

*О.В. Савченко, ад'юнкт, УЦЗУ,  
О.О. Кіреєв, канд. хіміч. наук, доцент УЦЗУ,  
Ю.В. Луценко, канд. техн. наук, доцент УЦЗУ*

## **ВОГНЕЗАХИСНА ДІЯ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧОЇ СИСТЕМИ СИЛКАТ НАТРІЮ – ХЛОРИД КАЛЬЦІУ НА ВИРОБИ З ТЕКСТИЛЮ**

(представлено д-ром техн. наук В.М. Комяк)

Представлені результати експериментальних досліджень вогнезахисної дії гелевих плівок на текстильні матеріали. Вогнезахисна дія гелеутворюючих покриттів порівняна з вогнезахисною дією води та води з добавками піноутворювачів.

**Постановка проблеми.** Найбільш поширеним засобом гасіння житлових приміщень є вода. Це пояснюється її доступністю легкістю подачі, дешевизною та відсутністю токсичної дії на людину. Але внаслідок великого поверхневого натягу та незначної в'язкості, використання води при гасінні приводить до великих втрат вогнегасної речовини та додаткових збитків від заливу розташованих нижче поверхів. За даними роботи [1], у м. Москва у 1999 р. на цілі пожежогасіння було витрачено 499941 м<sup>3</sup> води. Коефіцієнт використання води на пожежогасіння складає декілька відсотків [2, 3]. З аналізу цих робіт ми прийшли до висновку, що приблизно 450000 м<sup>3</sup> води не приймали участі в ліквідації пожеж, а навпаки стали причиною додаткових збитків.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** В роботі [4] було проаналізовано основні шляхи підвищення ефективності рідинних засобів пожежогасіння та запропоновано використовувати гелеутворюючі системи (ГУС) для ліквідації пожеж у житловому секторі. З аналізу роботи [5] отримані данні стосовно кількісного та якісного складу горючого завантаження в квартирах та кількості тепловиділення при його горінні (табл. 1).

Аналіз виявив: 41,9% загальної маси горючого завантаження в квартирі складається з текстильних матеріалів, як окремо (штори, одяг ін.) так і у складі виробів (меблів, покриттів та ін.)

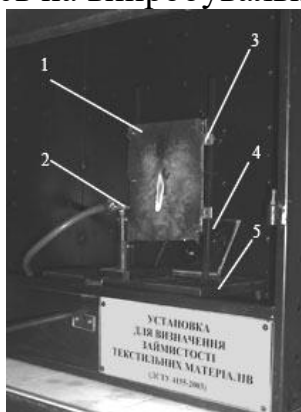
Раніше було досліджено вогнезахисну дію ГУС на деревину та на матеріали на її основі [6, 7].

**Таблиця 1 Середнє горюче навантаження трьохкімнатної квартири**

Горюче завантаження (матеріал)	Загальна кімната		Спальня №1		Спальня №2		Загалом у квартирі	
	Маса, кг	Тепловиділення, МДж	Маса, кг	Тепловиділення, МДж	Маса, кг	Тепловиділення, МДж	Маса, кг	Тепловиділення, МДж
Деревина	381,6	4541	229	2213,4	191,5	2278,6	802,1	9033
%	49,8	30,7	48,5	32,6	41,2	29	47,1	29,2
Килимове покриття	62	1717,4	38	1052,6	32	886,4	132	3656,4
%	8,1	11,6	8	12,6	6,9	11,3	7,8	11,8
Оббивний	218	6387,5	169	3220,7	194	2842,1	581	12450,3
%	28,4	43,1	35,8	38,5	41,8	36,2	34,1	40,3
Пластмаса	105	2166	36,6	1390,8	47	1784,5	188,6	5340,5
%	13,7	14,6	7,7	16,63	10,1	22,7	11,1	17,3
Загалом	766,6	14811,8	472	8362,2	464,5	7850,4	1703,1	30924,4

**Постановка задачі та її розв'язання.** Виходячи з наведеного аналізу, була поставлена задача з'ясувати вогнезахисну дію гелевих плівок на вироби з текстилю. Кількість різновидів текстильних матеріалів у квартирах дуже велика. Дослідження проводились на зразках з вовни (поверхнева щільність 300 г/м<sup>2</sup>) та лавсану (поверхнева щільність 160 г/м<sup>2</sup>). Для проведення експерименту за основу було обрано ДСТУ 4155-2003 «Матеріали текстильні. Метод випробування на займистість».

Дослідження проводились на випробувальній установці (рис. 1).



**Рисунок 1 Зовнішній вигляд випробувальної установки**

**1 – зразок; 2 – пальник; 3 – тримач пробі; 4 – дзеркало; 5 – основа установки.**

Зразки виготовлялись розмірами (220±1) мм х (170±1) мм. Перед випробуванням зразки витримувались в сушильній шафі протягом 24 годин за температури (20±1)<sup>0</sup>С, в умовах відносній вологості (65±5) %

згідно з ГОСТ 10681. На поверхню досліджуваного зразка (з боку пальника) методом набризкування наносився ГУС силікат натрію – хлорид кальцію з витратою 1,5 – 2 л/м<sup>2</sup> (на обробку одного зразка витрачалося 35 – 45 мл гелеутворюючого складу). При цьому на поверхні досліджуваного зразка утворювався шар гелю товщиною (1 ÷ 1,5) мм.

Перед початком експерименту, у газовому пальнику встановлювалась витрата газу, при якій висота полум'я становила 40±2 мм. Пальник встановлювався у горизонтальне положення на (40±1) мм вище нижнього краю проби та присувався до проби на відстань (17±1) мм.

Час вогнезахисної дії ГУС фіксувався як час прогару (утворення чорної крапки) на зворотному боці досліджуваного зразка. Прогар спостерігався візуально за допомогою дзеркала, встановленого з тильного боку зразка. Для порівняння використовувались необроблені зразки, зразки, що оброблялись водою та робочими розчинами ПАР методом занурення (час занурення - 1 хвилину).

Час фіксувався за допомогою секундоміра. Час займання зразка розраховувався як середнє з трьох вимірювань.

Дослідження планувались з використанням симплекс-решітчастого плану [8]. Для обробки результатів досліджень склад ГУС був представлений у вигляді трьохкомпонентної системи „каталізатор гелеутворення ( $x_1$ ) – гелеутворювач ( $x_2$ ) — вода ( $x_3$ )”. Для аналізу отриманої математичної моделі була використана властивість системи

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \text{ (сума масового вмісту компонентів системи дорівнює одиниці).}$$

Однорідність дисперсій перевірялась за критерієм Кохрена, адекватність отриманих математичних моделей перевірялась за допомогою дослідів у додаткових точках, кількість і розташування яких обиралася з розрахунку переходу до плану проведення експерименту вищого рівня.

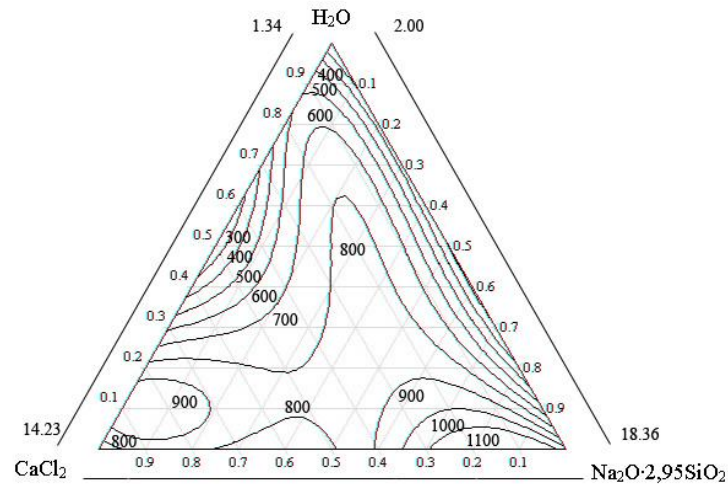
Після обробки експериментальних даних були отримані математичні залежності часу вогнезахисної дії досліджуваних матеріалів від концентраційного складу гелеутворюючої системи

Для вовни обробленою системою  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{CaCl}_2$  (формула 1)

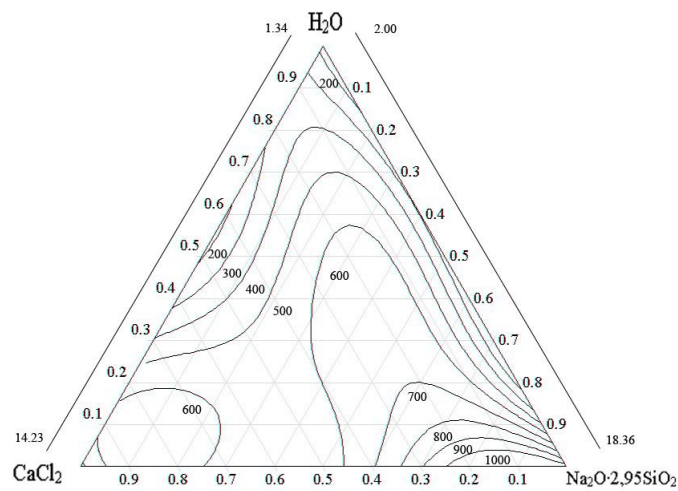
$$\begin{aligned} \tau = & 694 \cdot x_1 + 1034,33 \cdot x_2 + 161,67 \cdot x_3 - 799,34 \cdot x_1 \cdot x_3 - 1204 \cdot x_3 \cdot x_2 - \\ & - 296,66 \cdot x_2 \cdot x_1 - 287,01 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot (x_1 - x_3) + 2321,76 \cdot x_3 \cdot x_2 \cdot (x_3 - x_2) + \\ & + 1092,45 \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot (x_2 - x_1) + 7072,88 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot (x_1 - x_3)^2 - \\ & - 343,04 \cdot x_3 \cdot x_2 \cdot (x_3 - x_2)^2 + 3682,75 \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot (x_2 - x_1)^2 + \\ & + 2790,51 \cdot x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3 + 19286,47 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3^2 + 12916,77 \cdot x_1 \cdot x_2^2 \cdot x_3, \end{aligned} \quad (1)$$

Розраховані значення критерію Стьюдента свідчать про адекватність отриманих моделей.

У результаті обробки поверхні відклику була отримана діаграма „властивість-склад” у вигляді трикутної системи координат з нанесеними кривими рівного рівня (рис.2, 3).



**Рисунок 2** Діаграма залежності часу прогару зразків з вовни від складу ГУС (мас. %)



**Рисунок 3** Діаграма залежності часу прогару зразків з лавсану від складу ГУС (мас. %)

Результати досліджень свідчать: використання ГУС дозволяє збільшити час прогару зразків більше ніж у 33 рази для вовни та у 115 разів для лавсану, у порівнянні з водою (табл. 2).

Таку велику різницю у вогнезахисній дії між вовною та лавсаном можна пояснити кількістю води яку поглинають зразки з цих матеріалів.

Зразки з вовни в середньому мали вагу – 11 г, поглинали  $\approx 9,9$  мл води.  
Зразки з лавсану в середньому мали вагу 5,9 г, поглинали  $\approx 4,1$  мл води.

**Таблиця 2 - Середній час прогару досліджуваних зразків**

Матеріал	Вовна	Лавсан
Класифікація займистості (за ДСТУ 4155-2003)	легкозаймистий	легкозаймистий
Час прогару необробленого зразка, с	11	2
Час прогару зразка обробленого водою, с	35	9
Час прогару зразка обробленого у розчині Снежок-1 (ТУ У 24.5-00230668-006-2001), с	148	13
Час прогару зразка обробленого у розчині Ругоосоол-В (ТЛ № 1002 01. 07. 2003), с	239	16
Час прогару зразка обробленого ГУС, с	до 1168	до 1040

Візуально фіксувалась поведінка зразків матеріалів після відсування пальника. В усіх випадках на зразках оброблених ГУС не спостерігалось стійкого горіння (СГ) після припинення дії полум'я (табл.3), (рис.4).

**Таблиця 3 – Наявність стійкого горіння досліджуваних зразків після усунення джерела запалювання.**

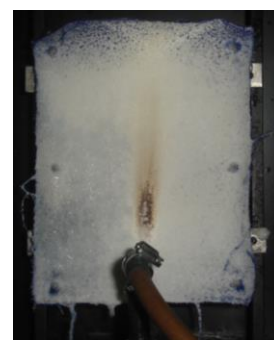
Матеріал	Вовна	Лавсан
Необроблений зразок	СГ	СГ
Зразки оброблені водою	СГ відсутнє	СГ
Зразки оброблені у розчині Снежок-1 (ТУ У 24.5-00230668-006-2001)	СГ відсутнє	СГ
Зразки оброблені у розчині Ругоосоол-В (ТЛ № 1002 01. 07. 2003)	СГ відсутнє	СГ
Зразки оброблені ГУС	СГ відсутнє	СГ відсутнє



1



2



3

**Рисунок 4 Зовнішній вигляд досліджуваних зразків вовни після випробувань**  
**1 – необроблений зразок (час прогару 11 с);**  
**2 – зразок, що занурювався у воду (час прогару 38 с);**  
**3 – зразок оброблений ГУС (час прогару 1159 с).**

**Висновки.** Текстильний матеріал спроможний увібрати в себе обмежену кількість рідинного засобу пожежогасіння, тому вода, навіть з добавками ПАР, не забезпечує його тривалий вогнезахист. Збільшення кількості води яку подають на захист, приводить лише до її проливу. На відміну від рідинних засобів пожежогасіння, ГУС практично на 100% утримуються на захищасмій поверхні, до того ж, товщину гелевої плівки можна регулювати, при необхідності збільшуючи її в особливо небезпечних місцях.

## ЛІТЕРАТУРА

- 1 Абросимов Ю.Г., Подгрушный А.В. Объемы нереализованной воды, используемой на противопожарные нужды в г. Москве // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. Т. 15, №2 – С. 83-86.
- 2 Быков С.А. Анализ тенденций развития огнетушителей // Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. трудов ХИПБ.– Вып.15.– Харьков: Фолио. 2000. – С.47-54.
- 3 Тарахно О.В., Шаршанов А.Я. Фізико-хімічні основи використання води в пожежній справі. - Навчальний посібник – Харків, 2004. – 252 с.
- 4 Киреев А.А., Савченко А.В., Щербина О.Н. Пути совершенствования методов тушения пожаров в жилом секторе // Проблемы пожарной безопасности сб. науч. тр. АГЗУ. – Вып 16.— Харьков: Фолио, 2004. – С. 90 – 94.
- 5 Ми Зуи Тхань Горючая загрузка в современных жилых помещениях // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. Т. 14, №4 – С. 30-37.
- 6 Кіреєв 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.
- 7 Савченко О.В., Кіреєв О.О., Альбоций В.М, Данільченко В.А. Дослідження вогнезахисної дії гелевих плівок на матеріалах розповсюджених у житловому секторі // Проблемы пожарной безопасности сб. науч. тр. АГЗУ. – Вып.18.— Харьков: Фолио, 2005. – С.82 – 86.
- 8 Рузинов Л.П., Слободчикова Р.И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – М., Химия, 1980. – 280 с., ил.