

*О.В. Савченко, канд. техн. наук, ст. наук. співр., заст. нач. каф., НУЦЗУ,  
О.О. Островерх, канд. пед. наук, доцент, нач. каф., НУЦЗУ,  
Т.М. Ковалевська, ст. виклад., НУЦЗУ,  
С.В. Волков, ст. виклад., НУЦЗУ*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ ЗАЙМАННЯ ЗРАЗКІВ ДСП,  
ОБРОБЛЕНИХ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧОЮ СИСТЕМОЮ  
 $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$**

(представлено д-ром хім. наук Калугіним В.Д.)

В роботі експериментально визначено залежність часу займання зразків ДСП від концентраційного складу гелеутворюючої системи (ГУС)  $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$  при дії на зразок теплового потоку. Встановлено, що час займання зразків ДСП оброблених ГУС у 2-3 і більше разів перевищує час займання зразків оброблених водою чи розчином ПАР.

**Ключові слова:** гелеутворююча система, поверхнева густина теплового потоку, час займання.

**Постановка проблеми.** Пожежі у житловому секторі є найбільш поширеними у більшості країн світу. Не є виключенням й Україна. За останні роки від 70 до 85% пожеж відбувалось саме у житлових будівлях, на них припадає 95-98% загиблих. Щороку збитки від цих пожеж складають сотні мільйонів гривень. Найбільш поширеною вогнегасною речовиною (ВР) в Україні залишається вода. До недоліків води, як ВР, відносяться великий поверхневий натяг та незначна в'язкість. Наслідком використання води при гасінні є додаткові збитки від заливу розташованих нижче поверхів.

При ліквідації пожеж оперативно-рятувальними підрозділами крім гасіння виконується ще низка робіт, до складу яких входить і захист конструкцій та матеріалів від теплового випромінювання. Це питання особливо актуальне у випадках недостатньої кількості сил та засобів коли головною задачею наявних аварійно-рятувальних підрозділів є стримування розвитку пожежі до прибуття додаткових сил.

При розвиненій пожежі на матеріали, до яких ще не дійшов вогонь, діє потужне теплове випромінювання, внаслідок чого їх займання відбувається ще до того, як до них дійшло полум'я. До того ж, для їх займання достатньо менш потужного джерела запалювання, ніж при нормальних умовах.

В літературних джерелах наведена інформація, що деревина загоряється через 75 с при дії неї теплового потоку з густиною  $18,7 \text{ кВт/м}^2$  та через 25 с при густині  $25,91 \text{ кВт/м}^2$  [1]. В роботі [2] було

запропоновано використовувати ГУС для ліквідації пожеж у житловому секторі. Специфіка об'єктів житлового фонду полягає у великій кількості горючих матеріалів та великій кількості потенційних джерел запалення. Слід відмітити, що деревина та вироби на її основі складають більшу частину горючих матеріалів у сучасних будівлях [3]. Експериментальними дослідженнями впливу різних ГУС на матеріали, які поширені у житловому секторі встановлено, що гелеві плівки легко видаляються механічним способом через 48 годин, не пошкоджуючи поверхню матеріалів [4]. Актуальним питанням є отримання інформації стосовно ефективності ГУС до протидії займанню горючих матеріалів на основі деревини при їх попередньому нагріві.

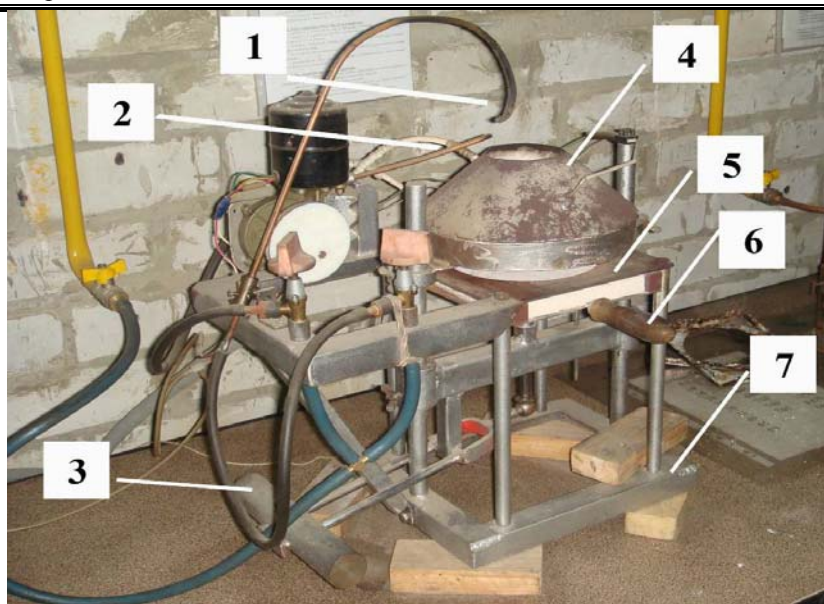
**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Раніше було проведено ряд досліджень вогнезахисних властивостей ГУС на матеріалах поширених у житловому секторі. Враховуючи властивість ГУС втримуватись на вертикальних та похилих поверхнях, в роботі [5] на установці ОТМ були проведені дослідження часу займання зразків целюлозовмісних матеріалів оброблених ГУС  $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ . Результати засвідчили – час займання зразків оброблених ГУС у 7-10 разів перевищує час займання зразків оброблених водою методом занурення. Слід зазначити, що при дослідженнях на установці ОТМ фіксується час за який температура газів у вогневій камері досягне значення  $200^\circ\text{C}$ . Внаслідок особливості конструкції установки зафіксувати безпосереднє займання зразка неможливо. Також слід зазначити, що зразок вводиться у камеру маючи температуру навколишнього середовища, тому ці дослідження не дозволяють з'ясувати вплив попереднього нагріву зразка на час його займання.

В роботі [6] на установці для визначення займистості текстильних матеріалів було визначено час вогнезахисної дії ГУС на матеріалах лавсан та вовна. Було встановлено, що використання ГУС дозволяє збільшити час прогару зразків більше ніж у 33 рази для вовни та у 115 разів для лавсану, у порівнянні з водою. Як і для установки ОТМ дослідження проведені у такий спосіб не дозволяють з'ясувати вплив попереднього нагріву зразка на час його займання.

Проведений аналіз засвідчив, що питання ефективності ГУС для захисту приміщень, яким загрожує полум'я вивчено не в повному обсязі.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Метою роботи є встановлення ефективності ГУС до протидії займанню твердого горючого матеріалу при попередній дії на зразок теплового потоку.

Основою досліджень було обрано метод випробувань за ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96) "Матеріали будівельні. Метод випробування на займистість", який встановлює метод випробування будівельних матеріалів на займистість та класифікацію їх за групами займистості. Використовувалась установка для випробування на займистість (рис.1).



**Рис. 1 – Зовнішній вигляд установки для випробування на займистість: 1 – рухомий пальник; 2 – допоміжний стаціонарний пальник; 3 – важіль з противагою; 4 – радіаційна панель з нагрівальним елементом; 5 – захисна плита; 6 – тримач зразка; 7 – основа опорної станини**

Суть методу полягає у визначенні параметрів займистості матеріалу при заданих стандартом рівнях впливу на поверхню зразка, променистого теплового потоку та полум'я від джерела запалювання.

Спираючись на результати попередніх експериментів, для визначення дії ГУС на займистість були обрані склади з наступними концентраціями:

$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$  – 6,41%,  $\text{CaCl}_2$  – 9,33% склад ГУС який забезпечує максимальне значення часу вогнезахисної дії для ДСП визначений на установці ОТМ [5].

$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$  – 16,56%,  $\text{CaCl}_2$  – 2,76% склад ГУС який забезпечує максимальне значення часу вогнезахисної дії для лавсану визначений на установці для визначення займистості текстильних матеріалів [6]

$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$  – 3,63%,  $\text{CaCl}_2$  – 7,79%, концентраційний склад ГУС обраний виходячи з мети мінімізації найбільш коштовної речовини – силікату натрію.

Обрані склади наносились на зразки з витратою, яка забезпечувала нанесення шару гелю 1 та 2 мм. Товщина шару гелю визначалась гравіметричним методом.

Враховуючи специфіку оздоблення сучасних квартир, дослідження проводились на матеріалі ДСП, згідно [7], з густиною  $800 \text{ кг/м}^3$ . Зразки виготовлялись у формі квадратів розмірами 165 мм x 165 мм, середньою товщиною 16 мм. Перед початком експерименту зразки кондеціонувались до досягнення постійної маси при температурі  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  та відносній вологості  $(50 \pm 5)\%$ . На одну з поверхонь досліджуваного зразка методом набризкування наносився ГУС силікат натрію-хлорид

кальцію у кількості, яка відповідала плану експерименту. Після цього зразок обгортався листом алюмінієвої фольги (номінальна товщина 0,2мм), у центрі якого вирізаний отвір діаметром 140 мм.

Перед початком експерименту рухомий пальник встановлювався у вихідне положення, регулювалась витрата газу (19–20 мл/хв) та повітря (160–180 мл/хв), що подають у рухомий пальник. Вмикалось електроживлення, і по регулюючому термоелектричному перетворювачу задавалась величина термоЕРС, що відповідала ПГТП 30 кВт/м<sup>2</sup> та 20 кВт/м<sup>2</sup> відповідно. Екранувальна пластина розташовувалась на захисній плиті, зразок розташовувався у тримачі, встановлювався на рухому платформу, вмикався механізм рухомого пальника, видалялась екранувальна пластина та вмикався секундомір. Фіксувався час спалахування зразка, після чого дослід припинявся.

Дослідження проводились серіями з трьох опитів. Для порівняння використовуються необроблені зразки, а також зразки, що обробляються водою та робочим розчином піноутворювача Снежок-1 (ТУ У 24.5-00230668-006-2001) методом занурення (час занурення – 1 хвилина).

Під час дослідів спостерігалось, що під дією теплового потоку необроблені зразки, оброблені водою та розчином ПАР вже через 10-15 секунд починають інтенсивно випаровувати вологу та звуглюватися. Після початку займання наступало стійке горіння по усій площі зразка, не прикритого фольгою. Зразки оброблені ГУС під дією теплового потоку інтенсивно втрачали вологу, при цьому до моменту утворення ксерогелю спостерігалось гасіння рухомого пальника парами, які виходили з шару гелю. В подальшому поверхня, оброблена ГУС Na<sub>2</sub>O·2,95SiO<sub>2</sub> – 6,41%, CaCl<sub>2</sub> – 9,33%, та Na<sub>2</sub>O·2,95SiO<sub>2</sub> – 3,63%, CaCl<sub>2</sub> – 7,79%, покривалася щільною сіткою тріщин, через які виходили горючі продукти термодеструкції, що приводило до займання. Гелеві плівки з надлишком силікату натрію Na<sub>2</sub>O·2,95SiO<sub>2</sub> – 16,56%, CaCl<sub>2</sub> – 2,76% покривались менш густою сіткою тріщин, спостерігалось спучення, яке, на нашу думку, є визначальним до того, що час займання зразків, оброблених при цій концентрації, був найбільший (табл. 1-2), (рис 2-3).

**Таблиця 1**  
**Дослідні результати часу займання зразків з ДСП при ПГТП 30 кВт/м<sup>2</sup>**

Вид РЗП	Час займання τ, с			Середній час, τ <sub>ср</sub> , с	Дисперсія, S <sub>ц</sub> <sup>2</sup>
	1	2	3		
Необроблений зразок	49	48	49	48,67	0,33
Оброблений водою	51	55	52	52,67	4,33
Оброблений розчином Снежок-1	53	57	56	55,33	4,33
Na <sub>2</sub> O·2,95SiO <sub>2</sub> - 6,41%, CaCl <sub>2</sub> - 9,33% 1мм	122	128	116	122,00	36,00
Na <sub>2</sub> O·2,95SiO <sub>2</sub> - 6,41%, CaCl <sub>2</sub> - 9,33% 2мм	159	160	166	161,67	14,33
Na <sub>2</sub> O·2,95SiO <sub>2</sub> - 16,56%, CaCl <sub>2</sub> - 2,76% 1мм	111	115	117	114,33	9,33
Na <sub>2</sub> O·2,95SiO <sub>2</sub> - 16,56%, CaCl <sub>2</sub> - 2,76% 2мм	181	176	175	177,33	10,33
Na <sub>2</sub> O·2,95SiO <sub>2</sub> - 3,63%, CaCl <sub>2</sub> - 7,79% 1мм	106	105	101	104,00	7,00

$\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - 3,63\%$ , $\text{CaCl}_2 - 7,79\%$ 2мм	111	107	108	108,67	4,33
---	-----	-----	-----	--------	------

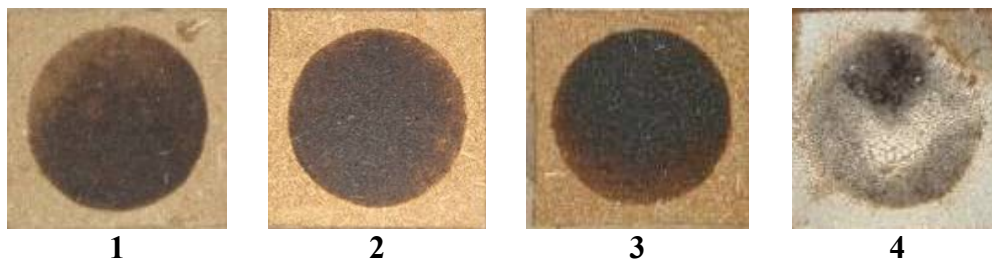


Рис 2 – Зовнішній вигляд досліджуваних зразків ДСП після випробувань при ПГТП 30 кВт/м<sup>2</sup>: 1 – необроблений зразок (час займання 49 с); 2 – зразок, що занурювався у воду (час займання 51 с); 3 – зразок, що занурювався у розчин ПАР (час займання 57 с); 4 – зразок оброблений ГУС  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - 16,56\%$ ,  $\text{CaCl}_2 - 2,76\%$  товщина 2 мм (час займання 181 с).

Таблиця 2  
Дослідні результати часу займання зразків з ДСП при ПГТП 20 кВт/м<sup>2</sup>

Вид РЗП	Час займання $\tau$ , с			Середній час, $\tau_{\text{ср}}$ , с	Дисперсія, $S_u^2$
	1	2	3		
Необроблений зразок	60	61	58	59,67	2,33
Оброблений водою	80	84	81	81,67	4,33
Оброблений розчином Снежок-1	90	92	95	92,33	6,33
$\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - 6,41\%$ , $\text{CaCl}_2 - 9,33\%$ 1мм	196	183	185	188,00	49,00
$\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - 6,41\%$ , $\text{CaCl}_2 - 9,33\%$ 2мм	218	210	225	217,67	56,33
$\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - 16,56\%$ , $\text{CaCl}_2 - 2,76\%$ 1мм	165	180	174	173,00	57,00
$\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - 16,56\%$ , $\text{CaCl}_2 - 2,76\%$ 2мм	315	301	298	304,67	82,33
$\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - 3,63\%$ , $\text{CaCl}_2 - 7,79\%$ 1мм	132	131	135	132,67	4,33
$\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - 3,63\%$ , $\text{CaCl}_2 - 7,79\%$ 2мм	158	160	164	160,67	9,33

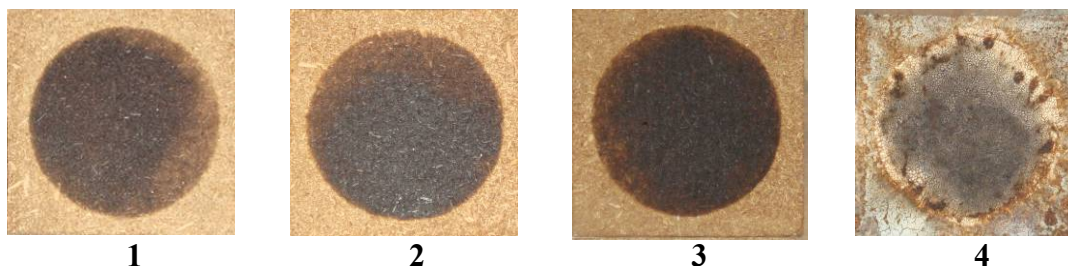


Рис. 3 – Зовнішній вигляд досліджуваних зразків ДСП після випробувань при ПГТП 20 кВт/м<sup>2</sup>: 1 – необроблений зразок (час займання 61 с); 2 – зразок, що занурювався у воду (час займання 84 с); 3 – зразок, що занурювався у розчин ПАР (час займання 90 с); 4 – зразок оброблений ГУС  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2 - 16,56\%$ ,  $\text{CaCl}_2 - 2,76\%$  товщина 2 мм (час займання 301 с).

**Висновки.** У проведених дослідженнях використання води та розчину ПАР практично не вплинули на час займання зразків ДСП при ПГТП 30 кВт/м<sup>2</sup>. Тільки при значенні ПГТП 20 кВт/м<sup>2</sup> використання розчину піноутворювача дозволило збільшити час займання на 50%. В усіх випадках при використанні ГУС час займання зразків був

значно більший. Використання ГУС дозволяє збільшити час займання зразків ДСП у 2-3,2 рази більше, ніж використання ПАР при ПГТП 30 кВт/м<sup>2</sup> та у 2-3,3 рази при ПГТП 20 кВт/м<sup>2</sup>.

Під час теплового впливу вода, навіть з добавками ПАР, не забезпечує тривалий захист горючого матеріалу. Збільшення кількості води яку подають на захист, приводить лише до її проливу. На відміну від рідинних засобів пожежогасіння, ГУС практично на 100% утримуються на захищаємій поверхні, до того ж, товщину гелевої плівки можна регулювати, при необхідності збільшуючи її в особливо небезпечних місцях. Саме цю перевагу можна використовувати при гасінні пожеж різних об'єктів особливо за умови недостатньої кількості сил, засобів або дефіциту води.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абдурагимов И.М. Физико-химические основы развития и тушения пожаров / И.М. Абдурагимов, В.Ю. Говоров, В.Е. Макаров // М.: ВИПТШ МВД СССР. 1980. – 256с.

2. Киреев А.А. Пути совершенствования методов тушения пожаров в жилом секторе / А.А. Киреев, А.В. Савченко, О.Н. Щербина // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2004. – Вып 16. – С. 90 – 94.

3. Ми Зуи Тхань. Горючая нагрузка в современных жилых помещениях // Пожаровзрывобезопасность. – т. 14, №4. – С.30-37.

4. Савченко О.В. Вплив гелеутворюючих систем на матеріали, поширені у житловому секторі / О.В. Савченко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2010. – Вып. 27. – С.186 – 191.

5. Савченко О.В. Дослідження вогнезахисної дії гелевих плівок на матеріалах, розповсюджених у житловому секторі / О.В. Савченко, О.О. Кіреєв, В.М. Альбоций, В.А. Данільченко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. АГЗ Украины – Харьков, 2006 – Вып. 19. – С. 127 – 131.

6. Савченко О.В. Вогнезахисна дія гелеутворюючої системи силікат натрію – хлорид кальцію на вироби з текстилю / О.В. Савченко О.О., Кіреєв Ю.В. Луценко // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. УГЗ Украины – Харьков, 2007 – Вып. 21. – С.228 – 233.

7. Плиты древесностружечные. Технические условия: ГОСТ 10632-89 – Взамен ГОСТ 10632-77 – [Чинний від 1989-02-02]; – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. – 10 с.

nuczu.edu.ua

А.В. Савченко, О.А. Островерх, Т.М. Ковалевська, С.В. Волков

**Исследование времени возгорания образцов ДСП, обработанных гелеобразующей системой  $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ .**

В работе экспериментально определена зависимость времени воспламенения образцов ДСП от концентрационного состава гелеобразующей системы  $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$  при воздействии на обоазец теплового потока различных. Установлено, что использование гелеобразующей системы увеличивает время возгорания образ-

ца ДСП в 2-3 более и раз по сравнению с образцом обработанным ПАВ.

**Ключевые слова:** гелеобразующая система, поверхностная плотность теплового потока, время воспламенения.

O.V. Savchenko, O.O. Ostroverx, T.M. Kovalevska, S.V. Wolkov

**Study of particleboard samples ignition time, preprocessed gel-forming system  $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ .**

We experimentally determined the dependence of ignition time from the DSP samples the concentration of the gel-forming system  $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$  at the action, such as heat flow. Set-lished that the time of ignition of samples treated with DSP Huss 2-3 or more times the time of ignition of samples treated with water or surfactant solution.

**Keywords:** gel-forming system, the surface density of those pilaf-stream time of ignition.