

## АНТИПІРЕННА КОМПОЗИЦІЯ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ

З. С. СІРКО, кандидат технічних наук

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Є.А. СТАРИШ, завідувач сектором

Н. Л. ЦІРЕНЬ, О. Ю. ЦАПКО, старші наукові співробітники

Д. П. ТОРЧИЛЕВСЬКИЙ, Л. Л. КІСІЛЬ, наукові співробітники

*Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»*

E-mail: z.sirko@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.015>

**Анотація.** У статті наведено результати досліджень зі створення антипірених композицій для вогнезахисту целюлозовмісних матеріалів. Проведено аналіз антипірених композицій для просочування матеріалів на основі целюлози. Показано, що найбільш ефективними з точки зору забезпечення вогнезахисту в твердій фазі і при тлінні є з'єднання на основі фосфору, здатні під час нагрівання розкладатися з утворенням фосфорної кислоти, яка пригнічує пряме окислення та знижує у значній мірі поширення вогню. Також заслуговують на увагу композиції на основі солей і кислот фосфору та азоту. Механізм дії цих композицій направлений на зменшення кількості теплоти під час горіння та стає недостатнім для самостійного горіння. Встановлено також, що під час загоряння вогнезахисні композиції взаємодіють з компонентами целюлози, що утворює залишковий фосфор та азот, у результаті чого збільшується ефективність вогнезахисної дії. Вогнезахисні просочувальні композиції – це водні розчини антипіренів. Матеріали просочують в ємності з антипіреним розчином або розпилюють по поверхні матеріалу промисловим пульверизатором. Даний метод простий та ефективний, але результат недовговічний. Більш ефективним є спосіб введення антипірену на молекулярному рівні в структуру волокна. Одним із важливих методів є поновлення вогнезахисних властивостей матеріалів за період їх експлуатації та виробів із них.

**Ключові слова:** експлуатація, вогнезахисність, антипірених композицій, метод нанесення, випробування, вогнезахисті властивості

**Актуальність.** Текстильні матеріали залишаються одними із найбільш широко застосовуваних матеріалів. Вони володіють рядом цінних властивостей, таких як відносно висока міцність, невелика щільність, мала теплопровідність.

Разом з тим вони мають великий недолік – вони горять.

Головною метою вогнезахисту текстильних матеріалів є:

- забезпечення незаймистості тканини від енергії малих калорій;

Сірко З. С., Стариш Є. А., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.

- зниження швидкості поширення вогню поверхнею тканини;

- забезпечення нерозповсюдження вогню поверхнею виробів із тканини на різних стадіях розвитку пожежі.

У даний час під час розроблення вогнезахисних засобів найчастіше враховується тільки один показник пожежної небезпеки – горючість. Для вогнезахисту найчастіше використовують композиції, компоненти яких комплексно перешкоджають горінню.

Найбільш ефективними з точки зору забезпечення вогнезахисту в твердій фазі і під час тління є фосфоровмісні з'єднання, здатні під час нагрівання розкладатися з утворенням фосфорної кислоти. Наявність фосфорної кислоти змінює ставлення  $CO/CO_2$  в напрямку пригнічення прямого окислення вуглецю  $CO_2$ , знижуючи в значній мірі екзотермічний ефект процесу [1].

Досліджено також механізм дії композиції на основі солей і кислот фосфору та азотовмісних сполук, згідно з яким властивість вогнезахисту пов'язана зі збільшенням кількості теплоти, необхідної для глибокого розкладання матеріалу, і одночасним зменшенням кількості виділеної теплоти. В результаті цього їх співвідношення стає недостатнім для самостійного горіння. Встановлено також, що при загорянні вогнезахисні композиції взаємодіють з

компонентами целюлозовмісного матеріалу: в залишку утворюється 86 – 95% фосфору і 48 – 59% азоту від початкової кількості. У міру розкладання частка цих елементів зростає, в результаті чого збільшується ефективність вогнезахисної дії [2].

В УкрНДІ «Ресурс» розроблено ряд антипіренних композицій для вогнезахисту деревини та деревинних матеріалів [3-8].

Вогнезахист тканин – важлива частина заходів із забезпечення пожежної безпеки, який дозволяє зберегти, у випадку виникнення пожежі, життя та здоров'я людей. Особливо це актуально для наметів, де багато використовується тканин.

**Мета досліджень** – провести аналіз антипіренних композицій для просочування целюлозовмісних матеріалів та розробити ефективні композиції для просочування наметових тканин з наданням їм вогнезахисних властивостей.

**Методика досліджень.** Методи випробувань на займистість проводили згідно ДСТУ 4155-2003 «Захист від пожеж. Матеріали текстильні. Методи випробування на займистість». Цей стандарт установлює метод випробування для оцінювання характеристик горіння текстильних матеріалів (у тому числі з покриттям та просоченням) для виготовлення різних виробів у тому числі і наметів.

Для проведення випробувань використовували випробувальну

Сірко З. С., Стариш Є. А., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.

установку, що складається із газового пальника, камери для проведення випробувань, тримача проби, основи установки. Також використовували інші засоби: секундомір не нижче другого класу точності, ножиці, металеву лінійку, металевий шаблон розміром  $220\pm 1\text{мм}$  х  $170\pm 1\text{мм}$  із отворами діаметром  $5\text{мм}$ , розташованими так, щоб відстань між центрами отворів відповідала відстаням між шипами на рамі.

**Матеріали для досліджень.** Для досліджень використовували тканину напівлляну артикул СКПВ-11254 (зовнішня тканина намету) за ТУ У 13.2-40752240-001:2016 та тканину наметову за ТУ У 13.2-40752240-003:2017, які були розміщені в експозиції у м. Києві протягом 24 місяців та витримували дію як атмосферних опадів так і інтенсивного сонячного ультрафіолетового випромінювання. Для просочення з метою поновлення вогнезахисних властивостей зазначених тканин безпосередньо в конструкції наметів використовували розроблену в УкрНДІ «Ресурс» композицію, що містить у своєму складі ортофосфору кислоту, карбамід, оксіетилідендифосфонову

кислоту, крохмаль та воду у певному співвідношенні компонентів.

### **Результати досліджень.**

Випробування кожної елементарної проби починали не пізніше як за три хв. з моменту вилучення її з атмосфери, де її кондиціонували. Проби матеріалу закріплювали на шипах тримача проб. За шириною матеріал повинен бути розташований на шипах приблизно всередині тримача проби, а його нижній край повинен виступати на  $5\pm 1\text{мм}$  нижче нижнього шипа.

Паяльник встановлювали у горизонтальному положенні на  $40\pm 1\text{мм}$  вище нижнього краю проби та присували до проби на відстань  $17\pm 1\text{мм}$ . Тривалість дії полум'я на пробу – 5 с, а за відсутності стійкого горіння – 15 с.

Напівлляну тканину артикул СКПВ-11254 та тканину наметову після 24 місяців експлуатації в природних умовах обробили розробленою антипіреною композицією [9].

Після висушування зразки піддавали випробуванням на займистість. Результати випробувань обробленої напівлляної тканини артикул СКПВ-11254 показані на рис. 1.



**Рис. 1. Випробування на займистість напівлляної тканини СКПВ-11254, яка після експлуатації була оброблена розробленою антипірною композицією**

Після проведення випробувань показано, що зразки тканини не підтримують самостійного горіння, пошкодження зразків становить 45мм.

Таким чином, зразки напівлляної тканини після 24 місяців експлуатації оброблені розробленою антипірною композицією відносяться до важкозаймистих матеріалів.

Результати випробувань обробленої наметової тканини розробленою антипірною композицією після 24 місяців експлуатації в природніх умовах наведені на рис. 2.

Після проведення випробувань можна константувати, що зразки не підтримують самостійного горіння, пошкодження становить біля 40мм.



**Рис. 2. Випробування на займість наметової тканини, яка після експлуатації 24 місяців була оброблена розробленою антипірною композицією.**

Після проведення випробувань можна констатувати, що зразки не підтримують самостійного горіння, пошкодження становить біля 40мм.

Таким чином, зразки наметової тканини після 24 місяців експлуатації, оброблені антипірною композицією відносяться до важкозаймистих матеріалів.

Результати досліджень на займість наметових тканин показали, що після оброблення розробленою антипірною композицією їх можна віднести до важкозаймистих матеріалів згідно ДСТУ 4155-2003.

### **Висновки:**

1. Проведено аналіз антипірних композицій для просочення целюлозовмісних матеріалів (тканини, деревина) з метою надання їм вогнезахисних властивостей.

2. На основі проведеного аналізу розроблено ряд композицій для надання тканинам вогнезахисту.

3. Проведені випробування наметових тканин, що були в експлуатації 24 місяці, оброблених розробленою антипірною композицією.

4. Результати випробувань показали, що наметові тканини, після

Сірко З. С., Стариш Є. А., Цирень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.

експлуатації оброблені розробленою антипіреною композицією можна

віднести до важко займистих згідно ДСТУ 4155-2003.

### Список використаних джерел

1. Ватажків Д. А., Ніфантьєв Е. Е., Роговін З. А. Новий метод синтезу фосфоровмісних ефірів целюлози. Високомолекулярні з'єднання. 1966. Т. 8, № 1. С. 76–79.

2. Леонович А. А. Сучасні способи виготовлення вогнезахисних деревних плит. М.: ВНИПЕЛіспром, 1978. 36с.

3. Сірко З. С., Грабовський О. В., винахідники. Вогнезахисний засіб. Український патент, № 52102, 2010.

4. Сірко З. С., Тарасюк О. Б., Бобкова О. В., винахідники. Вогнезахисний засіб. Український патент, № 91685, 2014.

5. Сірко З. С., Тарасюк О. Б., Бобкова О. В., винахідники. Вогнезахисний засіб. Український патент, № 93634, 2014.

6. Сірко З. С., Грабовський О. В., винахідники. Вогнебіозахисний засіб. Український патент, № 129366, 2018.

7. Сірко З. С., Торчилевський Д. П., винахідники. Вогнебіозахисна композиція з наданням гідрофобності. Український патент, № 137014, 2019.

8. Сірко З. С., винахідник. Вогнебіозахисний засіб. Український патент, № 138954, 2019.

9. Сірко З. С., Цапко Ю. В., Цапко О. Ю., Стариш Є. А., Запталов Б. Й., винахідники. Просочувальна композиція для вогнебіозахисту брезенту наметів. Український патент, № 137633, 2019.

### References

1. Vatazhkiv D. A., Nifantev E. E., Rohovin Z. A. (1966). Novyi metod sintezu fosforovmisnykh efiriv tseliulozy. Vysokomolekulyarni zednannya. T. 8, № 1. P. 76 – 79.

2. Leonovich A.A. (1978). Suchasni sposoby vyhotovlennya vohnezakhyschenykh derevnykh plyt. M.: VNIPIEIlisprom, 36.

3. Sirko Z.S., Hrabovskyi O.V. (2010). vynakhidnyky. Vohnezakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 52102.

4. Sirko Z.S., Tarasiuk O.B., Bobkova O.V. (2014). vynakhidnyky. Vohnezakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 91685.

5. Sirko Z.S., Tarasiuk O.B., Bobkova O.V. (2014). vynakhidnyky. Vohnezakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 93634.

6. Sirko Z.S., Hrabovskyi O.V. (2018). vynakhidnyky. Vohnebiozakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 129366,

7. Sirko Z.S., Torchylevskiy D.P. (2019). vynakhidnyky. Vohnebiozakhysna kompozytsiya z nadanniam hidrofobnosti. Ukrainskyi patent, № 137014.

8. Sirko Z.S., (2019). vynakhidnyk. Vohnebiozakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 138954.

9. Sirko Z.S., Tsapko Yu.V., Tsapko O.Yu., Starysh Y.A., Zapталov B.Y. (2019). vynakhidnyky. Prosochuvalna kompozytsiya dlya vohnebiozakhystu brezentu. Ukrainskyi patent, № 137633.

## АНТИПИРЕННАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТЫ ЦЕЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

З. С. Сирко, Е. А. Стариш, Н. Л. Цирень, А. Ю. Цапко, Д. П. Торчилевский, Л. Л. Кисиль,

*Аннотація.* В статті приведено результати досліджень по створенню антипіреної композиції для огнезащити целюлозосодержащих матеріалів. Проведено аналіз композицій для пропитки матеріалів на основі целюлози. Показано, що найбільш ефективними з точки зору забезпечення огнезащити в твердій фазі і при тлієнні є сполучення на основі фосфора, здатні в час нагрівання розлагатися з утворенням фосфорної кислоти, яка гальмує пряме окислення і знижує в значительній ступені поширення вогню. Також заслуговують на увагу композиції на основі солей і кислот фосфора і азота. Механізм дії цих композицій

Сірко З. С., Стариш Є. А., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчильський Д. П., Кісіль Л. Л.

*направлен на уменьшение количества теплоты во время горения и становится недостаточным для самостоятельного горения. Установлено также, что во время загорания огнезащитные композиции взаимодействуют с компонентами целлюлозы, который создает остаточный фосфор и азот, в результате чего увеличивается эффективность огнезащитного действия. Огнезащитные пропиточные композиции – это водные растворы антипиренов. Материалы пропитывают в емкости с антипиренным раствором или распыляют по поверхности материала промышленным пульверизатором. Этот метод прост и эффективен, но результат недолговечен. Более эффективным есть способ введения антипирена на молекулярном уровне в структуру волокна. Одним из важных методов является возобновления огнезащитных свойств материалов за период их эксплуатации и изделий из них.*

**Ключевые слова:** : эксплуатация, огнезащитность, антипиренные композиции, метод нанесения, испытания, огнезащитные свойства.

## ANTIPYRENE COMPOSITION FOR FIRE PROTECTION OF CELLULOSE-CONTAINING MATERIALS

Z. Sirko, E. Starysh, N. L. Tsireny, O. Tsapcko, D.Torchilevskyi, L. Kysyl

**Abstract.** *The article presents the results of research on the creation of flame retardant composition for fire protection of cellulose-containing materials. The analysis was performed of flame retardant compositions for impregnation of cellulose-based materials. Phosphorus-based compounds have been shown to be most effective in providing fire protection in the solid phase and during decomposition. They are able to decompose when heated to form phosphoric acid, which inhibits direct oxidation and greatly reduces the spread of fire. Also, noteworthy are compositions based on salts and acids of phosphorus and nitrogen. The mechanism of action of these compositions is aimed at reducing the amount of heat during combustion and becomes insufficient for self-combustion. It was also found that during ignition fire-retardant compositions interact with the components of cellulose, which forms residual phosphorus and nitrogen, resulting in increased efficiency of fire-retardant action. Fire-retardant impregnating compositions are aqueous solutions of flame retardants. The materials are impregnated in a container with a flame retardant solution or sprayed on the surface of the material with an industrial spray. This method is simple and effective, but the result is short-lived. More effective is the method of introducing flame retardant at the molecular level into the fiber structure. One of the important methods is to restore the fire-retardant properties of materials during their operation and products from them..*

**Keywords:** *operation, fire protection, flame retardant compositions, application method, tests, fire protection properties*