

Д. І. Савельєв, к.т.н., ст. викладач каф., НУЦЗУ

ВИВЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧОЇ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ ГАСІННЯ НИЗОВИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

(представлена д.т.н. Абрамовим Ю. О.)

Проведено аналіз компонентів гелеутворюючої системи ($\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$) та продуктів їх хімічної реакції щодо безпечності їх застосування. Наведено рекомендації щодо зберігання та приготування робочих розчинів гелеутворюючих композицій.

Ключові слова: гасіння лісових пожеж, низові лісові пожежі, хвойна лісова підстилка, гелеутворювальні системи, вогнезахист, вогнезахисні загороджувальні смуги.

Постановка проблеми. Проблема гасіння лісових пожеж щорічно стає актуальною з приходом літнього сезону, особливо в посушливий період, коли випадання опадів мінімальне. Така ситуація створює умови для горіння сухого лісового горючого матеріалу, для чого вимагає значні сили і засоби для їх гасіння. Основні способи гасіння пожеж: захльостування або закидання ґрунтом кромки пожежі; облаштування загороджувальних і мінералізованих каналів і смуг; гасіння пожежі водою або розчинами вогнегасних хімікатів, відпал (пуск зустрічного вогню) та ін. [1].

Цьогорічна пожежа, що відбулася у Луганській області вважається наймасштабнішою лісовою пожежею в історії України. За попередніми оцінками, орієнтовна площа, пройдена вогнем, складає понад 20 тис. га. Під час гасіння пожеж евакуйовано 150 осіб. Під час ліквідації лісових пожеж виявлено тіла 11 осіб, з яких: 3 особи загинуло внаслідок отруєння продуктами горіння, 1 особа – від отриманих опіків, 3 особи – внаслідок серцевих нападів, 4 особи – причина загибелі встановлюється. Постраждало 19 осіб (у тому числі 3 співробітника ДСНС) [2]. Тому пошук ефективної вогнезахисної речовини, котра забезпечує якісний вогневий захист лісових горючих матеріалів для гасіння таких пожеж, є достатньо актуальним напрямком досліджень для вирішення проблеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Авторами доведено ефективну боротьбу з лісовими пожежами з використання гелеутворюючих складів. Аналіз результатів даних досліджень показали високі вогнезахисні характеристики по відношенню до лісової підстилки [3].

Були встановлені якісні закономірності впливу концентрацій речовин, які входять в склад ГУС, на їх вогнезахисні характеристики. У роботах [4] проаналізовано результати експериментальних досліджень вогнезахисної дії гелеутворюючої системи ($\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$) щодо хвойної лісової підстилки; розглянуто залежність часу вогнезахисної дії

від швидкості потоку повітря й нахилу поверхні імітованого рельєфу.

Отже, враховуючи отримані дані при проведенні дослідження в лабораторних умовах, виявляється значний інтерес до проведення дослідження вогнезахисних властивостей ГУС при горінні лісової хвойної підстилки в реальних умовах.

Постановка завдання та його вирішення. Метою роботи є встановлення експлуатаційних властивостей речовин, матеріалів та технічних засобів що використовуються під час гасіння низових лісових пожеж ГУС та визначення їх впливу на людину й навколишнє середовище. Також надання рекомендацій застосування нових технічних засобів і матеріалів.

Використовуючи вогнегасні речовини, необхідно забезпечити такі умови, які дозволяють забезпечити вміст їх у навколишньому середовищі нижче від установлених значень ПДК. З метою пожежогасіння припустимо використовувати речовини не нижче 3 і 4 класів небезпеки [5]. Ще одним важливим моментом є забезпечення відсутності небезпечних продуктів, які можуть утворюватися в умовах зберігання або застосування ВР.

З метою гасіння низових лісових пожеж запропоновано застосувати ГУС. Як гелеутворювач запропоновано використовувати водний розчин полісилікату натрію ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$, рідке скло), який належить до III класу небезпеки. Рідке скло використовують як в'язучий компонент, інгібітор корозії сплавів заліза, як основний компонент силікатного клею, сировину для отримання інших силікатів і силікагелю. Фізико-хімічні властивості вироблюваного рідкого скла установлюють залежно від області застосування. Найпоширенішим видом рідкого скла є концентрат, який використовують у будівництві. Концентрат має лужну реакцію середовища ($\text{pH} \geq 12$). Він може викликати подразнення кожних покрівів. Також небезпечним є вдихання аерозолів цієї речовини й потрапляння їх в очі. З огляду на це необхідно використовувати захисний одяг, респіратори, окуляри або маски для захисту очей. Раніше проведені дослідження [5] засвідчили відсутність суттєвої корозії сталей і сплавів алюмінію, що їх використовують у виробництві пожежної техніки, під дією розчинів рідкого скла. Розчини рідкого скла також не викликають суттєвих пошкоджень матеріалів, використовуваних для виробництва пожежних рукавів.

Під час змішування компонентів ГУС відбувається реакція:



Продуктом такої реакції є нерозчинний у воді полісилікат кальцію, який відноситься до 4 класу хімічної небезпеки. Його склад близький до складу глини, що забезпечує відсутність негативних екологічних наслідків. Ще одним з продуктів реакції є малотоксична речовина хлорид натрію.

Концентровані розчини рідкого скла мають гарантійний термін зберігання 12 місяців. З метою пожежогасіння без суттєвого погіршення вогнегасних і вогнезахисних характеристик можна використовувати вихідний розчин рідкого скла з терміном збереження до двох років. Розба-

влені розчини цієї речовини зберігають їхні експлуатаційні властивості протягом меншого часу (табл. 1.), тому доцільно готувати робочий розчин рідкого скла з вихідного концентрату на місці використання.

Час збереження працездатності розчинів рідкого скла значною мірою залежить від недопущення контакту з атмосферним повітрям. Це зумовлено поступовою полімеризацією таких розчинів унаслідок взаємодії з вуглекислим газом, що міститься в повітрі.

Табл. 1. Залежності часу збереження експлуатаційних властивостей водних розчинів полісилікату натрію (τ) від їх концентрації (ω) при використанні з метою пожежогасіння

ω , мас.%	4	5	10	20
τ , діб	60	200	280	450

Робочі розчини рідкого скла готують з вихідного концентрату шляхом його розбавлення водою. Для розбавлення можна використовувати водопровідну, річкову й технічну воду. В останньому випадку вміст солей дво- і тривалентних металів у ній не має перевищувати 0,3 %. Розчин полісилікату натрію готують об'ємним методом – до заданого об'єму води приливають необхідний об'єм рідкого скла. Нижче наведено об'єми рідин, необхідні для приготування 1 м³ робочого розчину рідкого скла для ГУС CaCl₂ (35 %) + Na₂O·2,7SiO₂ (5 %) (табл. 2). Прийнято, що вміст Na₂O·nSiO₂ у вихідному розчині становить 36 %, а щільність цього розчину 1350 кг/м³.

Табл. 2. Об'єми вихідних розчинів (V) і води V (H₂O), необхідні для приготування робочих розчинів ГУС CaCl₂ (35 %) + Na₂O·2,7SiO₂ (5 %)

Компонент ГУС	V м ³	V (H ₂ O) м ³
Na ₂ O · 2,7SiO ₂	0,108	0,892
CaCl ₂	0,802	0,198

У зв'язку з високою в'язкістю вихідного розчину рідкого скла його необхідно перемішувати будь-яким методом протягом двох хвилин.

Як каталізатор гелеутворення використовують насичений розчин хлориду кальцію (42 % при 20 °С). Щільність цього розчину 1403 кг/м³. У табл. 2. наведено об'єми насиченого розчину (V) і води V (H₂O), необхідні для приготування 1 м³ робочого розчину CaCl₂.

Припустимо застосовувати хлорид кальцію будь-якої хімічної й технічної класифікації, зокрема й відходи виробництва, що містять цю речовину. Добре зарекомендували себе як каталізатори гелеутворення розчини хлориду кальцію, що їх скидають содові заводи (під час виробництва соди за аміачним методом) [6]. Ці розчини можна використовувати без подальшої корекції складу. Виготовляючи насичений розчин із твердого кристалогідрату хлориду кальцію, до необхідного об'єму води додають приблизно такий само об'єм CaCl₂. Перемішування здійснюють не менше

п'яти хвилин. У випадку, якщо розчиниться весь хлорид кальцію, додають ще десяту частину від вихідної кількості CaCl_2 . Для приготування та збереження розчинів хлориду кальцію необхідно використовувати місткості з кислотостійких сплавів або пластмас. Ці розчини слід зберігати в закритих місткостях. Термін зберігання в таких умовах не обмежений.

У зв'язку з корозійною активністю розчинів хлориду кальцію все обладнання, виготовлене з нестійких до корозії матеріалів, яке підлягало впливу такого розчину, має бути оброблене. Для цього його спочатку необхідно промити водою, потім нейтралізувати 1 % розчином рідкого скла або соди. Остаточо проводять ще одну промивку водою.

Хлорид кальцію належить до речовин III класу небезпеки. Характер середовища водних розчинів CaCl_2 кислий, $\text{pH} \approx 5$. Такі розчини викликають слабку подразнювальну дію на шкірні покриви, небезпечні у випадку потрапляння в дихальні шляхи й особливо в очі. Захист органів дихання та шкірних покривів такий самий, як і для розчинів рідкого скла.

Висновки. Таким чином, застосування гелеутворюючих композицій достатньо безпечно для природнього середовища та людини і може бути рекомендовано при обробці лісової хвойної підстилки послідовно-роздільним способом подачі компонентів ГУС (CaCl_2 (35%) + Na_2O 2,7 SiO_2 (5%)). Під час приготування робочих розчинів компонентів ГУС необхідно дотримуватись вищезазначених рекомендацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Арцыбашев Е. С. Лесные пожары и борьба с ними. Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. 152 с.
2. Державна служба з надзвичайних ситуацій України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Nadzvichayni-podiyi/114930.html>
3. Савельев Д. И., Киреев А. А., Жерноклев К. В. Экспериментальные исследования огнепреграждающих свойств лесной подстилки, обработанной пенообразующими системами. Проблемы пожарной безопасности. 2016. Вып. 40. С. 169–173.
4. Савельев Д. И., Борисенко В. Г., Барабаш І. О. Вогнезахисні властивості гелеутворюючих систем на модельному вогнищі низової лісової пожежі великих розмірів. Проблеми пожежної безпеки. 2019. Вип. 46. С. 168–173.
5. Абрамов Ю. А., Киреев А. А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А : монография. Харьков : НУГЗУ, 2015. 254 с.
6. Савельев Д. И., Чиркіна М. А. Спосіб гасіння лісових пожеж за допомогою гелеутворюючих систем. Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку: матеріали XX Всеукр. наук.-практ. конф. К.: Вид. дім „Гельветика”, 2018. С. 385–388.

Д. И. Савельев

Изучение эксплуатационных свойств гелеобразующей композиции для тушения низовых лесных пожаров

Проведено анализ компонентов гелеобразующей системы ($\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$) и продуктов их химической реакции относительно беспечности их приложения. Приведены рекомендации относительно хранения и приготовления рабочих растворов гелеобразующих композиций.

Ключевые слова: тушение лесных пожаров, низовые лесные пожары, хвойная лесная подстилка, гелеобразующие системы, огнезащита, огнезащитные заградительные полосы.

D. Saveliev

Study of operating properties of gel-forming composition for extinguishing of basilar forest fires

Conducted analysis of components of the gel-forming system ($\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$) and products of their chemical reaction in relation to the unconcern of their application. Recommendations over are brought in relation to storage and preparation of working solutions of gel-forming compositions.

Keywords: extinguishing of forest fires, basilar forest fires, coniferous forest bedding, gel-forming systems, fire retardance, fireproof barrage stripes.