

**ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

ТАРАНУХА ЯНА ОЛЕКСІВНА

УДК 614.895.5

**ПОЛІПШЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ЦЕЛЮЛОЗНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ РЕАКЦІЙНО ЗДАТНИХ АНТИПІРЕНІВ**

21.06.02 – пожежна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2010

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному технічному університеті „Харківський політехнічний інститут”, м. Харків.

Науковий керівник: доктор хімічних наук, професор **Каратєєв Арнольд Михайлович**, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", МОН України, завідувач кафедри технології полімерних композиційних матеріалів та покриттів.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Беліков Анатолій Серафимович**, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури Міністерства освіти і науки України, професор кафедри життєдіяльності;

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник **Цапко Юрій Володимирович**, Київський науково-дослідний інститут судових експертиз Міністерства юстиції України, провідний науковий співробітник

Захист відбудеться «8» 12 2010 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.056.01 в Харківському державному технічному університеті будівництва та архітектури за адресою: вул. Сумська 40, м. Харків, 61002.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури за адресою: вул. Сумська 40, м. Харків, 61002.

Автореферат розісланий «3» 11 2010 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
к.т.н., доцент



Т.М. Обіженко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розширення прикладних і фундаментальних досліджень в галузі зниження пожежної небезпеки матеріалів характерне для всіх розвинених країн. Пожежна небезпека текстильних матеріалів, а саме можливість виникнення або швидкого розвитку пожежі від малокалорійних джерел загорання міститься в структурі самого матеріалу, а саме під термічним впливом зазначені матеріали починають виділяти горючі пари й гази, які при досягненні концентраційної межі загорання спалахують. У багатьох країнах прийняті спеціальні постанови про обмеження або заборону використання горючих полімерних матеріалів у будівництві промислових і цивільних споруджень, у виробництві транспортних засобів (літаків, автомобілів, залізничних вагонів, суден), в електроніці й електротехніці, у виробництві товарів побутового призначення.

Таким чином, зниження займистості й горючості полімерів, створення пожежобезпечних матеріалів є актуальною проблемою, що вимагає невідкладного рішення. Прийняття таких заходів сприяє збільшенню наукових досліджень у цій сфері, а як наслідок і збільшення розробок щодо впровадження вогнезахисних полімерних матеріалів у різні галузі народного господарства.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. дослідження проводились щодо виконання Державної програми забезпечення пожежної безпеки на період до 2010 року, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 01.06.2002 р. № 870; відповідно до основних напрямків наукових досліджень кафедри технології полімерних композиційних матеріалів і покриттів у рамках держбюджетних тем Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут": «Розробка фізико-хімічних основ одержання нових полімерних композиційних лакофарбових матеріалів спеціального призначення», № державної реєстрації 0103U001526 на 2003 - 2005 рр. і «Дослідження нових сітчастих полімерних композицій на основі лінійних мономерних і олігомерних сполук», № державної реєстрації 0106V001502 на 2006 - 2008 рр.

Мета дисертаційної роботи – розробка ефективних просочувальних сполук з використанням бромвмісних реакційно здатних уповільнювачів горіння для вогнезахисної обробки целюлозних текстильних матеріалів.

Задачі досліджень. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- провести аналітичні дослідження сучасного стану вогнезахисту целюлозних текстильних матеріалів, що просочують сполуками, й дати наукове обґрунтування вибору уповільнювачів горіння для просочувальних сполук;

- провести дослідження фізико-хімічних властивостей бромвмісних мономерів і аддуктів, процесів їх твердіння, а також термічних і фізико-механічних властивостей, утворених бромвмісних полімерних покриттів;

- виявити вплив запропонованих уповільнювачів горіння в складі просочувальних композицій на показники горючості оброблених целюлозних тканин і обрати раціональне співвідношення компонентів;

- провести комплекс експериментальних досліджень ефективності вогнезахисної обробки тканин розробленими, просочувальними сумішами й оцінити їх вплив на експлуатаційні властивості вогнезахисних целюлозних тканин;

- розробити рекомендації із застосування просочувальних композицій для вогнезахисної обробки целюлозних тканин на основі двох типів антипіренів і можливі області використання вогнезахисних тканин;

- провести техніко-економічні розрахунки для обґрунтування доцільності практичного використання розроблених просочувальних сполук.

Об'єкт дослідження. Процес вогнезахисту целюлозовмісних тканин, умови і механізми зниження горючості та димоутворення.

Предмет дослідження. Целюлозовмісні текстильні матеріали, галогеновмісні антипірени, вогнезахиснені целюлозовмісні текстильні матеріали.

Методи дослідження. Для досягнення мети й виконання поставлених завдань було використано теоретичні й експериментальні стандартні методи досліджень; фізико-хімічні методи досліджень (газова хроматографія, ІЧ-спектроскопія, ПМР-спектроскопія, термогравіметричний аналіз), стандартизовані методи визначення горючості, димоутворювальної здатності, експлуатаційних показників вогнезахисних текстильних матеріалів. Підготовка й проведення досліджень здійснювалися на основі планування експерименту, вірогідність їх підтверджувалася статичною обробкою з використанням комп'ютерного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів. Підвищення вогнезахисних властивостей текстильних целюлозовмісних матеріалів полягає у пригніченні процесу горіння та димоутворення шляхом взаємопоєднання галогеновмісних антипіренів та модифікованих поліфосфатів амонію з несучою матрицею матеріалу при контрольованому термічному впливі, а саме:

- теоретично встановлено та експериментально визначено, що при термічному впливі на текстильні матеріали ефективність вогнезахисної дії при сумісному використанні антипіренів обумовлена інгібуванням процесів, що протікають як у конденсованій (за рахунок сполук фосфору), так і в газовій (за наявності бромів й азоту) фазах;

- вперше виявлено, що запропонована комбінація антипіренів сприяє зниженню концентрації лівоглюкозану в газовій фазі більш, ніж у 5 разів, приглушенню теплового ефекту при термоокисленні і збільшенню коксового залишку в 4,5 рази;

- вперше встановлено граничні умови переведення текстильних матеріалів при концентрації модифікованого поліфосфату амонію 15% та галогеновмісних 10% до важкозаймистих матеріалів з помірною димоутворювальною здатністю, а також з підвищеними експлуатаційними властивостями;

- обґрунтовано застосування отриманих матеріалів на об'єктах з масовим перебуванням людей.

Практичне застосування отриманих результатів. На підставі виконаних експериментально-теоретичних досліджень розроблені композиції зниженої горючості й димоутворювальної здатності характеризуються високими фізико-механічними показниками, гарними дизайнерськими якостями й високими гігієнічними властивостями. При нанесенні на тканини розроблені композиції забезпечують вогнезахисність текстильного матеріалу.

Отриманий патент на новий спосіб одержання вогнезахисних матеріалів: «Способ получения огнезащитных целлюлозосодержащих материалов природного происхождения» – целюлозні (бавовна, льон), змішані (бавовна, лавсан), які можуть бути використані фактично у всіх сферах народного господарства, наприклад, для пошиття одягу пожежників, зварювальників, газорізальників, металургів так само для

побутових цілей. Розроблені рекомендації щодо використання просочувального засобу для вогнезахисту текстильних матеріалів якими регламентовано способи нанесення, використання просочувального засобу, визначення ефективності отриманих виробів та технічних вимог щодо використання та утримання вогнезахисних матеріалів. Отримані цим способом матеріали пройшли успішну перевірку в реальних умовах.

Особистий внесок здобувача. Полягає в аналізі літературних джерел за темою дисертації, у виборі методик здійснення досліджень, створенні зразків, виконанні й обробці експериментальної частини, аналізі спектральних даних, установленні будови синтезованих сполук і визначенні фізико-механічних і термічних параметрів тривимірних сітчастих полімерів, в експериментальному визначенні протипожежних, термо-хімічних і фізико-механічних характеристик отриманого матеріалу, у визначенні раціонального складу композиції у тканині, формулюванні висновків роботи.

Апробація результатів дисертації. Результати роботи доповідались на міжнародних і національних конференціях: V Науково-методична конференція з міжнародною участю “Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика”, Харків, 2006; Всеукраїнська научно-практическа конференция с международным участием, Харьков, 2006; Международная научно-техническая конференция «Полимерные композиты и трибология» - Поликомтриб, Гомель-Беларусь, 2007; III Международная конференция „Современные проблемы физической химии”, Донецк, 2007; XI Українська конференція з високомолекулярних сполук, Дніпропетровськ, 2007, Всероссийская научно-практическая конференция «Коршуновские чтения», Тольятти, 2008.

Публікації. Результати дисертаційної роботи викладені в 12 публікаціях (6 наукових статтях у фахових виданнях, 6 тезах доповідей на українських і міжнародних конференціях). За матеріалами дисертаційної роботи отримано 1 патент України на корисну модель.

Структура і об'єм дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Об'єм дисертації складає 197 сторінок й включає 26 рисунків, 50 таблиць, бібліографію (179 найменувань), 10 додатків, які мають 27 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета й завдання досліджень, наведено дані про новизну й практичне значення результатів, апробацію й публікації наукових результатів.

У першому розділі наведено літературний огляд, присвячений опису сучасного стану класу антипіренів, описано результати аналізу літературних даних, пов'язаних із проблемою вогнезахисту текстильних матеріалів. Проаналізовано сучасні тенденції використання антипіренів у широкому спектрі застосування від побутового рівня до промислового. Наприклад, для природних полімерів (целюлоза) і для синтетичних полімерних матеріалів широко використовують такі способи вогнезахисту, як введення в композицію речовин, що знижують горючість матеріалів, використання при синтезі галогеновмісних реагентів, застосування фосфор-, азот-, кремній-, бромвмісних реагентів.

Основна кількість пожеж походить від малокалорійних джерел загорання. Горючі предмети, неохоплені вогнем у результаті випромінювання і конвекції,

нагріваються, потім починають виділяти горючі пари й газу, а при досягненні концентраційної межі запалюються.

У цей час існують деякі види товарів з полімерних синтетичних і натуральних матеріалів, які випускаються з пожежобезпечним виконанням.

Питання підвищення ефективного вогнезахисту текстильних матеріалів досліджувались у роботах Жартівського В.М., Белікова А.С., Цапка Ю.В., Яковлевої Р.А., Зубанева Г.С., Баріло О.Г. та інших, однак в цій галузі існує ряд невирішених задач.

Галоїдовані полімери широко застосовуються для виготовлення різних вогне-, оліє-, бензо- і корозійностійких лакофарбових матеріалів і захисних покриттів, іонообмінних матеріалів, плівок, конструкційних матеріалів і трубопроводів, і так само в якості антипіреного компонента різних полімерних композицій.

Жорсткі вимоги сучасної техніки до пожежної безпеки полімерних матеріалів привели до появи нового напрямку полімерної хімії – одержання вогнестійких полімерів і композицій, волокон і тканин. Пряме введення антипіренів у полімерні матриці має ряд недоліків: зміна механічних і електричних властивостей матеріалу, зміна кольору, можливість «випотівання» антипірену, додавання антипіренів, як правило, призводить до зниження термостабільності полімерних матеріалів. Низькомолекулярний антипірен, що містить галоген, може міняти колір під дією УФ-опромінення, атмосферних умов, температури, може, вимиватися й гідролізуватися дощовою водою, що, можливо, буде супроводжуватися неприємним запахом і викликати корозію металевих поверхонь. Отже, для запобігання цим недолікам необхідно використовувати галоїдовані полімерні матеріали, що мають широкий комплекс нових властивостей (висока адгезія, вогне-, оліє-, корозійна стійкість, стійкість до дії морської води). На активність антипіренів впливають так само компоненти, що знаходяться у складі полімерних композицій.

На підставі проведеного аналізу сформульовано задачі досліджень та запропоновано новий напрямок використання композиційних текстильних матеріалів, що містять антипірени, які розроблено в Україні.

У другому розділі наведено характеристики об'єктів досліджень, методи їх синтезу, міститься короткий опис основних методів експериментальних досліджень, методів аналізу фізико-механічних властивостей, ефективності вогнезахисту отриманих матеріалів при виконанні завдань дисертаційної роботи.

При застосуванні фізико-хімічних досліджень був отриманий мономер (табл. 1), який містить у своєму складі одразу два зв'язки, а тому він спроможний утворювати трьохмірні сітчасті покриття.

Таблиця 1. Фізичні характеристики антипіренів

Антипірен	Вміст бромів, %	Агрегатний стан	Темп. плав., °C	Примітка
БАПЕ	43,24	рідина	---	
Аддукт ДА	42,55	кристал	15	$E_{\text{ч теор}}=7,62$ $E_{\text{ч пр}}=7,51$

Створена методика визначення стійкості отриманих текстильних матеріалів до прогорання краплями металу, яка полягає у впливу на тканину іскор та крапель розплавленого металу, отриманих зі зварювального апарату з послідовним фіксуванням часу пропалення тканини.

Для визначення закономірностей які дозволяють цілеспрямовано регулювати горючість і вогнезахисні характеристики просочувальних засобів, було проведено математичне планування шляхом реалізації повнофакторного експерименту за методом Букса-Уілсона, при якому досягається що найбільша ефективність застосування при визначенні димоутворення, кисневого індексу та експлуатаційних характеристик (механічна міцність) отриманих вогнезахисних матеріалів.

За отриманими рівняннями регресії для нормованих значень факторів – концентрація МПФА (δ_1) і концентрація аддукт ДА (δ_2) – були побудовані поверхні відгуку (рис. 1) та було визначено найбільше значення кисневого індексу, найменше значення коефіцієнта димоутворення і найбільш оптимальне значення механічної міцності для кожного рівняння в досліджуваних межах. Установлено, що при введенні 15 % МПФА і 10 % аддукта ДА від маси тканини зберігаються міцні характеристики тканин ($F = 84 \text{ Н}\cdot\text{м/г}$), найкращі значення кисневого індексу ($KI = 40 \%$) й коефіцієнта димоутворення ($K_B = 74 \text{ м}^3/\text{кг}$).

$$b_{1KA} = 27,78 + 9,67\delta_1 - 1,33\delta_2 + 5,67\delta_{12} - 9,33\delta_{22} + \delta_1\delta_2 \quad (1)$$

$$b_{2F} = 191,56 - 177\delta_1 + 23,83\delta_2 + 170,33\delta_{12} + 11,83\delta_{22} - 20,25\delta_1\delta_2 \quad (2)$$

$$b_{2F} = 191,56 - 177\delta_1 + 23,83\delta_2 + 170,33\delta_{12} + 11,83\delta_{22} - 20,25\delta_1\delta_2 \quad (3)$$

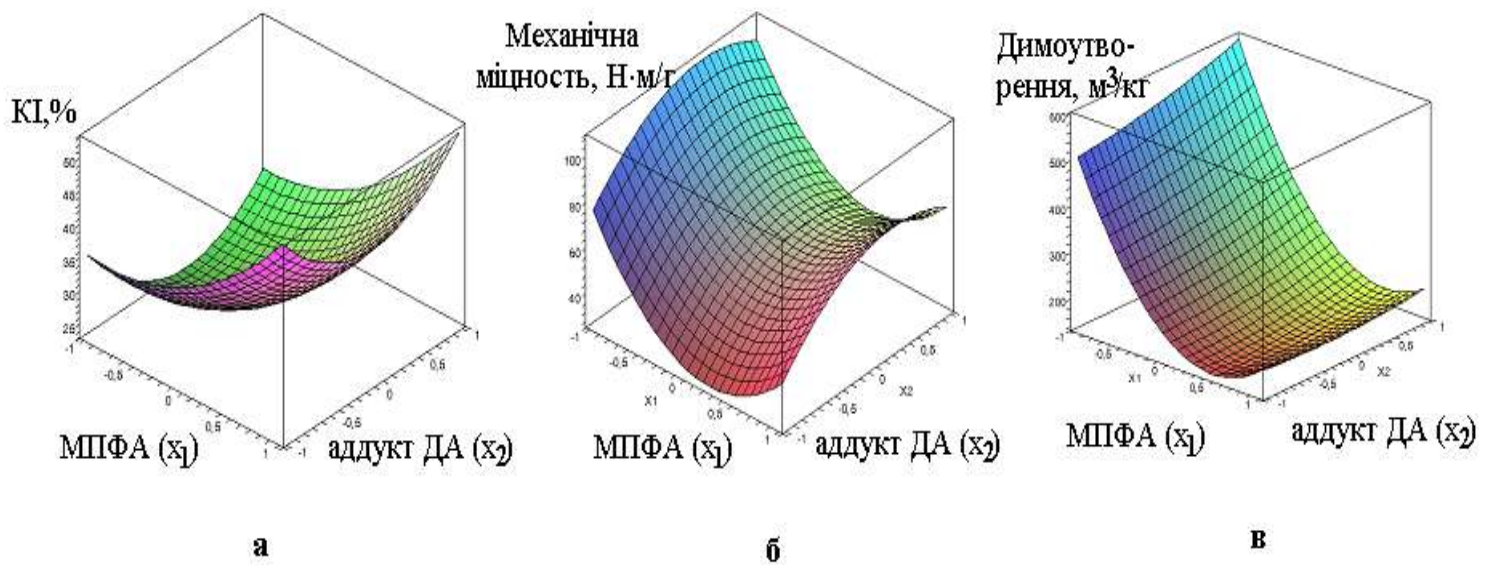


Рис. 1. Вплив МПФА (x_1) та аддукту ДА (x_2) на експлуатаційні характеристики бавовни, а – кисневий індекс, б – механічна міцність, в – димоутворення

У **третьому розділі** наведено результати досліджень розробки рецептури, що просочує тканини, на основі солей поліфосфату амонію (МПФА) з поліфункціональними бромвмісними антипіренами, а також експериментального визначення ефективності вогнезахисту тканин при обробці їх просочувальною композицією.

У роботі були отримані й визначені бромвмісні антипірени: бісакриловий естер дибромпентаеритриту (БАПЕ) і ендо-оксо-біцикло[2,2,1]гепт-2-ен,метоксі,пропоксі,-5,6-імід,2,4,6-трибромбензол (аддукт ДА). Будова отриманих біфункціональних мономерів підтверджена методами ІЧ-спектроскопії, ПМР-спектроскопії, температурні режими одержання мономерів визначені методом ДСК, а також визначені фізичні характеристики. Отримані мономери мають у своїй сполуці одночасно по два зв'язки: БАПЕ – два вінільні зв'язки, аддукт ДА – один вінільний зв'язок і оксирановий цикл,

тому можливо отримання нерозчинних просторових полімерних покриттів. Термостійкість отриманих покриттів вивчалася методом ТГА та ДТА. Синтезовані мономері здатні вступати в реакції полімеризації з утворенням полімерів з розгалуженою сітчастою структурою, з високим вмістом гель-фракції. Отриманий полімерний матеріал має високу термостабільність.

Далі були визначені вогнезахисні якості тканин, просочених модифікованим поліфосфатом амонію (МПФА). Для характеристики займистості тканинних зразків використовувалися методи визначення температур займання і самозаймання (табл. 2), час затримки загорання і стійкість тканин до пропалювання краплями розплавленого металу з температурою 900-1000°C (табл. 3).

Таблиця 2. Залежність займання і самозаймання від складу тканин і кількості МПФА

Концентрація МПФА від маси тканини, %	Займистість, °C				Самозаймистість, °C			
	бавовна щільна	бавовна батист	бавовна з лавсаном	льон	бавовна щільна	бавовна батист	бавовна з лавсаном	льон
0	228	210	222	228	320	253	312	320
5	240	220	230	240	330	265	322	330
7,5	250	230	240	250	357	275	343	357
10	260	240	250	260	380	300	380	380
12,5	260	240	250	260	380	300	380	380
	Тканина спалахує і тліє							
15	При дії газовим пальником обуглюється ділянка дії полум'я на тканину, тканина не загоряється				При дії теплового потоку з $t = 600^{\circ}\text{C}$ тканина не загоряється			
20								

Таблиця 3. Залежність періоду індукції займання від складу тканин і кількості МПФА

Концентрація МПФА від маси тканини, %	Час індукції до постійного горіння, с			
	бавовна щільна	бавовна батист	бавовна з лавсаном	льон
0	2	0	2	3
5	7	5	7	9
7,5	17	12,4	18	22
10	39	30	40	43
12,5	39	30	40	43
	Тканина спалахує і тліє			
15	При дії газовим пальником обуглюється ділянка дії полум'я на тканину, тканина не загоряється			
20				

При дослідженні зразків тканин встановлено, що введення до складу тканин солей МПФА приводить до зміни динаміки утворення полум'я. При концентрації МПФА в об'ємі матеріалу 15 % від маси тканини, різко зростає стійкість тканини до утворення полум'я, подальше збільшення вмісту МПФА в досліджуваних зразках особливого впливу на самозаймання, займання, час затримки займистості й стійкість тканин до бризок металу з температурою 900-1000°C не має. Обробка тканин

розчинами солей МПФА приводить до зміни динаміки впливу відкритого полум'я і крапель розплавленого металу. Результати вимірів цих параметрів подано в табл. 4.

Таблиця 4. Швидкість поширення полум'я по горизонтально розташованих зразках

Тканина	Вміст МПФА, %	Довжина згорілої частини, мм	Час горіння, с	Швидкість соріння, мм·с	Примітка
бавовна (щільна)	0	100	25	4,0	Горить
	5	20	12	1,7	Горить
	10	8	8	1,0	Проривається полум'я
	15	6	---	---	Не горить
	20	6	---	---	Не горить
бавовна (батист)	0	100	15	6,8	Горить
	5	20	10	2,0	Горить
	10	8	7	1,14	Проривається полум'я
	15	5	---	---	Не горить
	20	5	---	---	Не горить
бавовна з лавсаном	0	100	23	4,34	Горить
	5	22	12	1,8	Горить
	10	11	11	1,0	Проривається полум'я
	15	7	---	---	Спалахує, самозагасає
	20	6	---	---	Не горить
льон	0	100	32	3,12	Горить
	5	18	13	1,4	Горить
	10	8	8	1	Проривається полум'я
	15	5	---	---	Не горить
	20	5	---	---	Не горить

Як видно з табл. 4, введення МПФА, знижує швидкість поширення полум'я в зразках. Ці дані узгоджуються з результатами попередніх досліджень. Таким чином, достатня концентрація МПФА в складі тканин – 15 % від маси самої тканини. У зв'язку з тим, що солі МПФА є водорозчинними, то, при вологій обробці тканин мильним розчином вони будуть видалені з поверхні тканини. Тому була визначена раціональна концентрація бромвмісних антипіренів у складі тканин. Тканинні матеріали із закріпленням МПФА і полімерною сіткою БАПЕ або аддукта ДА досліджені на стійкість до залишкового горіння і до крапель металу з температурою 900-1000°C до і після мильно-содової обробки. Результати наведено в табл. 5

Таблиця 5 – Залишкова вогнестійкість зразків тканин (МПФА, 15 %)

Анти-пірен	Тип тканини	<i>Вміст просторової полімерної сітки в тканині, при %</i>											
		Залишкове горіння/тління після контакту з полум'ям, с				Стійкість до пропалювання краплями розплавленого металу, с							
		після прасування				до прасування				після прасування			
		0	7,5	10	15	0	7,5	10	15	0	7,5	10	15
БАПЕ	бавовна щільна	26/-	0/5	0/0	0/0	85	110	121	130	2	35	115	127
	бавовна батист	19/-	0/3	0/0	0/0	30	52	58	65	0	9	54	65
	бавовна з лавсаном	23/-	0/4	0/0	0/0	85	108	114	123	2	35	110	122
	льон	32/-	0/5	0/0	0/0	101	123	131	135	3	39	130	135
аддукт ДА	бавовна щільна	26/-	0/5	0/0	0/0	85	114	124	132	2	36	127	129
	бавовна батист	19/-	0/3	0/0	0/0	30	55	61	66	0	9	64	66
	бавовна з лавсаном	23/-	0/4	0/0	0/0	85	111	122	127	2	35	124	126
	льон	32/-	0/5	0/0	0/0	101	120	128	136	3	38	124	135

З табл. 5 видно, що мінімальна концентрація бромвмісних антипіренів, що утворюють сітчасту структуру, при якій відбувається повне затримання МПФА в складі тканини, становить 10% від маси тканини. В результаті проведених досліджень отримано вогнезахищені тканини на основі бавовни щільної, з батистом, бавовни з лавсаном та льону які містять 15% МПФА і 10% аддукту ДА або БАПЕ.

Проведено дослідження займистості для текстильних матеріалів. До цієї групи відносять методи визначення кисневих індексів, температур займання, спалаху і самозаймання. Ефективність дії уповільнювачів горіння оцінюють за показниками, отриманими при випробуванні окремого виду тканини з різною концентрацією уповільнювачів горіння в матеріалі, і достатньою для появи в матеріалі властивості самоуповільнення.

Методом ТГА досліджено процес термоокисного розкладання вихідної тканини бавовна (щільна) і тканини бавовна (щільна), просоченої уповільнювачем горіння: сіль МПФА і закріплений тривимірним бромвмісним полімером (БАПЕ або аддуктом ДА, відповідно), зниження швидкості термоокисної деструкції приводить до зниження виділення легкогорючих речовин і, відповідно, збільшується масова частка неспалених нелетких продуктів піролізу. Результати досліджень представлені на рис. 2.

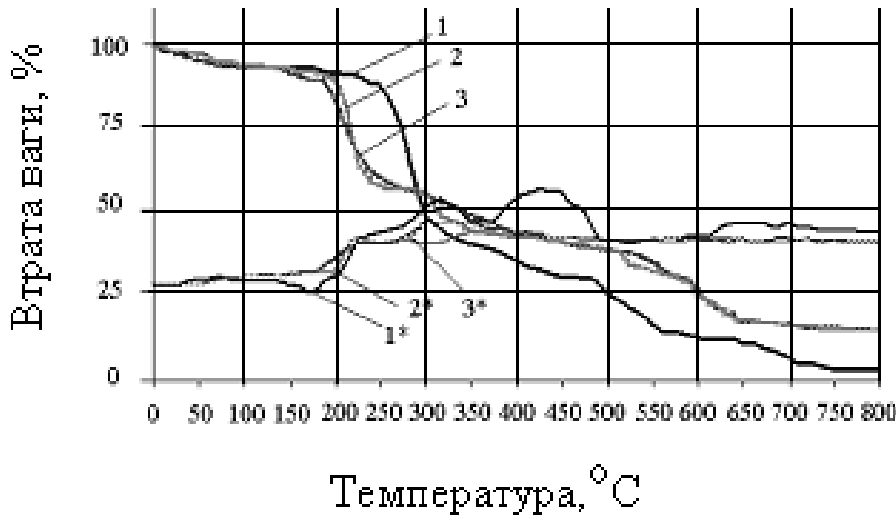


Рис. 2. Криві термогравіметричного аналізу зразків тканини, ТГА:

1 – бавовна (щільна) без просочення, 2 – бавовна (щільна) МПФА, БАПЕ, 3 – бавовна (щільна) МПФА, аддукт ДА;
 ДТА: 1*– бавовна (щільна) без просочення, 2*– бавовна (щільна) МПФА, БАПЕ, 3*– бавовна (щільна) МПФА, аддукт ДА

Зміна маси всіх зразків до температури 100°C пов'язана із втратою води, адсорбованою тканиною з навколишнього середовища – тканини зберігають після просочення гігроскопічність. Потім виникає зона термостабільності до 250°C для чистого, без просочення, зразка тканини й до 195°C для зразків, що утримують антипірени. Таким чином мінімальна (5%) втрата маси відбувається при 260°C для вихідної тканини і при 200°C для отриманих зразків. Так само видно, що процес термодеструкції для вихідної тканини починається з температури 250°C і триває до кінця експерименту – це означає, що в процесі деструкції постійно утворюються нові горючі сполуки, здатні до займання. Для тканин, просочених антипіренами, спостерігається інший процес: до 210°C маса зразка фактично не змінюється, потім іде різке падіння маси, яке вповільнюється при температурі близько 250°C у цьому інтервалі відбувається утворення негорючих сполук із продуктів деструкції текстильного матеріалу. Далі до 400°C триває процес карбонізації, який закінчується при температурі 450°C, і спостерігається ділянка постійних значень маси. Це пов'язано з тим, що особливість хімічного вогнезахисту полягає в тому, що вона знижує термічну стійкість матеріалу на ділянці, що передують температурі горіння, а не приводить до підвищення температури горіння, як при вогнезахисті, заснованому на фізичних явищах. І саме це зниження й зміна напрямку термодеструкції матеріалу виявляються найбільш вигідними для приглушення наступного горіння.

Для визначення складу летких продуктів розкладання в режимі термічної деструкції тканин в атмосфері або кисню, або аргону проведено газову хроматографію. Було визначено, що кількість основного продукту деструкції у режимі тління при температурі 250°C при введенні антипіренів знижується вміст лівоглюкозану в 5 разів, з якого, у свою чергу, утворюються леткі легкозаймисті сполуки (водень, метан), що свідчить про підвищення термоокисної стабільності, таким чином відбувається зменшення вмісту легкозаймистих сполук у 25-30 разів. При температурі вищій 350°C спостерігається картина розпаду бромвмісних полімерів: у продуктах деструкції виявляються мономери, що беруть участь в побудові полімеру, при більш високих температурах – уламки самих мономерів. Так само досліджено процес карбонізації обраних уповільнювачів горіння на тканинах при температурах від 400 до 800°C, під

час роботи вивчалася втрата маси зразків шляхом аналізу коксового залишку (КЗ), що утворюється в процесі термічного впливу антипіренів при різних температурах, результати показано на рис. 3.

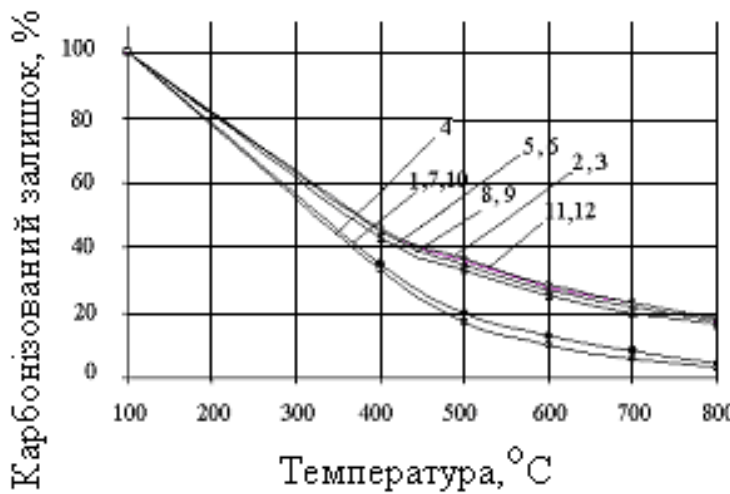


Рис. 3. Залежність КЗ від температури (час витримки 30 хв) і складу зразків,

- 1 – бавовна (щільна) без просочення,
- 2 – бавовна (щільна) МПФА, БАПЕ,
- 3 – бавовна (щільна) МПФА, аддукт ДА,
- 4 – бавовна (батист) без просочення,
- 5 – бавовна (батист) МПФА, БАПЕ,
- 6 – бавовна (батист) МПФА, аддукт ДА,
- 7 – бавовна з лавсаном без просочення,
- 8 – бавовна з лавсаном МПФА, БАПЕ,
- 9 – бавовна з лавсаном МПФА, аддукт ДА,
- 10 – льон без просочення,
- 11 – льон МПФА, БАПЕ,
- 12 – льон МПФА, аддукт ДА

Дослідження КЗ показали, що використання уповільнювачів горіння підвищує вихід карбонізованого залишку при температурі 800°C в 4,5 рази, причому при термічному впливі обуглені тканини, просочені антипіренами, зберігають структуру тканин на відміну від необроблених зразків.

Для дослідження складу отриманих КЗ була проведена ІЧ-спектроскопія, яка підтвердила вміст фосфору і азоту в них. На рис. 4 показаний ІЧ-спектр, на якому видно, що наявність фосфору під час термодеструкції в КЗ при температурах 400±5°C, 600±5°C, 800±5°C свідчить про утворення на поверхні матеріалу фосфорних сполук і спіненого матеріалу, що формують захисний шар, який знижує доступ кисню до внутрішніх шарів.

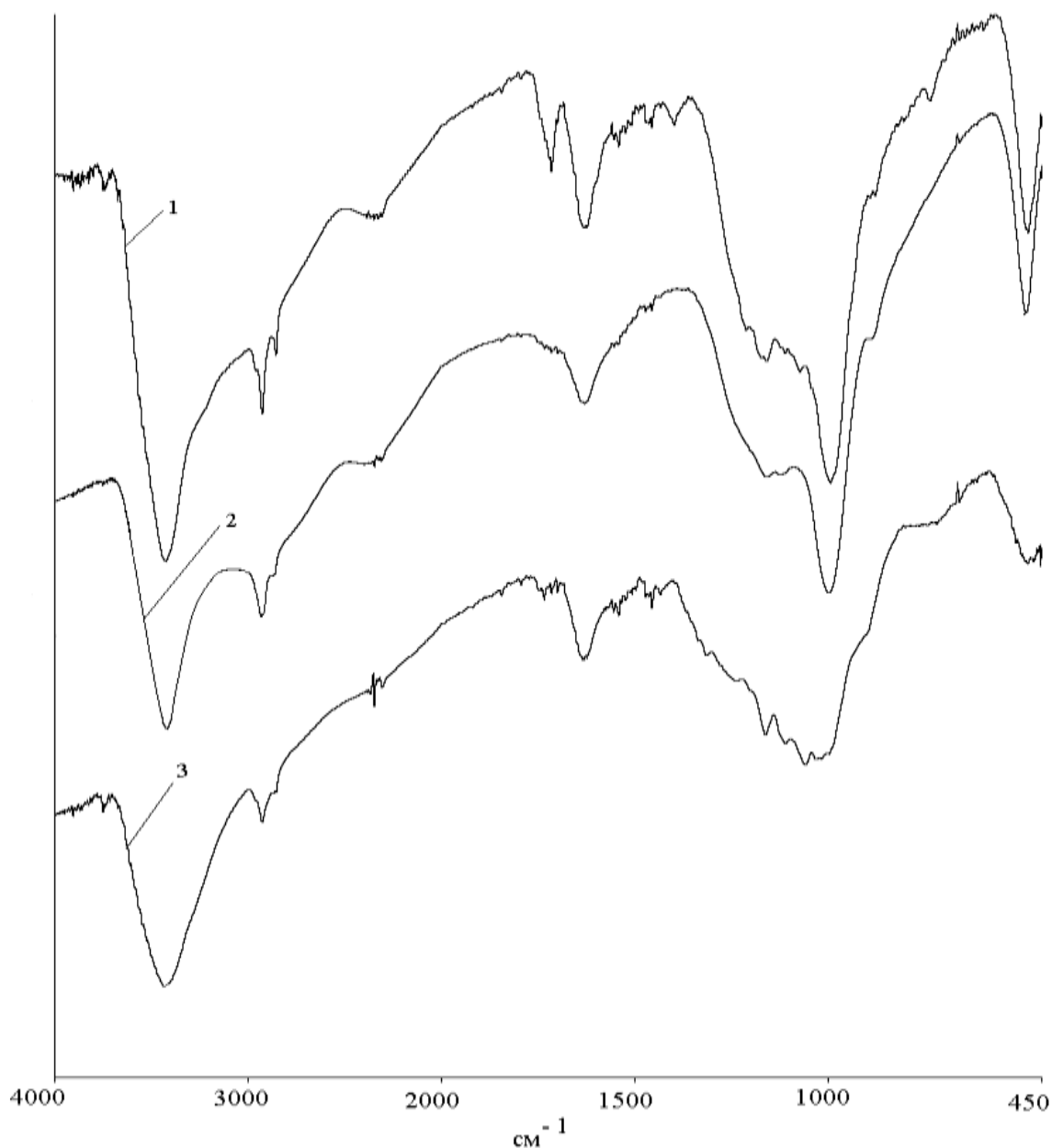


Рис. 4. ІЧ-спектроскопія КЗ тканини бавовна, МПФА, аддукт ДА
1 – ДО при $400\pm 5^{\circ}\text{C}$, 2 – ДО при $600\pm 5^{\circ}\text{C}$, 3 – ДО при $800\pm 5^{\circ}\text{C}$

Розпад целюлози з помітною швидкістю починається при 270°C і закінчується приблизно при 350°C , але при введенні антипіренів зміни маси відбуваються в передполуменевій зоні при температурі 210°C і закінчуються при 260°C . Тому не відбувається різкого збільшення газів, здатних до samozаймання, що повністю збігається з даними ДТА, дослідженнями ІЧ-спектроскопії КЗ і даними газової хроматографії, тому що в процесі термолізу утворювався негорючий коксовий залишок. Отримані поліфосфорні кислоти утворюють склоподібний або в'язкий розплавлений поверхневий шар, який є фізичним бар'єром для переносу тепла і кисню до целюлозної матриці і дифузії легкозаймистих продуктів деструкції. Але при цьому так само протікають реакції взаємодії ортофосфорної кислоти з первинною гідроксильною групою циклу, що перешкоджають утворенню лівоглюкозану, з утворенням моно амонійної солі однозаміщеного ортофосфату целюлози. Отже, не

відбувається розриву зв'язків в основному ланцюгу, і таким чином складається повна уява про вплив на процес термодеструкції целюлозного матеріалу.

На рис. 5 представлені, зміни кисневого індексу (КІ) зразків при різній концентрації МПФА і постійній концентрації БАПЕ або аддукта ДА.

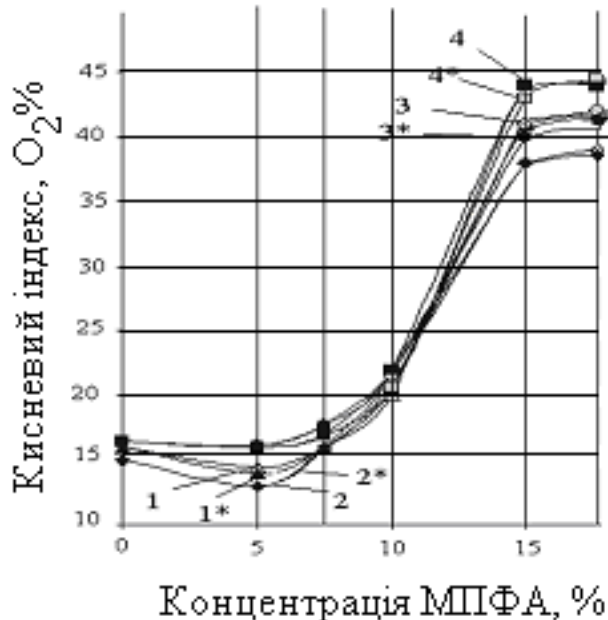


Рис. 5. Вплив МПФА на величину кисневого індексу тканин, просочених БАПЕ або аддуктом ДА,

БАПЕ: 1 – бавовна (щільна), 2 – бавовна (батист), 3 – бавовна з лавсаном, 4 – льон,

аддукт ДА: 1* – бавовна (щільна), 2* – бавовна (батист), 3* – бавовна з лавсаном, 4* – льон

За даними рис. 5 випливає, що використані уповільнювачі горіння підвищують вогнезахисні властивості тканин, таким чином уповільнюється процес горіння в конденсованій фазі, яка супроводжується виділенням летких продуктів горіння. На підставі результатів випробувань, тканини можна віднести до важкозаймистих.

У **четвертому розділі** проведено дослідження пожежної небезпеки і експлуатаційно-технічних характеристик вогнезахисних тканин і розроблено рекомендації до практичного застосування отриманих результатів. Для оцінки пожежної небезпечності тканин були визначені групи займистості тканин. Результати випробувань зразків показано в табл. 6.

Таблиця 6. Результати випробувань на займистість зразків текстильних матеріалів

Номер зразка	Час дії полум'я на поверхні, с	Час дії полум'я із краю, с	Тривалість залишкового горіння	Прогорання до країв	Займання бавовняної вати	Довжина обвугленої ділянки (середнє значення), мм	Поверхнєве займання, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
Бавовна щільна, що містить 15 % МПФА й 10 % БАПЕ							
Напрямок ниток основи							
1	5		---	---	---	20	---
2-4	15		---	---	---	57	---
5		5	---	---	---	25	---
6-8		15	---	---	---	75	---

Продовж. табл. 6.

1	2	3	4	5	6	7	8
У напрямку ниток утка							
9	5		---	---	---	19	---
10-12	15		---	---	---	61	---
13		5	---	---	---	20	---
14-16		15	---	---	---	66	---
Бавовна щільна, що містить 15 % МПФА й 10 % аддукта ДА							
Напрямок ниток основи							
17	5		---	---	---	21	---
18	15		---	---	---	53	---
21		5	---	---	---	25	---
22-24		15	---	---	---	75	---
У напрямку ниток утка							
25	5		---	---	---	19	---
26-28	15		---	---	---	61	---
29		5	---	---	---	19	---
30		15	---	---	---	65	---

Виходячи з отриманих даних бавовняна тканина (щільна), оброблена сіллю МПФА і БАПЕ, а також бавовняна тканина (щільна), оброблена сіллю МПФА і аддуктом ДА класифікуються як «важкозаймисті».

За результатами випробувань визначення вогнезахисних якостей зразки тканин після видалення джерела полум'я не підтримують самостійного горіння й тління, отже, два типи композиційних текстильних матеріалів вважаються «вогнезахисними».

Дослідження димоутворення проводять у двох режимах: горіння і тління, результати наведено у табл. 7.

Таблиця 7. Визначення коефіцієнта димоутворення текстильних тканин різного складу

Режим випробувань і щільність теплового потоку	Коефіцієнт димоутворення, м ² /кг	
Бавовна щільна, без просочення		
Тління, 25 кВт/м ²	Середнє значення (округлене до цілого числа)	1285
Горіння, 35 кВт/м ²	Середнє значення (округлене до цілого числа)	25
Бавовна щільна, що містить 15 % солі МПФА й 10 % БАПЕ		
Тління, 25 кВт/м ²	Середнє значення (округлене до цілого числа)	78
Горіння, 35 кВт/м ²	Середнє значення (округлене до цілого числа)	37
Бавовна щільна, що містить 15 % солі ПФА й 10 % аддукт ДА		
Тління, 25 кВт/м ²	Середнє значення (округлене до цілого числа)	74
Горіння, 35 кВт/м ²	Середнє значення (округлене до цілого числа)	39

З даних табл. 7 випливає, що зразок тканини (без просочення) належить до матеріалів з високою димоутворювальною здатністю, а зразки з антипірувальним просоченням до матеріалів із середньою димоутворювальною здатністю: значення їх коефіцієнтів від $50 \text{ м}^2/\text{кг}$ до $500 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Визначення класу токсичності вогнезахищеної тканини полягало у визначенні критеріїв класифікації речовин, що викликають роз'їдання/подразнення шкіри, критерії класифікації речовин, що викликають серйозні ушкодження/подразнення очей, критеріїв класифікації речовин, що виявляють сенсibilізуючу дію продуктів деструкції, що й показано в табл. 8.

Таблиця 8. Медико-біологічні дослідження тканини бавовна (щільна) із просоченням

Просочення	Наявність або відсутність запальної реакції							Фактичний показник індексу дратівної дії
Шкірно-подразнююча дія тканини бавовняної із просоченням								
Час дослідження, доба	0	1	2	3	4	5	6	
МПФА, БАПЕ	0	0	0	0	0	0	0	0
МПФА, аддукт ДА	0	0	0	0	0	0	0	0
Подразнююча дія на слизову оболонку тканини бавовняної із просоченням								
Час дослідження	15 хв.		3 год.		6 год.		24 год.	
МПФА, БАПЕ	0		0		0		0	
МПФА, аддукт ДА	0		0		0		0	
Сенсибілізуюча дія тканини бавовняної із просоченням								
Час дослідження	24 год.			72 год.				
МПФА, БАПЕ	0			0			0	
МПФА, аддукт ДА	0			0			0	

Примітка: «1-5» балів – наявність запальної реакції за ступенем виразності, «0» балів – відсутність еритеми, набряків.

Як видно з табл. 10, за результатами токсикологічних досліджень вогнестійкі композиційні текстильні матеріали є помірно небезпечними і відповідають санітарно-гігієнічним нормам. Пожежна небезпека отриманих вогнезахищених тканин на прикладі бавовняної тканини із щільністю 270 г/м², показана в табл. 9.

Таблиця 9. Показники і класифікація пожежної небезпеки матеріалів

Метод випробування	Технічна документація	Показник	
		бавовна 270 г/м ² , МПФА, БАПЕ	бавовна 270 г/м ² , МПФА, аддукт ДА
1	2	3	4
Температура займання	ГОСТ 12.1.044	не утворюється полум'я	не утворюється полум'я
Температура самозаймання	ГОСТ 12.1.044, п. 4.9.	не утворюється	не утворюється
Кисневий індекс	ГОСТ 12.1.044, п. 4.14.	40	41
Димоутворювальна здатність	ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.18	з помірною димоутворювальною здатністю	з помірною димоутворювальною здатністю
Здатність поширення полум'я по поверхні	ДСТУ 4155-2003	не здатні поширювати	не здатні поширювати

Продовж. табл. 9.

1	2	3	4
Швидкість поширення полум'я по поверхні	ДСТУ 4155-2003	відсутня	Відсутня
Займистість	ДСТУ 4155-2003	важкозаймисті	важкозаймисті
Вогнезахищеність	ГОСТ 19297-73	вогнезахищені	вогнезахищені
Токсичність	СанПиН 2.4.7./1.1.1286-03	помірно небезпечні	помірно небезпечні

Важливою експлуатаційною характеристикою якості тканини є міцність тканини на розрив, вплив ультрафіолетового опромінення на стійкість тканин і вплив просочувальних матеріалів на залишкову драпірувальність тканин. Дані, отримані в ході роботи, наведені в табл. 10.

Таблиця 10 – Фізико-механічні показники тканин, що не підтримують горіння

Зразок тканини з просочуванням		Відносне розривне навантаження, Н·м/м ²		Залишкова міцність до УФ опромінення %	Залишкова міцність після УФ опромінення, %		Драпірувальність	
		основа	уток		100 годин	200 годин	коеф., %	залишкова, %
бавовна щільна	---	83,3	31,1	100	18,1	15,4	29,6	100
	МПФА, БАПЕ	83,5	33,3	102	45,5	31,4	35,6	83,15
	МПФА, аддукт ДА	83,8	35,4	104	45,9	31,5	36,0	82,22
бавовна батист	---	133,6	84,8	100	9,7	6,1	44,7	100
	МПФА, БАПЕ	166,7	91,5	118	33,3	21,0	61,8	73,33
	МПФА, аддукт ДА	146,7	104,8	115	31,5	20,8	61,6	72,55
бавовна з лавсаном	---	90,5	34,4	100	21,8	19,2	29,1	100
	МПФА, БАПЕ	93	38,5	102	51,6	39,2	35,0	83,13
	МПФА, аддукт ДА	93,8	39,1	104	52,3	38,8	35,0	83,13
льон	---	128,8	93,4	100	19,9	17,0	24,7	100
	МПФА, БАПЕ	161,1	96,6	102	46,9	36,2	27,2	90,8
	МПФА, аддукт ДА	162,7	110,8	103	47,1	36,7	27,1	91,14

Як видно з табл. 10, при додаванні тканинам повної вогне-, іскрозахищеності забезпечуються також і міцнісні характеристики, захищеність тканин від УФ-опромінення, і при цьому тканини зберігають значну залишкову міцність і драпірувальність.

Введення наповнювачів змінює весь комплекс вогнезахисних і технічних характеристик текстильних матеріалів, тому склад композиції визначався за величиною кисневого індексу, за коефіцієнтом димоутворення та за механічною міцністю просочених тканин залежно від співвідношення концентрацій водорозчинного уповільнювача горіння МПФА і реакційно здатного антипірену аддукта ДА..

ВИСНОВКИ

У роботі подано нове рішення актуального науково-практичного завдання поліпшення вогнезахисних властивостей целюлозних тканин шляхом обробки їх антипірувальними сумішами на основі модифікованого поліфосфату амонію (МПФА) і полімеризаційно здатних бромвмісних уповільнювачів горіння БАПЕ або аддукта ДА.

1. Теоретично припущено і експериментально підтверджено, що висока ефективність вогнезахисної дії при спільному використанні фосфор-, азот- і бромвмісних антипіренів обумовлена інгібуванням процесів, що протікають як у конденсованій, так і в газовій фазах в умовах термоокисної деструкції, займання й самозаймання целюлозних тканин.

2. Дериватографічним, ІЧ-спектроскопічним і газохроматографічним дослідженнями відзначено значне зниження теплових ефектів на стадії термоокислення оброблених тканин, зменшення в газовій фазі більш, ніж у 5 разів, концентрації лівоглюкозану – основного джерела низькомолекулярних горючих продуктів деструкції і присутність бромвмісних сполук (ефективних інгібіторів процесу горіння), а також фосфорних сполук у коксовому залишку. У результаті цього індукційний період займання вогнезахисних матеріалів збільшується в 10 разів, температура займання підвищується на 50 °С, величина коксового залишку при 800 °С зростає в 4,5 рази, а величина КІ збільшується з 16% до 40-42%.

3. Показано, що в плані реалізації технології просочення і додавання целюлозним тканинам необхідних вогнезахисних і експлуатаційних властивостей найбільш ефективно використання двох типів уповільнювачів горіння: для нанесення з водяного розчину на тримаючу матрицю розчинного фосфор-, азот-, металовмісного антипірену МПФА з подальшим його закріпленням органорозчинними полімеризаційно здатними бромвмісними антипіренами БАПЕ або аддуктом ДА, здатними утворювати на волокнах нерозчинний і неплавкий сітчастий полімер.

4. З використанням сучасних фізико-хімічних і спектроскопічних методів досліджень визначено раціональні концентрації ініціаторів і каталізаторів полімеризації, температуру і час отвердіння БАПЕ і аддукта ДА і показано можливість одержання на їхній основі сітчастих полімерів зі ступенем зшивки 95-97% і формування плівок з розчинів з необхідним комплексом адгезивно-міцнісних і фізико-механічних властивостей.

5. Установлено, що в результаті обробки тканини раціональними складами компонентів антипіренів (15 % МПФА і 10 % БАПЕ або 10 % аддукта ДА) досягається збереження первісних вогнезахисних властивостей і фізико-механічних властивостей тканин після тридобової витримки у водопровідній воді при кімнатній температурі (ГОСТ 19297-73), після 15 циклів прання (ISO 10528–1995) у мильно-содовому розчині при температурі 60°C, а також після ультрафіолетового опромінення вогнезахисних тканин протягом 200 годин (BS 1006:1990). Експериментально встановлено зниження в 17 разів коефіцієнта димоутворення (з 1285 м²/кг до 74-78 м²/кг) для просочених розробленими сумішами антипіренів зразків бавовняної тканини, що означає переведення цих матеріалів із групи з високою димоутворювальною здатністю (для необроблених зразків) в групу матеріалів з помірною димоутворювальною здатністю відповідно до ГОСТ 12.1.044. Визначено пожежну небезпеку текстильного матеріалу за стандартами для текстильних тканин (ДСТУ 4155, НПБ 257-02) і встановлено, що

використання розроблених просочувальних сполук для обробки целюлозних тканин дозволяє перевести їх із групи легкозаймистих (для необроблених зразків) в групу важкозаймистих.

6. Дослідження санітарно-гігієнічних і токсикологічних досліджень отриманих вогнезахисних тканин показали, що оброблені запропонованими сумішами антипіренів тканини і продукти їх термічної деструкції не мають подразнюючу дію на шкірний покрив і слизову оболонку очей і не викликають запальні процеси (фактичний показник індексу подразнюючої і запальної дії дорівнює нулю) і, відповідно до СанПиН 2.4.7./1.1.1286-03 вони є помірно небезпечними.

7. Розроблено рекомендації щодо застосування просочувальних композицій для вогнезахисної

обробки тканин на основі двох типів антипіренів і можливих сфер використання вогнезахисних тканин. Розроблено технологічну інструкцію виготовлення і застосування просочувальних сумішей для вогнезахисної обробки тканин на основі целюлозного волокна. Результати роботи впроваджені в будівельній фірмі НП «ЭНИТЭКС» (м. Чугуїв).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Тарануха Я.А., Каратеев А.М. Придание огнезащитных свойств тканям на основе натуральных и синтетических волокон // Інтегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. - № 4, с. 37-41, 2006 р.

2. А.М. Каратеев, Я.А. Тарануха. Кинетика полимеризации новых полифункциональных бромсодержащих мономеров и олигомеров на основе фурфурилглицидилового эфира // Вісник. Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”. - № 27, с. 150-157, 2007р.

3. Arnold Karateev, Andrew Koryagin, Denis Litvinov, Ludmila Sumtsova, Yana Taranukha. New network Polymers based on furfuryl glycidyl ether // Chemistry and Chemical Technology, 2008, vol. 2, № 1, p. 19-26.

4. Каратеев А.М., Тарануха Я.А. Бромсодержащий полифункциональный антипирен на базе возобновляемого природного сырья // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2008. – № 6 (52), с. 19-25.

5. Каратеев А.М., Тарануха Я.А. Новые бромсодержащие антипирены для огнезащитной отделки текстильных материалов // Вопросы химии и химической технологии. – 2008. – № 6, с. 61-65.

6. Karateev A.M., Taranukha Ya.A. New fireproof compositions for textile materials // Sita Journal, Israel. – 2009. – № , p.

7. Каратеев А.М., Тарануха Я.А. Огнестойкие композиции для текстильных материалов // Науковий вісник будівництва. – Харків. – ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2009. – № 53. – с.125-135.

8. Патент № 36211 Украина, опубл. 10.10.2008. Бюл. № 19, заявка № U200810767 от 29.08.2008. А.М.Каратеев, Я.А. Тарануха. „Спосіб вогнезахисної обробки целюлозовмісних матеріалів”.

9. Тарануха Я.А., Каратеев А.М. Придание огнезащитных свойств тканям на основе натуральных и синтетических волокон // Тези доповідей V Науково-методична

конференція з міжнародною участю “Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика”, Харків, 2006, с. 124-125.

10. А.М. Каратеев, Я.А. Тарануха, С.В. Таран. Синтез и биологическая активность поли(–бис(акрилового))эфира дибромнеопентилгликоля // Тезисы доклада III Всеукраинской научно-практической конференции с международным участием, Харьков, 18-20 октября 2006, с.61.

11. Каратеев А.М., Корягин А.Г., Литвинов Д.О., Сумцова Л.А, Тарануха Я.О. Полімерна хімія похідних фурфурилглицидного етеру // Тези XI Української конф. з високомолекулярних сполук. Дніпропетровськ. 2007, с. 8.

12. Каратеев А.М., Корягин А.Г., Литвинов Д.А., Сумцова Л.А, Тарануха Я.А. Новые сетчатые полимеры на основе олигомеров фурфурилглицидного эфира // Тезисы международной конференции „Поликомтриб-2007”, Гомель-Беларусь, с. 37.

13. Каратеев А.М., Корягин А.Г., Литвинов Д.О., Сумцова Л.А, Тарануха Я.О. Сітчасті полімери на основі фурфурилглицидного етеру та дикарбонових кислот // Тези III міжнародної конференції, "Сучасні проблеми фізико-хімії". Донецьк, 2007. с. 105.

АНОТАЦІЯ

Тарануха Я.О. **«Поліпшення вогнезахисних властивостей целюлозних текстильних матеріалів з використанням реакційно здатних антипіренів».** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом: 21.06.02 – пожежна безпека. Харківський державний технічний університет будівництва й архітектури, м. Харків, 2010.

Дисертаційна робота присвячена розробці сумішей зниженої горючості й димоутворювальної здатності для поліпшення вогнезахисних властивостей целюлозних текстильних матеріалів. Поставлене завдання вирішено шляхом застосування просочувальної композиції на основі неорганічних і органічних речовин і впровадження результатів у практику.

На підставі літературних джерел встановлено, що для захисту целюлозних матеріалів найбільш ефективно використовувати вогнезахисні покриття двох типів: азот-, фосфор-, металовмісні уповільнювачі горіння й бромовмісні антипірени, здатні утворювати тривимірний полімер для втримання водорозчинного уповільнювача горіння в матриці целюлозного матеріалу.

Досліджено продукти термодеструкції неопрацьованих і оброблених зразків тканин, за допомогою газової хроматографії встановлено, що при термодеструкції зменшується кількість лівоглюкозану в 5 разів, що відповідно приводить до зменшення кількості утвору метану й водню в 25-30 разів.

Експериментально встановлено, що й важкозаймисті зразки тканин належать до вогнезахисних матеріалів, з помірною димоутворювальною здатністю, проведено випробування його пожежної небезпеки, визначено санітарні й декоративні показники.

Ключові слова: вогнезахист, уповільнювач горіння, займистість, індукція, димоутворення, карбонізований залишок, ІЧ-спектроскопія, кисневий індекс.

АННОТАЦИЯ

Тарануха Я.А. «Улучшение огнезащитных свойств целлюлозных текстильных материалов с использованием реакционно способных антипиренов». – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности: 21.06.02 – пожарная безопасность. Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры, г. Харьков, 2010.

Диссертационная работа посвящена разработке составов пониженной горючести и дымообразующей способности для улучшения огнезащитных свойств целлюлозных текстильных материалов. Поставленная задача решена путем применением пропиточной композиции на основе неорганических и органических веществ и внедрение результатов в практику.

На основании литературных источников установлено, что для защиты целлюлозных материалов наиболее эффективно использовать огнезащитные покрытия двух типов: азот-, фосфор-, металлсодержащие замедлители горения и бромсодержащие антипирены, способные образовывать трехмерных полимер для удержания водорастворимого замедлителя горения в матрице целлюлозного материала.

Теоретически установлены и экспериментально подтверждены изменения условий огнезащиты целлюлозосодержащих текстильных материалов, которые отображаются взаимосвязью процессов пиролиза и горения целлюлозных тканей с физико-химическими свойствами пропитывающего состава, что приводит к преобразованию легко воспламеняемых текстильных материалов с высоким дымообразованием в трудновоспламеняемый с умеренным дымообразованием с новыми физико-химическими характеристиками, в частности отсутствием температуры воспламенения и самовоспламенения.

Исследованы продукты термодеструкции необработанных и обработанных образцов тканей, с помощью газовой хроматографии установлено, что при термодеструкции уменьшается количество левоглюкозана в 5 раз, что соответственно приводит к уменьшению количества образования метана и водорода в 25-30 раз.

Экспериментально установлена низкая потеря массы для огнезащищенных целлюлозосодержащих текстильных материалов и индекс распространения пламени, сравнительно с тканью без огнезащиты, а так же уменьшение в 17 раз коэффициента дымообразования для обработанных образцов и установлено их переход из группы материалов с высокой дымообразующей способностью (необработанные образцы) к группе материалов с умеренной дымообразующей способностью (обработанные образцы) согласно ГОСТ 12.1044.

Комплексными исследованиями медико-гигиенических свойств огнезащищенных текстильных целлюлозосодержащих материалов установлено, что пропитанные ткани не вызывают раздражения, отеков кожных покровов и слизистых, не повреждают верхние дыхательные пути. при условии соблюдения санитарно-гигиенических и эксплуатационных требований, продукция из огнезащищенных целлюлозосодержащих текстильных материалов может использоваться на объектах с массовым пребыванием людей.

Основные результаты работы использованы при разработке нормативно-технической документации, а так же при исследовании пригодности полученных изделий на объектах с массовым пребыванием людей.

Ключевые слова: огнезащита, замедлитель горения, воспламеняемость, индукция, дымообразование, карбонизованный остаток, ИК-спектроскопия, кислородный индекс.

ANNOTATION

Taranuha Ya. O. «**Improvement of fire-protective properties of cellulose textile materials using reactive antipyrène**». – Manuscript.

Thesis for the scientific degree of a candidate of technical sciences in the speciality: 21.06.02 – fire safety. **Kharkov State Technical University of Construction and Architecture**, Kharkiv town, 2010.

The thesis is dedicated to development of low combustibility and fire-formation ability mixtures for improvement of fire-protective properties of cellulose textile materials. The set task was solved by means of application of an impregnation compound on the basis of inorganic and organic substances and introduction of the results into practice.

It was established on the basis of literary sources, that it is most effective to use fire-protective coatings of two types for protection of cellulose materials: nitrogen-, phosphorus-, metal-containing burning inhibitors and bromine-containing antipyrenes, capable of forming a three-dimensional polymer for obtainment of a water-soluble burning inhibitor in the matrix of a cellulose material.

Products of thermal degradation of untreated and treated samples of fabric were studied. It was established by means of gas chromatography, that the quantity of levoglucosan decreases five times during thermal degradation, which leads correspondingly to decreasing of the quantity of formation of methane and hydrogen 25–30 times.

It was established experimentally, that difficultly inflammable samples of fabric belong to fire-protected materials with moderate smoke-formation ability too. Testing of its fire hazard was conducted, sanitary and decorative parameters were determined.

Key words: fire protection, burning inhibitor, inflammability, induction, smoke-formation, carbonized residue, IR-spectroscopy, oxygen index.