

УДК 614.84

О.В. Савченко, канд. техн. наук, стар. наук. співр., НУЦЗУ

ВПЛИВ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СИСТЕМ НА МАТЕРІАЛИ, ПОШИРЕНІ У ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ

(представлено д-ром техн. наук Абрамовим Ю.О.)

Наведено результати експериментального дослідження впливу гелеутворюючих систем на матеріали, які поширені у житловому секторі. Встановлено, що гелеві плівки легко видаляються механічним способом через 48 годин, не пошкоджуючи поверхню матеріалів.

Ключові слова: гелеутворююча система, житловий сектор, ксерогель пошкодження матеріалів.

Постановка проблеми. Щороку біля 80% пожеж в Україні відбувається у житлових будівлях. Відомо, що практично усі пожежі у квартирах ліквідуються за допомогою води. За думкою Корольченко А.Я., єдиним засобом гасіння житлових приміщень являється вода, при цьому, вона використовується у найменш ефективному вигляді – у вигляді компактних струменів [1]. Тому проблема розробки та впровадження нових вогнегасних речовин, технічних приладів та прийомів їх застосування залишається актуальною.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Одним з шляхів підвищення ефективності пожежогасіння у будівлях є використання гелеутворюючих систем (ГУС) [2]. На сьогодні області гелеутворення встановлені для великої кількості ГУС табл. 1. [3-6].

Таблиця 1 – Значення мінімальних концентрацій гелеутворювачів (ω_1) та каталізатора гелеутворення (ω_2), що викликають швидке гелеутворення

Гелеутворююча система	(ω_1), мас.%	(ω_2), мас.%
$\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\text{--CaCl}_2$	3	4
$\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\text{--MgCl}_2$	5	4
$\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\text{--MgSO}_4$	5	4
$\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\text{--FeSO}_4$	5	8
$\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\text{--FeCl}_3$	7	3
$\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\text{--AlCl}_3$	3,5	3
$\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\text{--Al}_2(\text{SO}_4)_3$	4	8
$\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\text{--NH}_4\text{Cl}$	8	12
$\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\text{--}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	8	12
$\text{CaCl}_2\text{--MgSO}_4$	16	20
NaOH--MgCl_2^*	15	22
NaOH--MgSO_4^*	15	15
NaOH--FeCl_3	12	18
NaOH--AlCl_3	12	20
$\text{NaOH--Al}_2(\text{SO}_4)_3$	12	14
$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{--MgCl}_2$	12	16
$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{--MgSO}_4$	12	4

Примітки:

* – Втрати за рахунок стікання $\approx 15\%$.

Аналіз літератури [3-7] свідчить, що для гасіння та оперативного вогнезахисту будівель житлового фонду найбільш перспективними системами є ті, що складаються з двох розчинів. Перший – водний розчин полісилікату натрію ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$), а другий – водний розчин солі: сульфату алюмінію, сульфату магнію (+2) та хлориду кальцію (+2).

Обмеження застосування будь-якого вогнегасного засобу зумовлено його шкідливою дією на оброблені ним конструкції та обладнання. Отже перед застосуванням нової вогнегасної речовини необхідно проведення досліджень, які засвідчать її безпечність для людини, навколишнього середовища, конструкцій та матеріалів.

Постановка задачі та її розв'язання. Метою роботи є оцінка впливу нанесених гелевих плівок на матеріали, які знаходяться у квартирах. Для вирішення поставленої задачі було проведено експериментальне дослідження дії ГУС (табл. 2) на конструкції та обладнання, які широко представлені у житлових будівлях.

Таблиця 2 – Граничні значення масового вмісту компонентів ГУС

Масовий вміст компонентів гелеутворення	ГУС		ГУС		ГУС	
	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2$	MgSO_4	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2$	CaCl_2
Нижня границя, % мас.	2,2	1,3	3	1,1	1,5	0,6
Верхня границя, % мас.	18,3	13,8	20,3	14,6	20,8	24,9

* – Концентрації вказані з урахуванням розведення при змішуванні компонентів ГУС.

З метою зменшення обсягу експериментальних досліджень використовувався план експерименту для побудови лінійної моделі для трьохкомпонентної суміші [8]. Це дозволило отримати дані дії гелевих плівок як з надлишком гелеутворювача, так і каталізатора гелеутворення. Сума долей всіх компонентів, що складають суміш, дорівнює одиниці, тому факторний простір представлявся у вигляді правильного симплексу – правильного трикутника. План проведення досліджень являв собою набір точок, що рівномірно розподілені всередині симплексу [8]. Були прийняті наступні позначення: x_1 – масова частка каталізатора гелеутворення у розчині, x_2 – масова частка гелеутворювача у водному розчині, x_3 – масова частка води. Точки плану позначаються цифрами, якими позначається частина даної речовини у системі (табл. 3).

Таблиця 3 – План експерименту для визначення дії ГУС на матеріали, поширені у житловому секторі

Точка	X ₁	X ₂	X ₃
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	1/3	1/3	1/3

Згідно аналізу роботи [9], дослідження проводились на зразках з наступних матеріалів: ламіновані ізоляційно-оздоблювальні плити ДВП з густиною 1100 кг/м³, облицювальні панелі з ПВХ (ТУ У25.2-31982307-002-2004), сосна, плити ДСП з густиною 800 кг/м³. Геометричні розміри зразків наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Геометричні характеристики досліджуваних матеріалів

Геометричні характеристики	ДВП	ДСП	ПВХ	Сосна
Довжина, мм	150	150	150	150
Ширина, мм	60	60	60	60
Товщина, мм	6	10	2	10

У кожній точці плану експерименту ГУС наносився на три зразки для кожного матеріалу. Для відтворення натуральних умов експлуатації поверхні зразків попередньо нічим не оброблялись, зразки знаходились у вертикальному положенні. Нанесення ГУС здійснювалось за допомогою пневмомеханічних розпилювачів ОП-301, розчин подавались під кутом 90⁰ до зразків.

Після утворення на поверхні матеріалу гелевої плівки зразок у вертикальному положенні встановлювався у сушильну шафу таким чином, щоб уникнути контакту з іншими зразками та стінками шафи та кондеціонувався при температурі (20±2)⁰С та відносній вологості (50±5)%. Вплив гелю на матеріали (пошкодження) визначався візуально. Перед початком експерименту було визначено: пошкодженням вважати утворення на поверхні матеріалу поглиблень (виступів) або подряпин, плям, сколов, зміну кольору, волнистості поверхні. З метою встановлення часу, через який оброблена поверхня набуде первісного вигляду, фіксувався час відшарування гелевої плівки. Відшаруванням вважалась втрата шару гелю прямого контакту з половиною площі зразка.

Дослідженнями встановлено: в усіх системах з надлишком силікату гелю добре закріплювався на поверхнях досліджуваних матеріалів, досягаючи товщини від 1 до 8 мм. Вже через 48 годин для

системи $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{CaCl}_2$, а для інших двох систем – через 72 години на ламінованому боці ДВП, ДСП та на панелях ПВХ спостерігався початок відшарування ксерогелю. Ще через 12-15 годин він повністю відшарувався і осипався. Після видалення залишків ксерогелю поверхня зразків залишилась непошкодженою. На зразках з сосни гель усіх систем упродовж 72-120 годин тримався досить міцно, але вже через 6-7 діб тріскався і легко видалявся простим натисканням, остаточне видалення досягалось при використанні мокрої ганчірки. Слідів пошкодження зразків на спостерігалось.

В системі з надлишком хлориду кальцію на зразках з сосни шар гелю залишався вологим (внаслідок гігроскопічності CaCl_2) 48 годин, на ДВП – 13 діб, на ДСП – 15 діб, на плитах ПВХ – 28 діб, після чого відшаровувався та осипався. Упродовж усього часу спостережень гель легко видалявся з поверхонь усіх матеріалів.

Спостереження за поведінкою гелевих плівок, утворених ГУС $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{MgSO}_4$ з надлишком катализатора гелеутворення засвідчило: на зразках з ДВП, ДСП відшарування та осипання ксерогелю починалось через 7-9 діб. В ГУС із сульфатом магнію на плитах ПВХ шар ксерогелю тримався упродовж 14 діб, на зразках сосни – 120 годин. В системі з надлишком сульфату алюмінію відшарування на деревині починалось через 48 годин, осипання – через 60-72 години. Осипання гелю з поверхні ПВХ панелей відбувалось через 10 діб. Гелі, утворені системами з надлишком катализатора гелеутворення, шкоди зразкам не наносили.

При спостереженні за системами з малими концентраціями гелеутворювача та катализатора гелеутворення було виявлено наступне: на ДВП упродовж 12-16 діб шар ксерогелю не втрачав цілісності, але легко видалявся. На усіх інших поверхнях, оброблених ГУС, через 48-72 години гелева плівка тріскалась та вже через 5-6 діб вона руйнувалась. Дослідження дії ГУС в точці 4 плану експерименту дало проміжні результати (табл. 5 – 7).

Таблиця 5 – Дослідні результати часу відшарування ксерогелю ГУС $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{CaCl}_2$

Точка	Час відшарування, доба											
	ДВП			ДСП			Сосна			ПВХ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2,5	2	2	2,5	2,5	2	6	6,5	6	2	2,5	2
2	13	14	13	15	15,5	15	2	2	2	28	27	29
3	12	13	13,5	5	5	4,5	5	6	6,5	6	6	6,5
4	3	4	3,5	5	6,5	5	4	4	4,5	7	7,5	8

Таблиця 6 – Дослідні результати часу відшарування ксерогелю ГУС $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Точка	Час відшарування, доба											
	ДВП			ДСП			Сосна			ПВХ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3	6	6	6	3	2,5	3
2	7	7,5	7	8,5	8,5	8	2,5	2,5	3	10	9,5	11
3	13	14	12,5	4,5	5	5,5	6	6,5	6	5	5,5	5
4	10	12	10	4	5	3,5	5	6	4,5	6	6,5	6,5

Таблиця 7 – Дослідні результати часу відшарування ксерогелю ГУС $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{MgSO}_4$

Точка	Час відшарування, доба											
	ДВП			ДСП			Сосна			ПВХ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	3	2,5	3,5	3,5	3	3	6	7	7	3	3,5	3,5
2	7,5	8	8	9	8,5	9,5	5	5,5	5	14	13	14,5
3	16,5	16	16	5,5	5	6	5	5	6	6	6	6,5
4	11	14	12,5	8	6,5	7	5	5,5	5,5	5	5	6

Висновки. Спостереження за поведінкою ГУС у часі засвідчили: дослідженні системи без механічного впливу осипаються упродовж 2-14 діб після нанесення на поверхню (виключенням є тільки ГУС з надлишком CaCl_2 , нанесена на поверхню ПВХ панелей, осипання настає через 27-29 діб). Видаляти ГУС механічним способом (ганчіркою, віником, шкребком та ін.) можна через 48 годин. Ксерогель, утворений дослідженими системами, легко видаляється і не пошкоджує матеріали, поширені у житлових будівлях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Корольченко А.Я. Проблемы обеспечения пожарной безопасности жилых зданий / А.Я. Корольченко // Пожаровзрывобезопасность. 2004. – Т.13, №6 С. 21-23.
2. Кіреєв О.О. Пути совершенствования методов тушения пожаров в жилом секторе / О.О. Кіреєв, О.Н. Щербина, О.В. Савченко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. АГЗ Украины – Харьков, 2004 – Вып. 16 – С. 90 –94.
3. Абрамов Ю.А. Исследование областей быстрого гелеобразования огнетушащих и огнезащитных систем на основе гидроксидов и карбонатов / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев, К.В. Жерноклёв // Науковий вісник будівництва: Зб. наук. праць. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ, АБУ, 2006. – Вип. 36. – С.190–194.

4. Киреев А.А. Исследование концентрационных областей быстрого гелеобразования в огнетушащих системах на основе силиката натрия / А.А. Киреев, В.М. Романов, Г.В. Тарасова // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2004. – Вып.15. – С.107 – 110.

5. Кіреєв О.О. Дослідження концентраційних областей гелеутворювання вогнегасних складів / О.О. Кіреєв, В.М. Романов, О.В. Бабенко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2003. – Вып.14. – С.109–112.

6. Киреев А.А. Определение областей быстрого гелеобразования в огнетушащих системах $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2\text{-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2\text{-FeSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ / А.А. Киреев, В.М. Романов, А.В. Александров // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2004. – специальный вып. – С.34–37.

7. Кіреєв О.О. Оптимізація складу гелеутворюючих вогнегасних систем / О.О. Кіреєв, О.В. Бабенко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2004. – Вып.15. – С. 103 – 106.

8. Рузинов Л.П. Планирование эксперимента в химии и химической технологии / Л.П. Рузинов, Р.И. Слободчикова. – М., Химия, 1980. – 280 с.

9. Ми Зуи Тхань. Горючая загрузка в современных жилых помещениях // Пожаровзрывобезопасность. 2005. – Т. 14, №4. – С. 30-37.
nuczu.edu.ua

А.В. Савченко

Влияние гелеобразующих систем на материалы, распространенные в жилом секторе.

Представлена информация относительно влияния гелеобразующих систем на материалы, распространенные в жилом секторе. Установлено, что гелевые пленки легко удаляются механическим способом через 48 часов, не нанося повреждений поверхности материалов.

Ключевые слова: гелеобразующая система, жилой сектор, ксерогель, повреждение материалов.

A.V. Savchenko

Effect of gelling systems for materials distributed in the residential sector.

The information concerning the influence of gel-forming systems for materials distributed in the residential sector. Established that the gel film can be easily removed by mechanical means after 48 hours, without causing damage to the surface of materials.

Keywords: gel-forming system, the residential sector, xerogel, damage materials.