

УДК 666.762.1:698.9.03+614.842

*Гузій С.Г., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.,
Кривенко П.В., докт. техн. наук, професор,
Кравченко А.В., студентка,
Науково-дослідний інститут в'язучих речовин
і матеріалів ім. В.Д. Глуховського Київського
національного університету будівництва і
архітектури, м. Київ, Україна*

ЗАХИСТ ДЕРЕВИНИ ВІД ЗАЙМИСТОСТІ ПОКРИТТЯМИ НА ОСНОВІ ЛУЖНИХ ГІДРОАЛЮМОСИЛІКАТІВ

Нагрівання деревини відкритим полум'ям протягом 1-2 хв. до температури близько 210°C призводить до її займистості, критеріальною характеристикою якої є масова швидкість вигорання. Для більшості порід деревини, що використовуються в будівництві, мінімальна величина швидкості вигорання вогнезахисної деревини становить величину 0,0032 кг/сек×м² [1]. На сьогодні не всі відомі способи вогнезахисту деревини відповідають цьому критерію. Зазвичай розроблені склади антипіренів та покриттів, в залежності від глибини просочування та товщини покриття, забезпечують 1 та 2 групи займистості [2]. Особливо перспективними є неорганічні покриття, здатні до спучення з утворенням теплопровідного бар'єру, наприклад "Сіофарб", і які забезпечують 2 групу займистості матеріалу (В2). Основним недоліком даного покриття є втрата адгезійної здатності до деревини з наступним осипанням.

Розробка ефективних і довговічних покриттів, які характеризуються високою адгезійною здатністю до поверхні деревини та забезпечують мінімальну швидкість вигорання, є актуальною для матеріалознавців і становить мету досліджень в даній роботі. До таких покриттів можна віднести екологічно безпечні теплоізоляційні, та покриття здатні до спучення, на основі лужних алюмосилікатів теоретичні основи яких розроблені в НДІВМ ім. В.Д. Глуховського. В основу дії таких покриттів закладений принцип направленої формування в структурі матеріалу цеолітоподібних утворень типу гейландиту, які за умов температур від 150 до 500°C здатні утворювати алюмосилікатний пористий камінь [3-7].

Для захисту деревини від займистості використовували захисні матеріали (табл. 1) на основі лужної алюмосилікатної суспензії виду $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6\text{SiO}_2 \times 20\text{H}_2\text{O}$, яку отримували в умовах кавітаційної обробки ($P=1,8-4,2$ атм., $\tau=10$ хв., $T=45^\circ\text{C}$) в 2010 році [8-10].

У якості заповнювачів для теплоізоляційних і покриттів, що спучуються, використовували алюмосилікатні мікросфери діаметром 10-350 мкм та алюмосилікатні гранули складу $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6\text{SiO}_2 \times 20\text{H}_2\text{O}$ діаметром 0,63-2,5 мм.

Таблиця 1 - Склади захисних покриттів

Компоненти	Розроблені покриття	
	№1 (теплоізоляційне)	№2 (що спучується)
Лужна алюмосилікатна суспензія, %	56,4	64,29
Заповнювач:		
мікросфери, %	35,6	-
алюмосилікатні гранули, %	-	28,57
Затверджувач (вапняк), %	8,0	7,14

Вихідні компоненти захисних покриттів перемішували в змішувачі примусової дії протягом 5 хв. Зразки деревини - бруски сосни та берези розмірами 35×50×150 і 35×40×150 мм, покривали лужними алюмосилікатними композиціями товщиною, відповідно, 0,5, 2 і 19 мм по всій поверхні.

Після затвердження захисних покриттів, їх здатність до займистості визначали згідно основних вимог ДСТУ Б В.1.1-2-97 – дією полум'я бензинового пальника протягом 120 сек на установці (рис. 1).

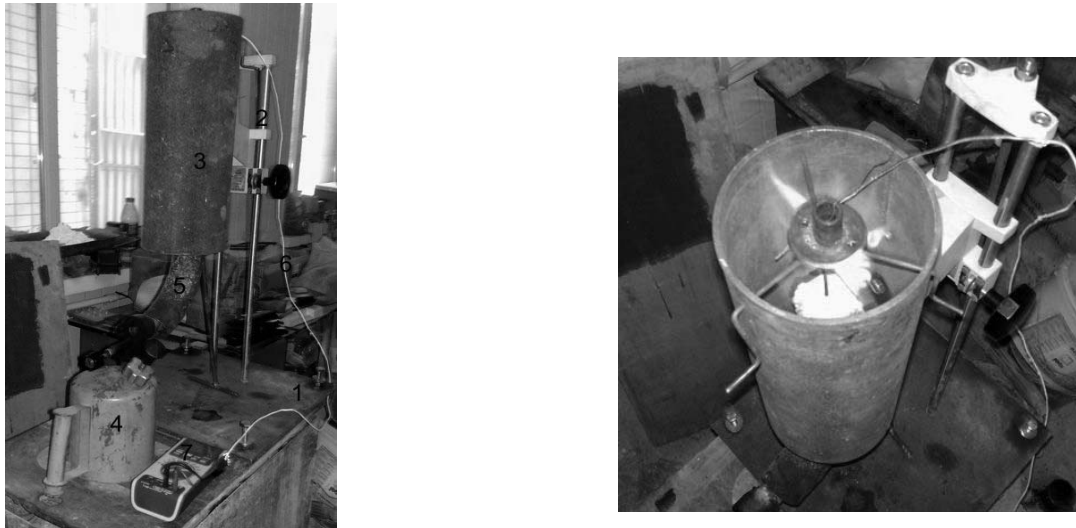


Рисунок 1 - Схема установки по визначенню швидкості вигорання зразків деревини (показник займистості): 1 – плита; 2 -кронштейн; 3 – випробувальна труба; 4 – бензиновий пальник; 5 – Г-подібна перехідна труба; 6 –термопара ТХА; 7 – цифровий мультиметр

Швидкість вигорання (показник займистості) вираховували за формулою [1]:

$$v = \frac{\Delta m}{\tau \cdot S},$$

де v – швидкість вигорання зразків деревини, кг/сек×м²;
 Δm – втрата маси зразка після випробувань, кг;
 τ - час випробувань, сек;
 S – площа поверхні зразка, м².

У якості порівняння швидкості вигорання використовували покриття “Сіофарб”, яке отримане на основі натрієвого розчинного скла.

Зовнішній вигляд зразків до та після випробувань наведено на рис. 2, а залежність швидкості вигорання від часу експозиції – на рис. 3.

У результаті випробувань при тепловому потоку полум'я 35 кВт/м² встановлено, що незахищені зразки деревини під дією полум'я бензинового пальника займаються вже на 20 секунду випробування: для сосни швидкість вигорання становить 0,0063 кг/сек×м², для берези – 0,0105 кг/сек×м², втрата маси, відповідно, 0,022 і 0,032 кг (табл. 2), деревина обвуглюється, з'являється дим.

На зразках, покритих лужною алюмосилікатною суспензією з затверджувачем, поява диму фіксується на 80 сек. випробувань, покриття частково руйнується, але зразки не займаються; швидкість вигорання становить: для сосни 0,005 кг/сек×м², для берези – 0,0083 кг/сек×м², втрата маси, відповідно, 0,018 0,026 кг.

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

На зразках, покритих теплоізоляційним покриттям, поява диму фіксується на 110 сек. випробувань: для сосни швидкість вигорання становить $0,0041 \text{ кг/сек}\times\text{м}^2$, для берези – $0,0063 \text{ кг/сек}\times\text{м}^2$, втрата маси, відповідно, $0,016$ і $0,022 \text{ кг}$.

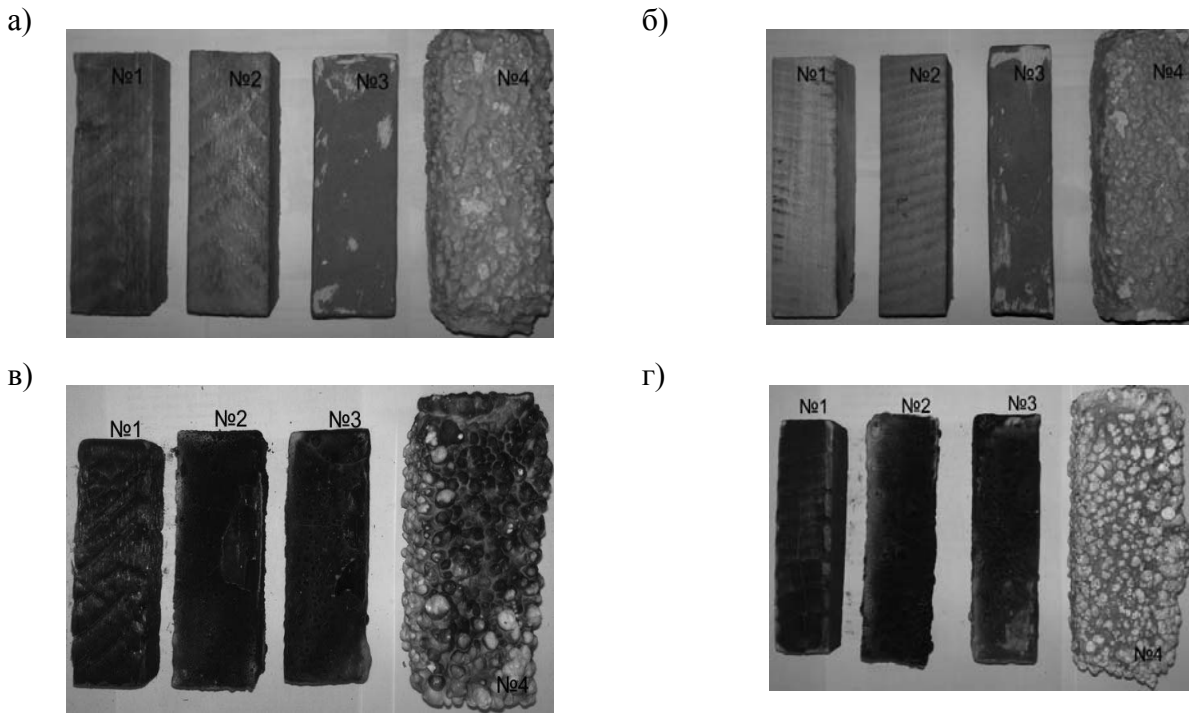


Рисунок 2 - Зовнішній вигляд зразків перед (а, б) та після (в, г) випробувань на займистість: а – сосна; б – береза.

Позначення: 1 – зразок без покриття; 2 – зразок, який покритий лужною алюмосилікатною суспензією з затверджувачем; 3 – теплоізоляційне покриття; 4 – покриття, що спучується

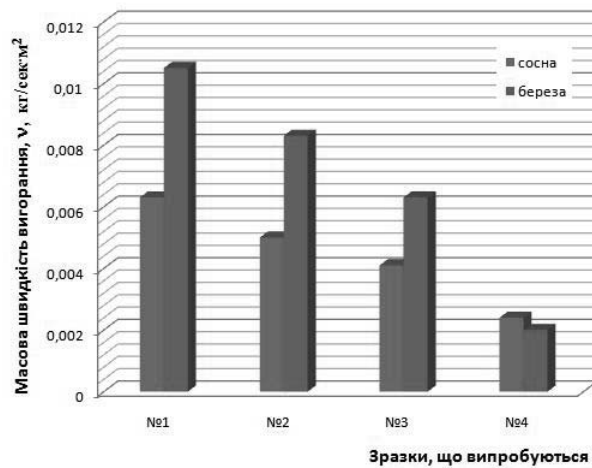


Рисунок 3 - Діаграма зміни швидкості вигорання v (кг/сек×м²) зразків із сосни та берези при тривалості експозиції $\tau=120$ сек.

Позначення: 1 – зразок без покриття; 2 – зразок, який покритий лужною алюмосилікатною суспензією з затверджувачем; 3 – теплоізоляційне покриття; 4 – покриття, що спучується

На зразках деревини з покриттям, що спучується, навіть на 120 сек. випробувань, появи диму не спостерігається, покриття спучується (рис. 2, в, г), втрата маси ($0,016 \text{ кг}$) відбувається за рахунок

видалення хімічно зв'язаної води, швидкість вигорання становить (умовно): для сосни 0,0024 кг/сек \times м², для берези – 0,002 кг/сек \times м². На зразках деревини, покритих “Сіюфарбом”, поява диму фіксується на 75 сек. випробувань, швидкість вигорання для сосни становить 0,0043 кг/сек \times м², для берези – 0,0066 кг/сек \times м², втрата маси, відповідно, 0,017 і 0,023 кг.

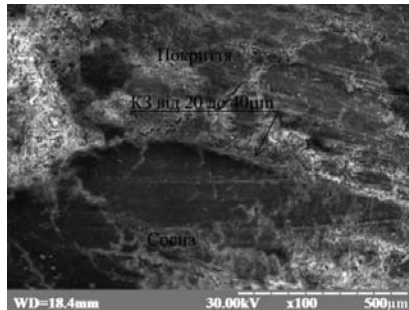
Таблиця 2 – Втрата маси зразків деревини в результаті випробувань

Тип захисного покриття та товщина нанесення	Втрата маси деревини, Δm , кг		Група горючості	Група займистості
	сосна	береза		
Без покриття	0,022	0,032	Г4	-
Покриття на основі лужної алюмосилікатної суспензії, 0,5 мм	0,018	0,026	Г1	В3
Теплоізоляційне покриття, 2 мм	0,016	0,022	Г1	В2
Покриття, що спучується, 19 мм	0,016	0,016	Г1	В1
“Сіюфарб”, 2 мм	0,017	0,023	Г1	В2

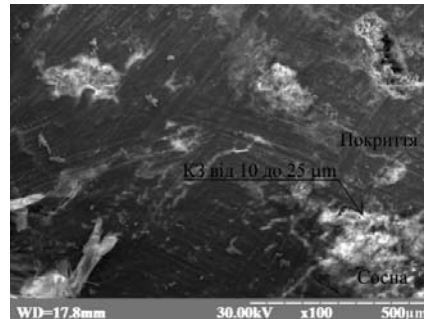
По даним електронної мікроскопії (рис. 4-5) в розроблених складах захисних покриттів змінюється ширина контактної зони, величина якої впливає на проникність пориттів в структуру деревини та відповідає за адгезійні властивості. До вогневої дії ширина контактної зони “захисне покриття – сосна” становить від 20 до 30 мкм для покриття, що спучується (рис. 4, а), і 25-65 мкм для теплоізоляційного покриття (рис. 4, в).

Після вогневих випробувань, в результаті ущільнення поризованої алюмосилікатної матриці, ширина контактної зони зменшується: для покриття, що спучується (рис. 4, б) становить 10-25 мкм, для теплоізоляційного покриття (рис. 4, г) – 15-35 мкм.

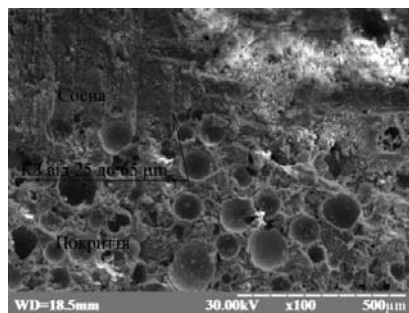
а)



б)



в)



г)

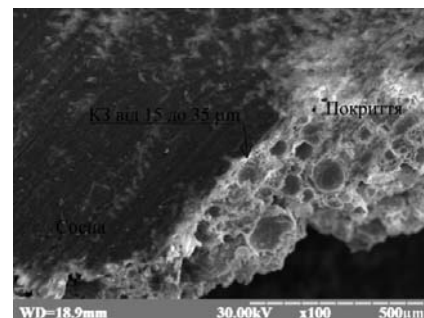


Рисунок 4 - Електронні мікрофотографії контактної зони “захисне покриття – сосна” до (а, в) та після (б, г) вогневої дії: покриття, що спучується (а, б); теплоізоляційне (в, г)

Трохи інша закономірність спостерігається для зміни ширини контактної зони “захисне покриття – береза”. До вогневої дії ширина контактної зони становить від 10 до 25 мкм для покриття, що спучується (рис. 5, а), і 30-50 мкм для теплоізоляційного покриття (рис. 5, в).

Після вогневих випробувань, в результаті ущільнення поризованої алюмосилікатної матриці, ширина контактної зони зменшується: для покриття, що спучується (рис. 5, б) становить 35-65 мкм, для теплоізоляційного покриття (рис. 5, г) – 15-30 мкм.

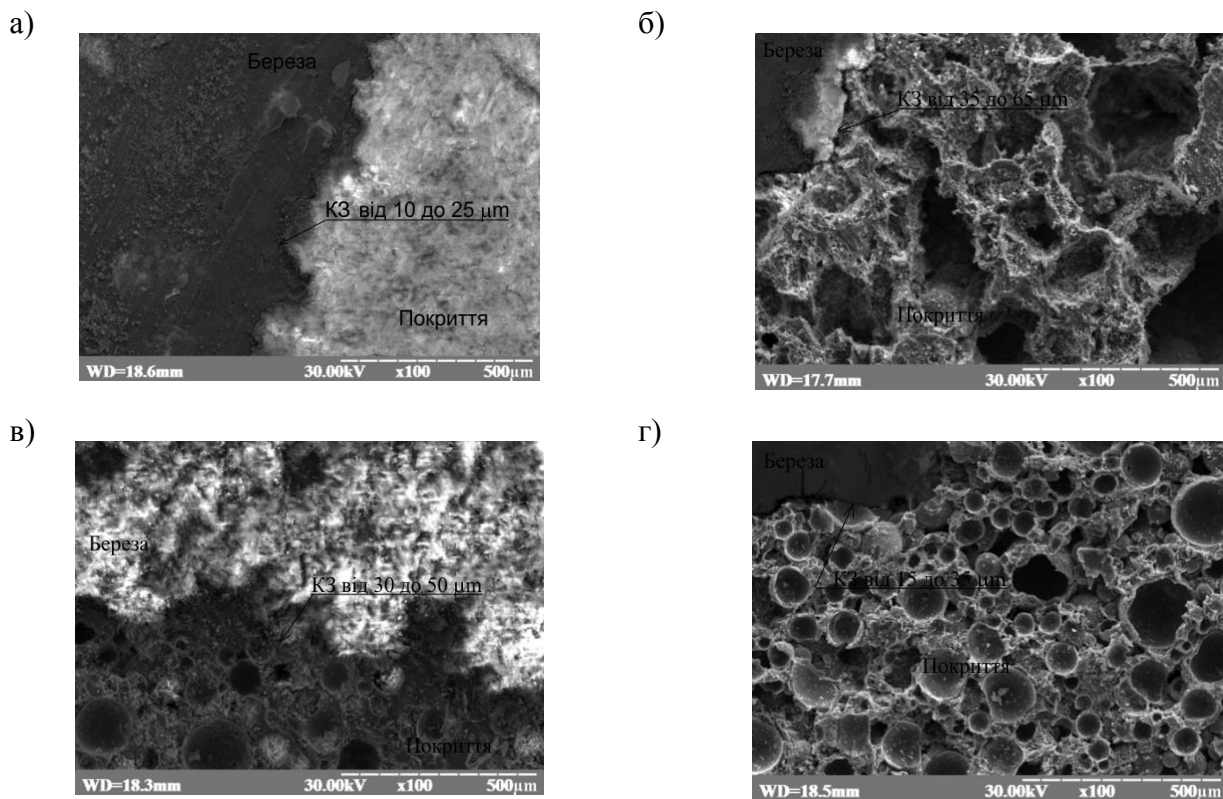


Рисунок 5 - Електронні мікрофотографії контактної зони “захисне покриття – береза” до (а, в) та після (б, г) вогневої дії: покриття, що спучується (а, б); теплоізоляційне (в, г)

Дані розбіжності в значеннях ширини контактної зони пояснюються різною структурою та хімічним складом зразків деревини, що випробувались.

Аналіз отриманих даних показує, що зразки деревини, які покриті захисним алюмосилікатним покриттям, що спучується, характеризується мінімальним значенням швидкості вигорання 0,002 - 0,0024 кг/сек×м², яка в 1,3-1,6 рази менше від критеріальної (0,0032 кг/сек×м²) і в 1,8-3,3 рази менше від аналогу незважаючи на різницю в товщинах покриттів. По своїм характеристикам розроблені склади захисних покриттів відносяться до групи горючості Г1, а по займистості – до групи В1.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення кінетики зміни адгезійної спроможності розроблених складів захисних покриттів до деревинної основи у часі, визначенні коефіцієнтів теплопровідності та оптимальної товщини нанесення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жартовський В.М. Профілактика горіння целюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика. / В.М. Жартовський, Ю.В. Цапко – К.: ДП “Друкарня МВС України”, 2006. – 248 с.
2. Гузий С.Г. Защита древесины от горения геополимерными композициями / С.Г. Гузий, П.В. Кривенко // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка: наук.-техн. зб. - № 41 - 2011. - С. 56-64.
3. Fireproof coatings on the basis of alkaline aluminum silicate systems / [Krivenko P.V., Pushkareva Y.K., Sukhanevich, M.V., Guziy S.G.] // Ceramic Engineering and Science Proceedings. - 29(10). - 2009. - P. 129-142.
4. Гузий С.Г. Захист деревини лужними алюмосилікатними композиціями від дії атмосферних та вогневих чинників / С.Г. Гузий, П.В. Кривенко, А.В. Кравченко // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка: наук.-техн. зб. – 2012. - № 44. – С. 52-60.
5. Кривенко П.В. Розробка фізико-хімічних основ направлено синтезу неорганічних в'язючих в системі $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ для отримання екологічно безпечних спучуваних матеріалів / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, М.В. Суханевич // “Будівництво України”. - № 2. - 1997. - С. 46-49.
6. Krivenko P. V. Bloating Concrete Coatings to Improve Fire Resistance of Building Structures / P.V. Krivenko, E.K. Pushkareva, M. . Sukhanevich // Proc. of the Intern. Conference held at the Dundee, Scotland, UK, 8-10 September, 1999 (Concrete Durability and Repair Technology). - P. 415-422.
7. Гузий С.Г. Щелочные алюмосиликатные композиции для защиты строительных конструкций от агрессивных воздействий урбанистической среды / С.Г. Гузий, М.В. Суханевич // Сборник трудов 6-й Междунар. научн.-техн. конф. «AquaStop-2010» Гидроизоляционные, кровельные и теплоизоляционные материалы, 14-15 апреля 2010 г., ЛЕНЭКСПО, Санкт-Петербург, Россия. – С. 56-64.
8. Гузий С.Г. Исследования физических свойств щелочных алюмосиликатных суспензий после кавитационной обработки // С.Г. Гузий, С.А. Теренчук // Вестник НТУ “ХПИ”. Сб. научн. тр. Тематический выпуск “Химия, химическая технология та экология”. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 2010. - №65. – С. 119-126.
9. Гузий С.Г. Способность к вспучиванию огнезащитных геоцементных покрытий после искусственного старения / С.Г. Гузий // “СтройПрофиль” - № 2(80). – 2010. – С. 108-110.
10. Гузий С.Г. Способность к вспучиванию огнезащитных геоцементных покрытий после искусственного старения / С.Г. Гузий // “СтройПрофиль” - № 3(81). – 2010. – С. 114-117.