**АСПЕКТИ РОЗРОБЛЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ КОМПОЗИЦІЙ
ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ З ТЕКСТИЛЬНИХ ЗАЙМИСТИХ ВИРОБІВ**

^{1,2}**Цапко Ю.В.**, д.т.н., професор,
juriyts@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0625-0783

¹**Цапко О.Ю.**, к.т.н., с.н.с.,
alekseytsapko@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2298-068X

¹**Бондаренко О.П.**, к.т.н., доцент,
bondolya3@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8164-6473

¹**Суханевич М.В.**, д.т.н., професор,
m.suhanevich@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9644-2852

¹*Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського
Київський національний університет будівництва і архітектури
пр. Повітрофлотський, 31, м. Київ, 03037, Україна*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 12в, м. Київ, 03041, Україна*

Анотація. Наведено результати експериментальних досліджень щодо ефективності вогнезахисту легко зведених конструкцій з текстильних займистих виробів. Проведеними дослідженнями з визначення пожежонебезпечних властивостей текстильних матеріалів встановлено загорання необробленого зразка, натомість для вогнезахисного – процес займання та поширення полум'я не відбувся. Гальмування процесу займання та поширення полум'я для такого зразка пов'язане з розкладом антипіренів під дією температури з поглинанням тепла та виділенням негорючих газів (азот, діоксин вуглецю), зміною напрямлення розкладу в сторону утворення негорючих газів і важкогорючого коксового залишку. Це свідчить про можливість переходу текстильних матеріалів при обробленні вогнезахисною композицією до матеріалів, які відносяться до важкозаймистих, що не поширюють полум'я поверхню.

Ключові слова: вогнезахист текстильного матеріалу, спучуючі покриття, теплопровідність, оброблення поверхні, теплофізичні властивості.

Вступ. Аналіз напрямків використання легко зведених конструкцій з текстильних займистих виробів свідчить про стійку тенденцію до збільшення їх використання під час тимчасового виконання тих чи інших завдань Збройних сил України та підрозділів ДСНС. Під час опалювання таких споруд можливе займання та швидке поширення пожежі. Статистика експлуатації легко зведених конструкцій виявила низький рівень безпеки у зв'язку з використанням природних волокон (наприклад льону, бавовни та сумішей), які високочутливі до впливу високої температури і вогню. Зниження горючості і розроблення важкогорючих та важкозаймистих матеріалів є одним із основних напрямків попередження виникнення пожеж та вирішення проблеми розширення області застосування цих матеріалів. Оброблення засобами вогнезахисту суттєво впливає на поширення полум'я, дозволяє набагато зменшити димоутворювальну здатність та тепловиділення. В зв'язку з цим визначається необхідність розвитку робіт в даному напрямку та використання ефективних вогнезахисних матеріалів, оскільки використання сольових антипіренів для деревини малоефективне, так як конструкція не жорстка.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Типові області застосування жароміцних і вогнестійких тканин – це ті, де правила пожежної безпеки вимагають їх використання, а саме захисний одяг, тканини які, контракують з полум'ям, текстильні матеріали для протипожежних бар'єрів (наприклад, протипожежні штори для театрів, ізоляційні тканини) і військового застосування і, зокрема, багато тканини використовується в системах громадського транспорту,

таких як комерційні авіалінії, розкішні круїзні лайнери і сучасні швидкісні поїзди [1].

Для вогнезахисту очерету використовуються просочувальні засоби, які покривають будівельну конструкцію, що характеризується розкладом антипіренів під дією температури з поглинанням тепла та виділенням негорючих газів. Але такі речовини малоефективні та потребують значної кількості для ліквідування загорання, окрім того займання може виникнути у важкодоступних для гасіння місцях [2]. Окрім того, текстильний матеріал утворює не жорстку конструкцію і просочення неорганічними солями, яке характеризується утворенням на поверхні висолів, одразу не затримується в матеріалі і осипається з поверхні.

Нейлонова тканина намету перестає горіти, принаймні частково, тому що вона оброблена антипіренами, але її турбують хімічні речовини, які дозволили їм це зробити [3]. Найбільш ефективними вважаються вогнезахисні покриття на неорганічному в'язучому, властивості яких вже досліджені. Але ці матеріали утворюють на поверхні жорстке покриття, яке змінює колір поверхні та під дією атмосфери втрачає адгезію та осипається [4]. Кінетика утворення шару пінококсу, який утворюється при спученні, має свої особливості та залежить від властивостей речовин [5]. Тому постає необхідність дослідження умов утворення бар'єру для теплопровідності та встановлення ефективної дії покриття з утворенням шару коксу.

Представлений синтезований ряд борова-азотних полімерів, щоб забезпечити екологічно чисту альтернативу вогнестійкою обробкою бавовняних тканин [6]. Органічне поєднання бору, фенілборазотної кислоти було успішно пов'язане з розгалуженим поліетиленіміном і підтверджено аналізом. Термогравіметричний аналіз показав, що полімер з мольним співвідношенням 1:1 – етиленімін: антипірен демонструє оптимальну термоокислювальну стабільність, легко наносився на бавовняні тканини простим методом занурення з високим поглинанням в середовищі ацетону. Тканина з добавкою 33,8 мас. % володіє самозатухаючою здатністю. Аналіз морфології обуглювання оброблених тканин виявив вогнестійкість покриття за рахунок спучення вогнезахисного механізму.

В роботі [7] метод випробування для визначення швидкості виділення тепла, утворення диму та розповсюдження полум'я. Крім того, були проведені широкомасштабні випробування, щоб отримати інформацію про поведінку вогню в реальному застосуванні та використовуватись як еталон при оцінці інформації, отриманої в результаті класифікаційних випробувань. Були розроблені різні сценарії тестування, які моделювали додатки в будівлях подій та додатки захисту від погоди. Масштабні випробування показали важливість вимірювання димоутворення та виникнення полум'яних крапель у класифікаційній схемі.

Необхідність вимірювання фізичних властивостей тканин; а також теплозахисні характеристики тканин оцінювали під впливом вогню, отриманого в результаті лабораторного моделювання коктейлю Молотова [8]. Ефективність розраховувалась за кількістю теплової енергії, що передається через тканини; крім того, час, необхідний для отримання опіку другого ступеня на тілах носіїв, прогнозували з розрахункової переданої теплової енергії. Для характеристики були визначені та обговорені параметри, що впливали на захисні характеристики, щодо теорії тепло- і масообміну. Статистично проаналізовано взаємозв'язок між властивостями тканинних систем та захисними характеристиками. Це дослідження показало, що термостійкість і стійкість до випаровування є двома важливими властивостями, які негативно впливають на передану теплову енергію через тканинні системи.

В роботі [9] відзначено смоли на основі меламіну, які широко використовуються в тканинах для додання вогне- і теплостійкості. Моделювані експерименти з пранням припускають, що за один раунд прання водою 76–90% меламіну було видалено з одягу. А тому постає задача зафіксувати антипірен у матеріалі.

Розкладання вогнестійких матеріалів через підвищену температуру або контакт з полум'ям призводить до появи ряду хімічних видів, деякі з яких можуть бути досить токсичними для людини [10]. У минулому проводились невеликі або стендові випробування продуктів розкладання, але завжди виникали питання щодо того, чи були вони репрезентативними для повномасштабних результатів випробувань на спалах. Щоб визначити, чи достатньо для вимірювання продуктів розпаду та чи будуть різні вогнестійкі матеріали утворювати “фірмовий”

набір сполук, було проведено повномасштабне тестування. Були оцінені текстильні вироби, виготовлені з чотирьох поширених вогнестійких матеріалів. Використана методологія дозволила визначити продукти термічного розкладу під впливом спалаху.

Сьогодні важко уявити захист людських життів від вогню без вогнезахисних покриттів на текстилі [11]. Точно визначені стандарти дозволяють визначити вимоги до текстильних матеріалів, які мають вогнезахист. Навряд чи можливо запобігти заpalенню текстилю через їх фізичні параметри (температура плавлення, температура спалаху). Однак можна подовжити час для втечі людей, щоб почати рятувальні заходи, застосовуючи відповідні вогнезахисні системи або комбінацію окремих активних компонентів.

В роботі [12] наведено розроблені нові вогнезахисні текстильні композити з використанням вогнезахисного льону нетканого матеріалу. Нетканий матеріал, що використовується в композитах, виконує роль протипожежного бар'єру, який зменшує вразливість наповнюваного матеріалу до розвитку та поширення вогню, однак не сказані сфери застосування приведених виробів.

Досліджено вплив ступеня однорідності золя SiO_2 на тривалість періоду індукції та якість вогнестійких покриттів на текстильних матеріалах [13]. Показано перспективи використання ІЧ-спектроскопії як експрес-методу для вивчення фазового складу гелевого покриття, ступеня завершення гідролізу кремнійорганічного компонента та коригування параметрів для отримання високоякісного вогнестійкого бінарного покриття золя в системі антипірену SiO_2 .

Тому постає необхідність дослідження умов утворення бар'єру для теплопровідності та встановлення ефективної дії покриття з утворенням шару коксу, що дасть можливість вжити заходів для ліквідації пожежі.

Мета дослідження. Метою даної роботи є дослідження ефективності покрівельного вогнестійкого засобу для текстильних займистих виробів та встановлення якості вогнезахисту.

Матеріали і методи досліджень. Для встановлення вогнезахисної ефективності текстильного матеріалу використовували зразки парусинової тканини (рис. 1), які оброблювали композицією, що утворює на поверхні безбарвну плівку та здатна під дією високої температури створити на поверхні пінококсний захисний шар. Така композиція представлена покрівельним просочувальним розчином на основі суміші органічних і неорганічних речовин (суміш карбаміду і фосфорних кислот та природного полімеру). Отриману масу перемішували і наносили на зразок текстильного матеріалу у кількості $47,0 \dots 50,0 \text{ г/м}^2$.

Рис. 1. Зразок для випробувань

Для проведення випробувань застосовують випробувальну установку, в якій закріплюють випробувальний зразок текстильного матеріалу (розміром $220 \times 170 \text{ мм}$) і підводять газовий пальник з висотою полум'я 40 мм .

Визначення вогнезахисних властивостей текстильних матеріалів повинно здійснюватись відповідно до вимог ДСТУ 4155 [14]. Суть методу випробування на займистість полягає в оцінюванні характеристик горіння матеріалів під дією полум'я в лабораторних умовах, які контролюються. Випробування проводять з двох положень: з поверхні та з краю. Випробування з поверхні проводять під дією пальника протягом 5 сек., для цього зразок матеріалу закріплюють на шипах тримача проб, пальник встановлюють у горизонтальному положенні на 40 мм вище нижнього краю проби та присувають до проби на відстань 17 мм. За відсутності стійкого горіння випробування проводять на новій пробі не змінюючи положення пальника протягом 15 сек. Випробування з краю проводять аналогічно випробуванню з поверхні, для цього пальник встановлюють під кутом 60° таким чином, щоб полум'я торкалось нижнього краю проби. Під час проведення випробувань реєструють тривалість залишкового полуменевого горіння, прогорання матеріалу, поширювання поверхневого спалаху та вимірюють середню довжину звугленої ділянки.

Результати досліджень. Результати досліджень з визначення температури займистості текстильних матеріалів згідно з ДСТУ 4155 [14] наведено на рис. 2-4, втрата маси та характеристики горіння у табл. 1.

Рис. 2. Результати досліджень з визначення температури займистості необробленого текстильного матеріалу:

а – запалювання матеріалу; б – процес горіння; в – самостійне горіння; г – прогорання матеріалу

Згідно з [2] спочатку були проведені випробування необроблених зразків текстильних матеріалів. Після дії пальника на необроблені зразки текстильних матеріалів, за короткий проміжок часу (1...3 хв.) відбувалося повне згоряння матеріалів, які досліджувались.

Після проведення випробування видно, що зразок текстильного матеріалу підтримує самостійне горіння більше 5 с; пошкодження зразка становить понад 150 мм (рис. 2).

Потім було проведено випробування оброблених вогнезахисною композицією зразків текстильних матеріалів (рис. 3).

а)

б)

Рис. 3. Результати випробувань вогнезахисного текстильного матеріалу з поверхні:
а – займання; б – результати випробувань

Після проведення випробування з поверхні видно, що зразок текстильного матеріалу не підтримує самостійне горіння; пошкодження зразка становить не більше 50 мм.

Після проведення випробування видно, що зразок текстильного матеріалу не підтримує самостійне горіння не більше 5 с; пошкодження зразка становить не більше 100 мм (рис. 4). Таким чином, зразок текстильного матеріалу відноситься до важкозаймистих матеріалів.

а)

б)

Рис. 4. Результати випробувань вогнезахисного текстильного матеріалу з краю:
а – займання; б – результати випробувань

Таблиця 1 – Результати проведених досліджень з визначення температури займистості текстильного матеріалу

Показник пожежовибухонебезпеки згідно з [2]	Не оброблений зразок тканини		Зразок тканини, оброблений вогнезахисною композицією	
Вид випробування	випробування з поверхні	випробування з краю	випробування з поверхні	випробування з краю
Тривалість залишкового полум'я горіння, с	62	68	відсутня	відсутня
Прогорання матеріалу	прогоряє	прогоряє	не прогоряє	не прогоряє
Поширювання поверхневого спалаху більш ніж на 100 мм від точки запалювання	не поширюється		не поширюється	
Середня довжина звугленої ділянки, мм	163,8	200,6	29,3	33,6
Середня маса зразків до випробувань, г	27,79	27,10	28,2	28,3
Середня маса зразків після випробувань, г	4,60	3,97	28,0	28,0

З табл. 1 видно, що після дії пальника на зразки вогнезахисних текстильних матеріалів природного походження (бавовна, льон) встановлено відсутність залишкового полум'я горіння та поширення поверхневого спалаху, середня довжина звугленої ділянки становила менше, ніж вимагається згідно з [2], а втрата маси після випробувань складає менше 1,0 %. Разом з тим відмічено прогорання тканин при випробуваннях з краю.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Експериментальними дослідженнями з визначення пожежонебезпечних властивостей текстильного матеріалу встановлено загорання необробленого зразка, натомість для вогнезахисного – процес займання та поширення полум'я не відбувся. Гальмування процесу займання та поширення полум'я для такого зразка пов'язане з розкладом антипіренів під дією температури з поглинанням тепла та виділенням негорючих газів (азот, діоксин вуглецю), зміною напрямлення розкладу в сторону утворення негорючих газів і важкогорючого коксового залишку. Це свідчить про можливість переходу текстильного матеріалу при обробленні композицією до матеріалів, які відносяться до важкозаймистих, що не поширюють полум'я поверхнею.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на встановлення взаємозв'язку між складовими і властивостями вогнезахисних покриттів, а також їх оптимізацію.

Подяка. Автори висловлюють подяку за фінансову підтримку роботи, виконаної в рамках бюджетного фінансування № 0121U001007, а також на розробку наукових тем у програмі наукового співробітництва COST Action FP 1407 «Розуміння модифікації деревини за допомогою інтегрованого наукового та екологічного підходу» в рамках програми Європейського Союзу HORIZON2020.

Література

1. Horrocks A.R. High performance textiles for heat and fire protection. High Performance Textiles and their Applications. *Woodhead Publishing Series in Textiles*. 2014. P. 144-175. <https://doi.org/10.1533/9780857099075.144>.

2. Tsapko Yu., Tsapko A. Modeling a thermal conductivity process under the action of flame on the wall of fireretardant reed. *East European Journal Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 2. №10 (92). P. 50-56.

3. Reimers F. Protecting outdoorists from fires and fire retardants. *Environmental Science and Technology*. 2016. P. 1-10.
4. Krivenko P.V., Pushkarjeva E.K., Sukhanovich M.V., Guziy S.G. Fireproof coatings on the basis of alkaline silicate systems. *Developments in Strategic Materials: Ceramic Engineering and Science Proceedings*. 2009. Vol. 29. № 10. P. 129-142.
5. Kryvenko P., Tsapko Ju., Guzii S., Kravchenko A. Determination of the effect of fillers on the intumescent ability of the organic-inorganic coatings of building constructions. *East European Journal Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 5. №10 (83). P. 26-31.
6. Ying Chan S., Si L., Lee Ka I., Fai Ng P., Chen L., Yu B., Hu Y., Yuen R.K., Xin J.H., Fe B. A novel boron-nitrogen intumescent flame retardant coating. *Cellulose*. 2018. Vol. 25. P. 843-857. doi: 10.1007/s10570-017-1577-2.
7. Blomqvist P., Bergstrand A., Neumann N., Thureson P., Bengtsson S. Fire safety of textile membranes in temporary structures. *Proceedings 14th International Conference and Exhibition: Fire and Materials*. 2015. P. 554-567.
8. Mandal S., Song G., Rossi R.M., Grover I.B. Characterization and modeling of thermal protective fabrics under Molotov cocktail exposure. *Journal of Industrial Textiles*. 2021. doi: 10.1177/1528083720984973.
9. Zhu H., Kannan K. Determination of melamine and its derivatives in textiles and infant clothing purchased in the United States. *Science of the Total Environment*. 2020. Vol. 710. 136396.
10. Ackerman M., Batcheller J., Paskaluk S. Off gas measurements from FR materials exposed to a flash fire. *AATCC Journal of Research*. 2015. Vol. 2 (2). P. 1-12.
11. Rösch H. Flame retardants: Modern flame-retardant systems and selected test methods for textiles. *International Dyer*. 2006. Vol. 191 (8). P. 12-14.
12. Kozłowski R., Muzyczek M., Mieleniak B. Upholstery fire barriers based on natural fibers. *Journal of Natural Fibers*. 2004. Vol. 1 (1). P. 85-95.
13. Skorodumova O., Tarakhno O., Chebotaryova O., Hapon Y., Emen F.M. Formation of fire retardant properties in elastic silica coatings for textile materials. *Materials Science Forum*. 2020. 1006. P. 25-31.
14. ДСТУ 4155. Матеріали текстильні. Метод випробування на займистість. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 20 с.

References

- [1] A.R. Horrocks, "High performance textiles for heat and fire protection. High Performance Textiles and their Applications", *Woodhead Publishing Series in Textiles*, pp. 144-175, 2014. <https://doi.org/10.1533/9780857099075.144>.
- [2] Yu. Tsapko, A. Tsapko, "Modeling a thermal conductivity process under the action of flame on the wall of fireretardant reed", *East European Journal Enterprise Technologies*, vol. 2, no. 10 (92), pp. 50-56, 2018.
- [3] F. Reimers, "Protecting outdoorists from fires and fire retardants", *Environmental Science and Technology*, pp. 1-10, 2016.
- [4] P.V. Krivenko, E.K. Pushkarjeva, M.V. Sukhanovich, S.G. Guziy, "Fireproof coatings on the basis of alkaline silicate systems", *Developments in Strategic Materials: Ceramic Engineering and Science Proceedings*, vol. 29, no. 10, pp. 129-142, 2009.
- [5] P. Kryvenko, Ju. Tsapko, S. Guzii, A. Kravchenko, "Determination of the effect of fillers on the intumescent ability of the organic-inorganic coatings of building constructions", *East European Journal Enterprise Technologies*, vol. 5, no. 10 (83), pp. 26-31, 2016.
- [6] S. Ying Chan, L. Si, I. Lee Ka, P. Fai Ng, L. Chen, B. Yu, Y. Hu, R.K. Yuen, J.H. Xin, B. Fe, "A novel boron-nitrogen intumescent flame retardant coating", *Cellulose*, vol. 25, pp. 843-857, 2018. doi: 10.1007/s10570-017-1577-2.
- [7] P. Blomqvist, A. Bergstrand, N. Neumann, P. Thureson, S. Bengtsson, "Fire safety of textile membranes in temporary structures", *Proceedings 14th International Conference and Exhibition: Fire and Materials*, pp. 554-567, 2015.

- [8] S. Mandal, G. Song, R.M. Rossi, I.B. Grover, "Characterization and modeling of thermal protective fabrics under Molotov cocktail exposure", *Journal of Industrial Textiles*, 2021. doi: 10.1177/1528083720984973.
- [9] H. Zhu, K. Kannan, "Determination of melamine and its derivatives in textiles and infant clothing purchased in the United States", *Science of the Total Environment*, vol. 710, 136396, 2020.
- [10] M. Ackerman, J. Batcheller, S. Paskaluk, "Off gas measurements from FR materials exposed to a flash fire", *AATCC Journal of Research*, vol. 2 (2), pp. 1-12, 2015.
- [11] H. Rösch, "Flame retardents: Modern flame-retardant systems and selected test methods for textiles", *International Dyer*, vol. 191 (8), pp. 12-14, 2006.
- [12] R. Kozlowski, M. Muzyczek, B. Mieleniak, "Upholstery fire barriers based on natural fibers", *Journal of Natural Fibers*, vol. 1 (1), pp. 85-95, 2004.
- [13] O. Skorodumova, O. Tarakhno, O. Chebotaryova, Y. Hapon, F.M. Emen, "Formation of fire retardant properties in elastic silica coatings for textile materials", *Materials Science Forum*, 1006, pp. 25-31, 2020.
- [14] DSTU 4155. Materialy tekstyl'ni. Metod vyprobuвання na zaymystist'. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003.

АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ С ТЕКСТИЛЬНЫХ ГОРЮЧИХ ИЗДЕЛИЙ

^{1,2}**Цапко Ю.В.**, д.т.н., профессор,
juriyts@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0625-0783

¹**Цапко А.Ю.**, к.т.н., с.н.с.,
alekseytsapko@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2298-068X

¹**Бондаренко О.П.**, к.т.н., доцент,
bondolya3@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8164-6473

¹**Суханевич М.В.**, д.т.н., профессор,
m.suhanevich@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9644-2852

¹Научно-исследовательский институт вяжущих веществ и материалов им. В.Д. Глуховского
Киевский национальный университет строительства и архитектуры
пр. Воздухофлотский, 31, г. Киев, 03037, Украина

²Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
ул. Героев Оборона, 12в, г. Киев, 03041, Украина

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований по эффективности огнезащиты легко возводимых конструкций из текстильных воспламеняющихся изделий. Анализ направлений использования легко возводимых конструкций из текстильных воспламеняющихся изделий свидетельствует об устойчивой тенденции к увеличению их использования во время временного выполнения тех или иных задач Вооруженных сил Украины и подразделений ДСНС. Во время отопления таких сооружений возможно возгорание и быстрое распространение пожара. Статистика эксплуатации легко возводимых конструкций обнаружила низкий уровень безопасности в связи с использованием природных волокон (например, льна, хлопка и смесей), которые высокочувствительны к воздействию высокой температуры и огня. Снижение горючести и разработка трудногорючих и негорючих материалов является одним из основных направлений предупреждения возникновения пожаров и решения проблемы расширения области применения этих материалов. Обработки средствами огнезащиты существенно влияют на распространение пламени, позволяет намного уменьшить дымообразующую способность и тепловыделение. После проведения испытания видно, что образец текстильного материала поддерживает самостоятельное горение более 5 с; повреждения образца составляет более 150 мм. После проведения испытания видно, что образец текстильного материала не поддерживает самостоятельное горение не более 5 с; повреждения образца составляет не более 100 мм. Торможение процесса воспламенения и

распространения пламени для такого образца связано с разложением антипиренов под действием температуры с поглощением тепла и выделением негорючих газов (азот, диоксид углерода), изменением направления разложения в сторону образования негорючих газов и трудногорючего коксового остатка. Это приводит к повышению толщины слоя кокса и торможению теплопередачи высокотемпературного пламени к материалу, что свидетельствует о возможности перехода текстильных материалов при обработке огнезащитной композицией к негорючим материалам, не распространяющим пламя по поверхности.

Ключевые слова: огнезащита текстильного материала, спучивающиеся покрытия, теплопроводность, обработки поверхности, теплофизические свойства.

ASPECTS OF DEVELOPMENT OF FIREPROOF COMPOSITIONS FOR STRUCTURES WITH TEXTILE FUEL PRODUCTS

^{1, 2}**Tsapko Yu.**, Doctor of Technical Sciences,
juriyts@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0625-0783

¹**Tsapko A.**, PhD,
alekseytsapko@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2298-068X

¹**Bondarenko O.**, PhD, Associate Professor,
bondolya3@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8164-6473

¹**Suhanevich M.**, Doctor of Technical Sciences,
m.suhanevich@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9644-2852

¹*Scientific Research Institute for Binders and Materials,
Kyiv National University of Construction and Architecture
Povitroflotsky ave., 31, Kyiv, 03037, Ukraine*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Heroiv Oborony str., 15, Kyiv, 03041, Ukraine*

Abstract. The results of experimental studies on the effectiveness of fire protection of easily erected structures made of flammable textile products are presented. An analysis of the directions of use of easily erected structures made of flammable textile products indicates a steady trend towards an increase in their use during the temporary fulfillment of certain tasks of the Armed Forces of Ukraine and units of the. During the heating of such structures, ignition and rapid spread of fire are possible. The operating statistics for easily erected structures have found a low level of safety due to the use of natural fibers (e.g., linen, cotton and blends), which are highly sensitive to heat and fire. Reduction of combustibility and the development of non-combustible and non-combustible materials is one of the main directions for preventing fires and solving the problem of expanding the scope of these materials. Treatment with fire protection means significantly affects the spread of the flame, allows you to reduce the smoke-generating ability and heat release significantly. After the test, it can be seen that the sample of the textile material sustains spontaneous combustion for more than 5 s; sample damage is more than 150 mm. After the test, it is clear that the sample of textile material does not support self-combustion for no more than 5 s; sample damage is no more than 100 mm. The inhibition of the process of ignition and flame propagation for such a sample is associated with the decomposition of fire retardants under the influence of temperature with the absorption of heat and the release of incombustible gases (nitrogen, carbon dioxide), a change in the direction of decomposition towards the formation of incombustible gases and a hardly combustible coke residue. This leads to an increase in the thickness of the coke layer and inhibition of the heat transfer of the high-temperature flame to the material, which indicates the possibility of the transition of textile materials during processing with a fire retardant composition to materials that are non-combustible, which do not spread the flame by the surface.

Keywords: fire protection of textile material, floating coatings, thermal conductivity, surface treatments, thermophysical properties.

Стаття надійшла до редакції 26.04.2021