

5. Борисов П., Жартовский В., Харченко И. Направления совершенствования огнезащитной пропитки древесины // Бюллетень пожарной безопасности. Научно-технические проблемы та рішення. Вып. 3. - Київ: "Пожінформтехніка", 2000. - с. 21-23.

6. ДСТУ 4155 Матеріали текстильні. Метод випробування на займістість. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003.

7. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

8. ГОСТ 16363-98 Межгосударственный стандарт. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. – Киев: Изд-во стандартов, 2000.

УДК 614.84

Ю.О. Абрамов, д. т. н., професор, О.О. Кірєєв, к. х. н., доцент  
(Академія цивільного захисту України),

О.М. Щербина, к. фарм. н., доцент

(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТОВЩИНИ ШАРУ ГЕЛЮ НА ЙОГО ВОГНЕЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ

Наведені результати експериментальних лабораторних досліджень вогнезахисних властивостей гелеутворюючих складових при змінній товщині шару. Встановлено підвищену вогнезахисну дію гелеутворюючих складових з великим вмістом силікатної складової і товщиною шару гелю більше 0,5 мм.

*Постановка проблеми. Аналіз останніх досягнень та публікацій.* Захист від теплового впливу пожеж будівельних конструкцій, прилеглих рослинних масивів, обладнання для зберігання та перекачування газів та горючих рідин в умовах розвиненої пожежі є одним з видів боротьби з вогнем пожежних підрозділів. Біля 99% усіх пожеж та загорянь, що виникають в Україні, ліквідуються з використанням води. Вода як вогнезахисний засіб має суттєвий недолік – більша частина води легко стікає не затримуючись на поверхнях, які захищають [1]. Тому пошук складових на основі води, які можливо було б використати для захисту від теплової дії пожежі в умовах її гасіння та вивчення властивостей цих складових є перспективним напрямком наукових досліджень.

Підвищити ефективність вогнезахисту можна шляхом заміни води на запропоновані раніше гелеутворюючі складові [2]. Це дві рідкі складові, які окремо зберігають і одночасно подають на поверхні, що гасять або вогнезахищають. Перша складова є розчином гелеутворюючого компонента. Друга складова – розчин каталізатора гелеутворення. Під час одночасного подавання двох рідких складових вони змішуються на поверхнях, що захищають, в результаті чого утворюється гелеподібний вогнезахисний шар. Причому гель може вміщувати до 94 % води. В вологому стані шар гелю легко утримується на вертикальних і похилих поверхнях.

*Постановка задачі та її розв'язання.* Вогнезахисна дія шару гелю зумовлена тим, що до повного випаровування хімічно не зв'язаної води вогнезахищені поверхні не можуть нагрітися до температури більше 100 °С. Після випаровування усієї води з шару гелю утворюється твердий вогнезахисний шар, який складається з неорганічних речовин. Цей шар має низьку теплопровідність, а також проявляє ізолювальні властивості. Раніше було досліджено вплив якісного і кількісного складу гелеутворюючих систем на їх вогнезахисні

властивості [3,4]. Але вплив товщини гелеподібного шару на вогнезахисні властивості ще не досліджувалася.

В попередніх дослідках було встановлено, що в залежності від хімічного складу і умов нанесення, максимальна товщина гелевого шару може становити 4-5 мм. Також встановлено, що найкращі вогнезахисні властивості має вогнезахисний шар на основі системи  $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ . Так, гелеподібний шар на основі такої системи дозволяє захистити поверхню горючого матеріалу від дії відкритого вогню на час до 20 хвилин. Для більшості інших складових час вогнезахисної дії становить 5-15 хвилин.

Планування експериментальних досліджень виконувалось з використанням симплекс-решітчастого плану експерименту. Для обробки результатів досліджень гелеутворююча система була представлена у вигляді трикомпонентної системи „каталізатор гелеутворення ( $x_1$ ) – гелеутворювач ( $x_2$ ) — вода ( $x_3$ )” (трикутник Гіббса-Розебома).

При проведенні досліджень була використана методика визначення групи важкогорючих матеріалів [5]. Нанесення гелів на досліджувані зразки виконувалось за допомогою пневматичного розпилення при кімнатній температурі (18-20 °С). Діаметр крапель розпиленої рідини рівний 0,1 ÷ 0,3 мм, інтенсивність подачі - 1,8-2,3 мл/с. Співвідношення об'ємів гелеутворювача і каталізатора гелеутворення у всіх випадках становило 1:1. Товщина шару гелю на поверхні зразка з деревини (сосна) визначалась за методом зважування. Необхідна для розрахунків густина шару гелю визначалась в паралельних дослідках гравіметричним методом. Методика проведення досліджень полягала у наступному: на досліджуваний зразок методом розпилення наносився рівномірний шар гелю. Після стікання залишків гелю зразок зважувався та поміщався у вогневу камеру. Фіксувався час від початку випробувань до займання зразка. У кожній точці експериментального плану з фіксованим масовим складом проводилось три паралельних випробування (див. табл. 1).

Результати досліджень дозволили отримати математичні моделі 2-го порядку для визначення залежності часу займання досліджуваного зразка у вогневій камері від товщини шару вогнезахисного гелю [6].

Після обробки результатів експериментальних досліджень були отримані поверхні відклику в умовах змінюваного масового складу. Склад у всіх випадках представлено в масових відсотках компонентів з урахуванням розведення в результаті змішування розчинів.

Перевірка адекватності отриманих математичних моделей виконувалась шляхом проведення дослідів у додаткових точках плану.

Таблиця 1

Значення масового вмісту компонентів гелеутворюючої системи у точках плану експерименту

Точка плану	Масова частка $\text{CaCl}_2$ у системі, %	Масова частка $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$ у системі, %
1	15,36	5,19
2	9,31	5,44
3	3,70	5,71
4	3,62	8,31
5	3,54	11,00
6	9,11	7,93
7	7,28	7,20

Результати перевірки свідчать про адекватність отриманих моделей досліджуваному явищу і про незначний вплив (10 ÷ 15%) часу займання від масового складу системи при товщині шару 0,2 ÷ 0,5 мм (рис. 1, поверхні 1, 2). При подальшому збільшенні товщини шару гелю вплив масового складу системи на час займання посилюється (рис. 1, поверхня 3).

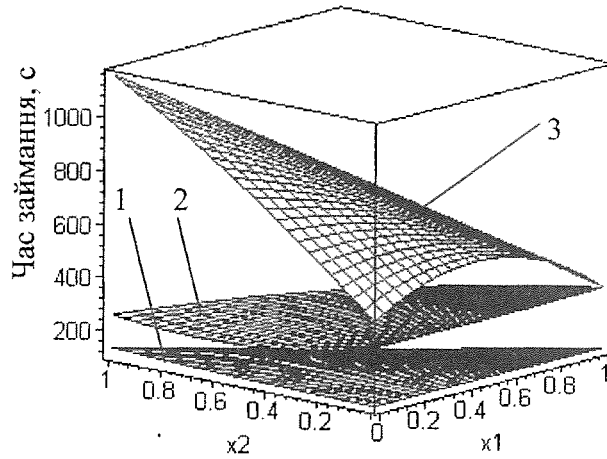


Рис. 1. Поверхні часу займання зразків в умовах змінюваного масового складу гелеутворюючої системи:

1 – товщина шару гелю 0,2 мм; 2 – товщина шару гелю 0,5 мм; 3 – товщина шару гелю 0,8 мм.

Для кожної з точок експериментального плану були отримані графічні залежності часу займання зразка від товщини шару гелю (рис. 2).

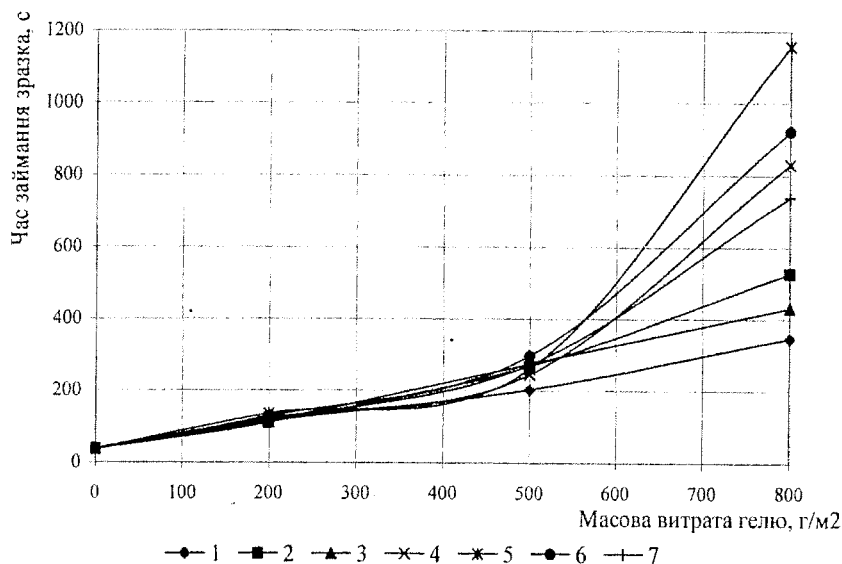


Рис. 2. Графічні залежності часу займання зразків від масових витрат гелю для кожної з точок експериментального плану

Як до, так і після проведення дослідів у вогневій камері проводились візуальні спостереження за станом гелю. Найбільш цілісний шар гелю утворювався у системах з надлишком або великим вмістом  $\text{CaCl}_2$  (точки плану 1, 2, 6, 7). Для даних точок спостерігається висока адгезія шару гелю до зразка. Проте, час вогнезахисту для даних гелів є порівняно невисоким.

Найбільші вогнезахисні властивості характерні для складових з великим вмістом силікатного компоненту. Але проявлятися ці властивості починають при товщинах більших 0,5 мм. Для таких складових характерне часткове спучування геленодібного шару, що приводить до суттєвого підвищення теплоізоляційних властивостей і відповідно покращенню вогнезахисних властивостей шару. З іншого боку, покриття з великим вмістом силікату при нагріванні на відкритому полум'ї частково відшаровується. У разі малої

товщини шару це приведе до оголення поверхні деревини і відповідно невисокої вогнезахисної дії. У разі більшої товщини шару відшаровування не досягає поверхні деревини і такі складові мають підвищені вогнезахисні властивості.

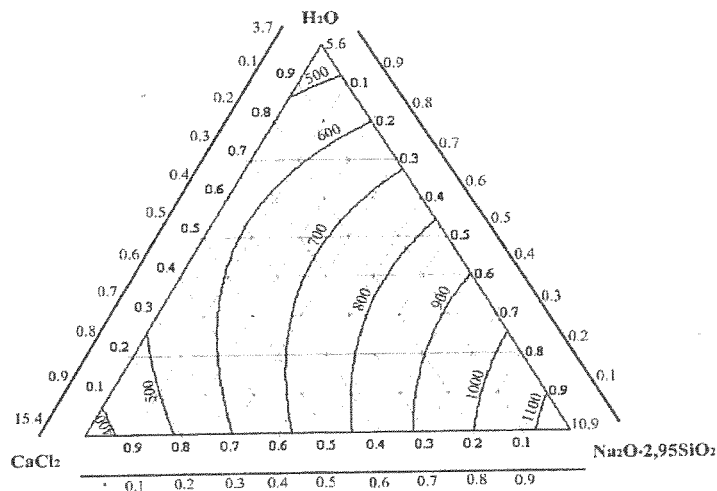


Рис. 3. Діаграма для визначення часу займання (в секундах) зразків при товщині гелю 0,8 мм в умовах змінюваного масового складу

Результати проведених експериментальних досліджень свідчать про те, що ефективність вогнезахисту помітно зростає при товщині шару гелю більше 0,5 мм. Обробка поверхонь відклику шляхом побудови ізоляційного шару дозволила отримати діаграми для визначення часу займання зразків при фіксованій товщині шару у змінюваному масовому складі (рис.3)

**Висновки.** Результати експериментальних досліджень свідчать про доцільність використання гелеутворюючих складових для захисту поверхонь у зоні теплового впливу пожежі безпосередньо при проведенні боротьби з вогнем. Пропонується використання складових з великим вмістом силікатної складової і утворення шару гелю на поверхнях, які захищають, товщиною більше 0,5 мм. Використання гелеутворюючих складових дозволить зменшити збитки від залучення додаткових сил та засобів пожежних підрозділів для захисту суміжних з пожежею поверхонь та об'єктів, а також від втрати води, що подається на охолодження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тарахно О.В., Шаршанов А.Я. Фізико-хімічні основи використання води в пожежній справі. Навчальний посібник. Харків, 2004. – 252 с.
2. Пат. 60882 Україна, МКІ 7А62С1/00. Спосіб гасіння пожежі та склад для його здійснення / Борисов П.Ф., Росоха В.О., Абрамов Ю.О., Кірсев О.О., Бабенко О.В. (Україна). АПБУ.-№ 2003032600. Заявл. 25.03.2003; опубл. 15.10.2003, бюл. № 10, 2003.
3. Кірсев О.О., Бабенко О.В. Оптимізація складу гелеутворюючих вогнегасних систем. “Проблеми пожежної безпеки”, вип. 15,- 2004, , с.103-106.
4. Кірсев О.О., Бабенко О.В., Муравйов С.Д. Використання гелеутворюючих систем для попередження, локалізації та ліквідації пожеж та загорянь. “Хранение и переработка зерна”, 2003, № 12 (54), с.52-54.
5. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
6. Рузинов Л.П., Слободчикова Р.И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – М.,: Химия, 1980. – 280 с.