєєва О.С., Наконечний В.В. Спосіб виготовлення вогнегасного засобу. Патент на корисну модель : пат. № 141870 Україна. Опубл. 27.04.2020, Бюл. № 8/2020.

7. Єлагін Г.І., Тищенко Є.О., Алексєєва О.С., Ющук І.О. Спосіб виробництва вогнегасного засобу. Патент на корисну модель : пат. № 136533 Україна. Опубл. 27.08.2019, Бюл. № 16/2019.

8. Єлагін Г.І., Кришталь М.А., Палагін Р.А. Спосіб виробництва вогнегасного засобу : пат. № 91399 Україна. Опубл. 10.07.2014, Бюл. № № 13/2014.

9. Єлагін Г.І., Тищенко Є.О., Алексєєва О.С., Наконечний В.В., Алексєєв А.Г. Спосіб виробництва генератора вогнегасного аерозолю. Патент на корисну модель : пат. № 147260 Україна. Опубл. 21.04.2021, Бюл. № № 16/2021.

10. Несен І.О., Єлагін Г.І., Алексєєва О.С., Копитін Д.Е., Нуянзін О.М., Алексєєв А.Г., Куценко М.А., Ножко І.О., Гончар С.В., Халявко В.В. Спосіб запобігання поширенню пожежі на торфовищі : Україна. № у 2023 00355 ; заявл. 02.02.2023.

11. Средства тушения пожаров разлитых горючих жидкостей / Г. І. Єлагін та ін. *The scientific heritage*. 2022. Т. 1, № 84. С. 15–25.

12. Техніко-економічне обґрунтування організації виготовлення засобів для гасіння пожеж горючих рідин на основі вогнегасних солей, іммобілізованих пористим носієм. / М. А. Куценко та ін. «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація» *Збірник наукових праць*. 2019. Т. 3, № 1. С. 42–50.

13. Contributors to Wikimedia projects. Diammonium phosphate - Wikipedia. *Wikipedia, the free encyclopedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Diammonium_phosphate (date of access: 07.11.2023).

REFERENCES

1. Yelagin G.I., Tyshchenko Y.O., Alekseeva O.S., Yushchuk I.O. Fire extinguishing agent. Utility model patent: Pat. No. 136531 Ukraine. Published on 27.08.2019, Bulletin No. 16/2019.

2. Yelagin G.I., Nuyanzin O.M., Tyshchenko Y.O., Alekseeva O.S., Nakonechny V.V. Fire extinguishing agent. Utility model patent No. 141869. Published on 27.04.2020, Bulletin No. 8/2020.

3. Yelagin G.I., Kryshstal M.A., Palagin R.A. Fire extinguishing agent. Utility model patent: Pat. No. 91400 Ukraine. Published on 10.07.2014, Bulletin No. 13/2014.

4. Regarding the issue of wildfire prevention in peatlands / I.O. Nesen et al. *"Emergencies: Prevention and Response" Collection of Scientific Works of Cherkasy Institute of Fire Safety named after Heroes of Chernobyl of the National University of Civil Defense of Ukraine*. 2022. Vol. 6, No. 1. pp. 69–74.

5. Yelagin G.I., Alekseeva O.S., Yushchuk I.O. Fire extinguishing agents for flammable liquids based on fire-extinguishing salts immobilized on a porous carrier. *"Emergencies: Prevention and Response" Collection of Scientific Works of Cherkasy Institute of Fire Safety named after Heroes of Chernobyl of the National University of Civil Defense of Ukraine*. 2018. Vol. 3, No. 1. pp. 26–35.

6. Yelagin G.I., Nuyanzin O.M., Tyshchenko Y.O., Alekseeva O.S., Nakonechny V.V. Method of manufacturing a fire extinguishing agent. Utility model patent: Pat. No. 141870 Ukraine. Published on 27.04.2020, Bulletin No. 8/2020.

7. Yelagin G.I., Tyshchenko Y.O., Alekseeva O.S., Yushchuk I.O. Method for the production of a fire extinguishing agent. Utility model patent: Pat. No. 136533 Ukraine. Published on 27.08.2019, Bulletin No. 16/2019.

8. Yelagin G.I., Kryshstal M.A., Palagin R.A. Method for the production of a fire extinguishing agent. Patent No. 91399 Ukraine. Published on 10.07.2014, Bulletin No. 13/2014.

9. Yelagin G.I., Tyshchenko Y.O., Alekseeva O.S., Nakonechny V.V., Alekseev A.G. Method for the production of a fire extinguishing aerosol generator. Utility model patent: Pat. No. 147260 Ukraine. Published on 21.04.2021, Bulletin No. 16/2021.

10. Nesen I.O., Yelagin G.I., Alekseeva O.S., Kopitin D.E., Nuyanzin O.M., Alekseev A.G., Kutsenko M.A., Nozhko I.O., Honchar S.V., Khalyavko V.V. Method for preventing the spread of wildfire in peatlands. Ukraine. Patent No. u 2023 00355; filed on 02.02.2023.

11. Fire extinguishing agents for spilled flammable liquids / G.I. Yelagin et al. *The scientific heritage*. 2022. Vol. 1, No. 84. pp. 15-25.

12. Technical and economic justification of the organization of production of fire extinguishing agents for flammable liquids based on fire-extinguishing salts immobilized on a porous carrier / M.A. Kutsenko et al. "Emergencies: Prevention and Response" *Collection of Scientific Works*. 2019. Vol. 3, No. 1. pp. 42-50.

13. Contributors to Wikimedia projects. Diammonium phosphate - Wikipedia. *Wikipedia, the free encyclopedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Diammonium_phosphate (date of access: 07.11.2023).

Georgii YELAGIN, Ph.D., Senior Researcher (ORCID: 0000-0003-2577-6430),
Elena ALEKSEEVA, Ph.D., Associate Professor (ORCID: 0000-0003-0119-4081),
Ivan NESEN (ORCID: 0000-0001-5847-4805),
Anatoly ALEKSEEV, Ph.D., Associate Professor (ORCID: 0000-0003-4114-5807),
Dmytro KOPYTIN (ORCID: 0000-0003-2505-9394),
*Cherkassy institute of Fire Safety named after Heroes
of Chernobyl of the National University of Civil Defense of Ukraine*

STUDY OF DESORPTION FROM VERMICULITE CAVITIES OF EXTINGUISHING SALTS IN FIRE EXTINGUISHING AND FIRE PREVENTION MEANS

A study of the characteristics of the desorption of fire-extinguishing salts from the cavities of highly porous media in means intended primarily for extinguishing fires of flammable liquids spilled on large areas of the surface of reservoirs and for preventing the spread of fires on peatlands was conducted. The requirements for porous media and fire-extinguishing salt are defined. The choice of expanded vermiculite as a carrier material, which has a low bulk density, is chemically inert, heat-resistant, non-flammable, does not release harmful substances when in contact with fire, has a significant volume of open pores, acceptable economic and ecological characteristics, is justified. The choice of ammonium salts and phosphoric acid as a combustion inhibitor is justified. The absence of decomposition at temperatures up to 800 °C was proven by heating the original swollen vermiculite. It is shown that when the temperature rises to 800 °C, the fire-extinguishing salt immobilized in the pores of vermiculite decomposes in less than 10 minutes and comes out of the cavity of the agent and is ready to stop burning by the physico-chemical inhibition mechanism. The effect of the brand of vermiculite and the structure of the salt on the effective extraction of combustion-inhibiting components from the porous carrier is shown. When analyzing the effectiveness, a method of calculating phosphorus compounds from immobilized vermiculite is proposed. It was determined that impregnated vermiculite brand FINE UE releases more inhibitory substance in terms of metaphosphoric acid than other brands even with a lower degree of immobilization of ammonium phosphate. The conducted experimental study of the efficiency of mass loss through the selection of fire-extinguishing salts pre-sorbed on different brands of vermiculite also showed higher efficiency as a fire-extinguishing salt - ammonium phosphate.