

ЯКОВЕНКО Л.В.<sup>1</sup>, БІЛОЦЬКА Л.Б.<sup>1</sup>, ЛОЗОВЕНКО С.Ю.<sup>1</sup>,  
ХАРЧЕНКО Ю.М.<sup>2</sup>

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

<sup>2</sup>Аналітично-дослідна випробувальна лабораторія (АДВЛ) «Текстиль-ТЕСТ» КНУТД, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕГОРЮЧИХ ТКАНИН ДЛЯ ІНТЕР'ЄРНОГО ДЕКОРУВАННЯ

**Мета.** Дослідження фізико-механічних властивостей негорючих тканин для інтер'єрного декорування громадських приміщень.

**Методика.** Дослідження базувались на основних положеннях текстильного матеріалознавства принципів системного підходу. Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей негорючих тканин для інтер'єрного декорування проведено в акредитованій аналітично-дослідній випробувальній лабораторії (АДВЛ) «Текстиль-ТЕСТ» КНУТД за стандартизованими методами (атестат про акредитацію зареєстрований у Реєстрі 28.12.2019 р. за № 20173, дата первинної акредитації 21.06.2010 р.).

**Результати.** Проведено дослідження фізико-механічних властивостей негорючих тканин для інтер'єрного декорування громадських приміщень. Визначено обов'язкові показники якості текстильних матеріалів для штор та занавісок з різноманітних видів сировини та способів виготовлення (ширина полотна, поверхнева густина, зміна лінійних розмірів після мокрих обробок, ступінь тривкості пофарбування до впливу прання та світла) та характеристики горіння зразків текстильних матеріалів, призначених для виготовлення штор. Незалежно від напрямку та поверхні текстильного матеріалу (лицьова чи зворотна сторона) за остаточний результат випробувань прийнято найбільшу швидкість поширення полум'я. На підставі результатів випробувань зразки 1-4 класифіковано як легкозаймисті. Згідно стандартизованого методу зразок 5 класифіковано як важкозаймистий та, відповідно, як придатний до застосування для текстильного декорування інтер'єру громадських приміщень.

**Наукова новизна.** Визначено фізико-механічні властивості ряду негорючих тканин для інтер'єрного декорування громадських приміщень, які на сьогодні доступні на ринку України та використовуються для виготовлення штор та елементів декору готельних номерів. Експериментально доведено, що більшість з них не відповідають заявленим виробником характеристикам негорючості. З п'яти наданих зразків тільки один згідно стандартизованого методу можна класифікувати як важко займистий, що підтверджує необхідність проведення подібних досліджень.

**Практична значимість.** На замовлення підприємства N проаналізовано фізико-механічні властивості ряду негорючих тканин для інтер'єрного декорування та сформульовано рекомендації щодо можливості їх застосування для текстильного декорування інтер'єру громадських приміщень.

**Ключові слова:** текстильне декорування інтер'єру, вогнетривкі матеріали, негорючі матеріали, декорування вікон, методи обробки, конструювання, технологія.

## STUDY OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF NON-COMBUSTIBLE FABRICS FOR INTERIOR DECORATION

L. YAKOVENKO <sup>1</sup>, L. BILOTSKA <sup>1</sup>, S. LOZOVENKO <sup>1</sup>, YU. KHARCHENKO <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

<sup>2</sup>Analytical and Research Testing Laboratory "Textile-Test" KNUTD, Ukraine

**Purpose.** Research of physical and mechanical properties of non-combustible fabrics for interior decoration of public spaces.

**Methodology.** The research was based on the basic principles of textile materials science and the principles of a systematic approach. Experimental studies of physical and mechanical properties of non-combustible fabrics for interior decoration were conducted in the accredited analytical research laboratory "Textile-TEST" KNUTD according to standardized methods (accreditation certificate registered in the Register on 28.12.2019 № 20173, date primary accreditation June 21, 2010).

**Results.** A study of the physical and mechanical properties of non-combustible fabrics for interior decoration of public spaces. Mandatory quality indicators of textile materials for curtains and drapes from various types of raw materials and methods of production (width of the canvas, surface density, change of linear dimensions after wet treatments, the degree of durability of dyeing to washing and light) and burning characteristics of textile samples for the curtains manufacture. Regardless the direction and surface of the textile material (front or back), the highest flame propagation rate was considered as the final test result. Based on the test results, samples 1-4 are classified as flammable. According to the standardized method, sample 5 is classified as non-flammable and, accordingly, is suitable for use in textile interior decoration of public spaces.

**Scientific novelty.** The physical and mechanical properties of a number of non-combustible fabrics for interior decoration of public spaces, which are currently available on the Ukrainian market and used for the manufacture of curtains and decor elements of hotel rooms, have been determined. It is experimentally proven that most of them do not meet the declared characteristics of non-flammability by the manufacturer. Of the five samples provided, only one can be classified as non-flammable according to the standardized method, which confirms the need for such studies.

**Practical value.** At the request of enterprise N, the physical and mechanical properties of a number of non-combustible fabrics for interior decoration were analyzed and recommendations were made on the possibility of their use for textile interior decoration of public spaces.

**Keywords:** interior textile, refractory materials, non-combustible materials, window decoration, finishing methods, design, technology.

**Вступ.** Ось уже кілька століть декор з використанням текстильних матеріалів залишається однією з найважливіших деталей в оформленні інтер'єру житлових та нежитлових приміщень. На жаль, серії трагедій у громадських закладах м. Одеса – таборі «Вікторія», готелі «Токіо Стар», Коледжі економіки, права та готельно-ресторанного бізнесу та ін. [1-4] – довели актуальність вогнезахисної обробки тканин, які використовуються у виготовленні виробів для текстильного декорування інтер'єру в місцях масового перебування людей: готелях, ресторанах, установах освіти та культури, лікарнях та поліклініках тощо. Гардини, штори і тюль, просочені спеціальними розчинами, здатні уповільнити поширення полум'я [5]. Тому дослідження, присвячені визначенню

фізико-механічних властивостей негорючих тканин для інтер'єрного декорування на сьогодні є вкрай актуальними.

**Постановка завдання.** Вироби для текстильного декорування інтер'єру виготовляються з натуральних, штучних та синтетичних тканин. Пожежі в будівлях, декорованих виробами з штучних та синтетичних тканин, розкривають їх істотний недолік [5-7]. Поліефір горить довше, ніж бавовна, розкидаючи тліючі згустки матеріалу, що збільшує ймовірність перекидання полум'я на сусідні предмети [8-11]. Їдкий токсичний дим, що виділяється при згорянні такої тканини, за кілька вдихів здатний отруїти людину. Тому вогнезахисній обробці підлягають: театральні декорації;

матеріали з текстилю, розташовані в місцях евакуації і пожежних виходів; спецодяг співробітників МНС і зварників; тканин, які використовуються для оформлення інтер'єру установ громадського харчування, галерей, місць для куріння та інших приміщень, де використовується відкритий вогонь [12,13].

Зменшення пожежної небезпеки тканин проводиться за допомогою поверхневої або об'ємної обробки тканини антипіренами – вогнезахисними засобами на основі інгібіторів [14]. Різні види інгібіторів при нагріванні гальмують хімічні реакції, дозволяючи знизити або повністю обмежити можливість загоряння тканини. Інгібітори бувають як гомогенними (на основі йоду, фтору), так і гетерогенними (солі лужних металів) [15, 16].

Способами надання тканинам вогнезахисних властивостей є: просочення, фарбування, зміна складу нитки на стадії прядіння та зміна характеристик матеріалу на стадії ткацтва [17].

Вогнетривке просочення тканини – це поверхневий вогнезахист тканин, що базується на утворенні на виробі важкорозчинних сполук на основі бури і борної кислоти та інших неорганічних сполук [19-21].

Вогнетривке фарбування тканини виконується спеціальними фарбами в заводських умовах, дозволяючи значно збільшувати вогнестійкість.

Вогнетривке переплетення тканини – це поглиблений вогнезахист тканин, заснований на введенні сповільнювачів горіння до складу матеріалу на стадії виробництва.

Ефективні засоби вогнезахисту тканин повинні забезпечувати: недопущення загоряння від сигарети, сірників; запобігання поширенню полум'я по площині виробу; зниження димовидалення; зменшення токсичності продуктів горіння; зниження обсягу тепла, що виділяється.

Сьогодні на ринку текстильних матеріалів представлено безліч виробників тканин з вогнетривкими властивостями. Основними з них є фабрики Італії, Іспанії та Китаю. Вони пропонують у широкому асортименті вогнетривкі тканини та оксамит для ексклюзивного оформлення інтер'єрів, тюль-вуаль з вогнезахисним просоченням, тканини для захисту від короточасного впливу відкритого полум'я, теплового випромінювання, конвективного тепла,

контакту з гарячими предметами тощо. Проте, визначитися з вибором тканин для декорування інтер'єру, які б задовольняли потреби замовника та виробника в цьому різноманітті досить важко.

### **Матеріали та методи досліджень.**

Дослідження базувались на принципах системного підходу.

Об'єкт дослідження – група негорючих тканин для оформлення інтер'єру готельних номерів, наданих нам підприємством N з метою визначення їх фізико-механічних властивостей. Для об'єктивності проведених досліджень інформацію про країну-виробника та ціну обраних для дослідження тканин було приховано. Надані зразки текстильних матеріалів були закодовані, відповідно: зразок 1, зразок 2 і т. д. Зовнішній вигляд наданих зразків представлено в табл. 1.

Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей негорючих тканин для інтер'єрного декорування проведено в акредитованій аналітично-дослідній випробувальній лабораторії (АДВЛ) «Текстиль-ТЕСТ» КНУТД за стандартизованими методами (атестат про акредитацію зареєстрований у Реєстрі 28.12.2019 р. за № 20173, дата первинної акредитації 21.06.2010 р.).

### **Результати дослідження.**

Інформація щодо технічних вимог та номенклатури показників якості текстильних матеріалів для штор і занавісок у сучасній нормативній документації є досить обмеженою.






Зазвичай текстильне виробництво, спрямоване на виготовленні вищезгаданої продукції, для забезпечення належного рівня якості своїх виробів керується вимогами нормативно-технічної документації (технічними умовами – ТУ чи технічним описом – ТО), яка розроблена або самим підприємством, або надана замовником.

Відповідно до цієї документації номенклатура показників якості такого асортименту може містити як художньо-естетичні показники, показники технологічних режимів виготовлення, так і експлуатаційні показники, а також методи їх контролю під час приймання партій готової продукції. Обов'язкові показники якості текстильних матеріалів для штор та занавісок з різноманітних видів сировини та способів виготовлення представлено показниками:

ширина полотна, поверхнева густина, зміна лінійних розмірів після мокрих обробок, ступінь тривкості пофарбування до впливу прання та світла. Додаткові показники визначає виробник або замовник, який надає

перевагу тим чи іншим експлуатаційним показникам якості текстильних матеріалів, серед яких є жорсткість і незмиральність. Для наданих зразків стандартизованими методами визначено вищезазначені показники (табл. 1).

**Таблиця 1 – Результати випробування зразків текстильних матеріалів для інтер'єрного декорування**

Найменування показника, одиниця виміру	Результат випробування зразка					НД на метод випробування*)
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5	
1	3	4	5	6	7	8
Зовнішній вигляд зразків						-
Вид і масова частка сировини**),%	акрил (acrylic) 100	акрил (acrylic) 100	акрил (acrylic/dralon) 100	акрил (acrylic) 100	ПЕ 100	-
Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	180	190	185	268	316	ДСТУ EN 12127:2009
Переплетення	полотняне	полотняне	репсове	репсове	багатошаровий матеріал	ДСТУ 2201-93; ДСТУ ISO 3572:2010; ДСТУ ISO 7211-1:2008
Зміна лінійних розмірів після мокрих обробок, %: за основою за утком	-0,5 -0,6	-0,3 +0,3	-0,4 -0,5	-1,0 +0,4	-0,8 -0,6	ДСТУ ISO 6330-2001 / ГОСТ ИСО 6330-2002; ДСТУ ISO 5077-2001
Ступінь тривкості пофарбування до впливу світла, бали	5	5	5	5	5	ДСТУ ISO 105-B02:2009
Ступінь тривкості пофарбування до дії прання при 40°C (зміна початкового пофарбування/ забарвлення білого бавовняного матеріалу), бали	4-5/5	5/4-5	4/5	4-5/5	5/5	ДСТУ ISO 105-C06:2009
Незмиральність, %	59	60	83	26	75	ГОСТ 19204-73
Жорсткість, мкН·см <sup>2</sup> : за основою за утком	2722 7207	5548 3352	36492 19616	8129 2468	19285 58928	ГОСТ 10550-93

\*) Примітка. НД на методи випробування:  
 ДСТУ 4057-2001 Матеріали текстильні. Метод ідентифікації волокон  
 ДСТУ 2201-93 Полотна текстильні. Види, дефекти. Терміни та визначення  
 ДСТУ ISO 3572:2010 Матеріали текстильні. Ткацькі переплетення. Визначення загальних термінів і основних переплетень  
 ДСТУ ISO 7211-1:2008 Матеріали текстильні. Методи аналізу структури тканини  
 ДСТУ EN 12127:2009 Матеріали текстильні. Тканини. Визначення маси на одиницю площі з використанням малих проб (EN 12127:1997, IDT)  
 ДСТУ ISO 6330-2001 / ГОСТ ИСО 6330-2002 Текстиль. Методи домашнього прання, сушіння для випробування текстильних матеріалів (ISO 6330:1984, IDT; ГОСТ ИСО 6330-2002, IDT)

Продовження табл.1

ДСТУ ISO 5077-2001 Матеріали текстильні. Метод визначення зміни лінійних розмірів після прання та сушіння (ISO 5077:1984, IDT)  
 ДСТУ ISO 105-C06:2009 Матеріали текстильні. Визначення тривкості фарбовання. Частина C06. Метод визначення тривкості фарбовання до прання в домашніх умовах і пральнях  
 ДСТУ ISO 105-B02:2009 Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина B02. Метод визначення тривкості фарбовання до дії штучного світла з використанням ксенонової дугової лампи (ISO 105-B02:1994, IDT)  
 \*\*) інформація надана за даними торговельного представника

Для визначення характеристик горіння текстильних матеріалів для штор, занавісок та інших виробів, що експлуатуються у вертикальному положенні (крім одягу) доцільно застосовувати метод за ДСТУ 4043-2021 «Матеріали текстильні для штор та занавісок. Метод визначення характеристик

горіння». Сутність даного методу полягає у визначенні часу та швидкості поширення полум'я на вертикально орієнтованих пробах текстильного матеріалу.

Підготовка проб проводилась наступним чином: вирізали по три елементарні проби












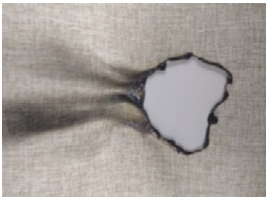
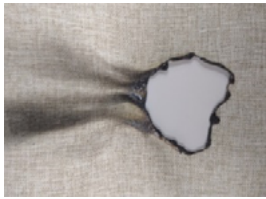
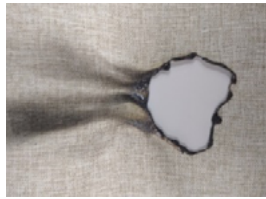
**Таблиця 2 – Характеристики горіння зразків текстильних матеріалів, призначених для виготовлення штор (ДСТУ 4043-2021 Матеріали текстильні для штор та занавісок. Метод визначення характеристики горіння)**

Характеристики горіння	Вимоги за ДСТУ 4043-2021	Результати випробувань				
		зразок 1	зразок 2	зразок 3	зразок 4	Зразок 5
Час впливу полум'я, с	5	5				
Час поширення полум'я від початку дії до розриву першої відміткової нитки, с	-	5	8	4	15	полум'я не досягло першої відміткової нитки
Час поширення полум'я від початку дії до розриву третьої відміткової нитки, с	якщо проба не догоріла до третьої відміткової нитки, фіксують час поширення полум'я від початку дії до кінця горіння проби та заміряють довжину згорілої частини	15	12	10	20	-
Час залишкового горіння (час, протягом якого продовжується полум'яне горіння матеріалу після усунення джерела запалювання), с	<5	полум'яне горіння після усунення джерела запалювання триває до повного згорання проби				3
Наявність поверхневого спалаху, мм	поверхневий спалах має поширюватися від точки запалювання менше, ніж на 100 мм	проба прогорає у напрямку обох пружків; наявність поверхневого спалаху >100 мм від точки запалювання				35
Довжина обвугленої частини, мм	<150	відсутня				37

розміром  $(560 \pm 1)$  мм  $\times$   $(170 \pm 1)$  мм по довжині та ширині текстильного матеріалу, за допомогою шаблону наносили на них точки, через які повинні проходити штифти, а також три відміткові нитки. Після чого пробу вішали

(одягали) на штифти тримача таким чином, щоб вони проходили через відмічені точки і щоб проба знаходилась на відстані  $(20 \pm 1)$  мм від рами. При цьому тримач із пробєю встановлювали на штатив у вертикальному

**Таблиця 3 – Зовнішній вигляд зразків під час та після проведення випробування**

Зовнішній вигляд зразків				після проведення випробування
під час проведення випробування після				
5 с	15 с	30 с		
<b>Зразок 1</b>				
				згорів повністю
<b>Зразок 2</b>				
			згорів повністю	згорів повністю
<b>Зразок 3</b>				
			згорів повністю	згорів повністю
<b>Зразок 4</b>				
				згорів повністю
<b>Зразок 5</b>				
				

положенні, а палик розміщували на нерухомій опорі перпендикулярно до поверхні проби та на 20 мм вище ліній нижніх штифтів на рівні з вертикальною осью проби. Результати проведених випробувань для визначення характеристик горіння текстильних матеріалів, призначених для виготовлення штор, наведено в табл. 2.

Зовнішній вигляд зразків під час випробування наведено в табл. 3.

Незалежно від напрямку та поверхні текстильного матеріалу (лицьова чи зворотна сторона) за остаточний результат випробувань приймають найбільшу швидкість поширення полум'я. Якщо результати випробувань не відповідають вимогам ДСТУ 4043-2021, зазначеним у табл. 2 (ст. 2), текстильний матеріал класифікують як легкозаймистий. На підставі результатів випробувань зразки 1-4 слід класифікувати як легкозаймисті.

У випадках, коли займання проби відбулося, але полум'я не досягло першої відміткової нитки, швидкість поширення полум'я не обчислюють, а матеріал класифікують як важкозаймистий. Отже, згідно стандартизованого методу зразок 5 слід класифікувати як важкозаймистий.

### **Висновки.**

Обов'язкові показники якості текстильних матеріалів для штор та занавісок з різноманітних видів сировини та способів виготовлення представлено показниками:

ширина полотна, поверхнева густина, зміна лінійних розмірів після мокрих обробок, ступінь тривкості пофарбування до впливу прання та світла.

Додаткові показники визначає виробник або замовник, які надають перевагу тим чи іншим експлуатаційним показникам якості текстильних матеріалів, серед яких є характеристики горіння, жорсткість та незминальність.

Незалежно від напрямку та поверхні текстильного матеріалу (лицьова чи зворотна сторона) за остаточний результат випробувань характеристик горіння тканин для штор та занавісок приймають найбільшу швидкість поширення полум'я. Якщо результати випробувань не відповідають вимогам ДСТУ 4043-2021, зазначеним у табл. 2 (ст. 2), текстильний матеріал класифікують як легкозаймистий. На підставі результатів випробувань зразки 1-4 слід класифікувати як легкозаймисті.

У випадках, коли займання проби відбулося, але полум'я не досягло першої відміткової нитки, швидкість поширення полум'я не обчислюють, а матеріал класифікують як важкозаймистий. Отже, згідно стандартизованого методу зразок 5 слід класифікувати як важкозаймистий.

Відповідно до мети дослідження виявлено матеріал, придатний для текстильного декорування інтер'єру громадських приміщень – це тканина зразка 5.

### **Список використаних джерел**

1. Одеса у вогні: чому місто охоплюють смертельні пожежі Анна Гринів для BBC News Україна, Одеса, 11 грудня 2019. <https://www.bbc.com/ukrainian/features-50728068>
2. Суспільне. Новини. Пожежа в дитячому таборі «Вікторія». Що відомо про трагедію в Одесі та хто очікує на вирок. Ольга Івлєва, 15 вересня 2021. <https://suspilne.media/163179-pozeza-v-ditacomu-tabori-viktorija-so-vidomo-pro-tragediu-v-odesi-ta-hto-ocikue-na-virok/>
3. Кількість пожеж в Україні зросла на 25 % за рік. Українська правда : веб-сайт. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2020/04/6/7246753/>

### **References**

1. Odesa on fire: why the city is engulfed in deadly fires. Anna Green for BBC News Ukraine, Odesa, December 11, 2019 <https://www.bbc.com/ukrainian/features-50728068>
2. Public. News. Fire in the children's camp "Victoria". What is known about the tragedy in Odesa and who is awaiting sentencing. Olga Ivleva, September 15, 2021, <https://suspilne.media/163179-pozeza-v-ditacomu-tabori-viktorija-so-vidomo-pro-tragediu-v-odesi-ta-hto-ocikue-na-virok/>
3. The number of fires in Ukraine increased by 25% per year. Ukrainian Truth: website. URL: <https://www.pravda.com.ua/>

4. Мартин О.М. Пожежна безпека як складник національної безпеки: концептуальні підходи до її визначення. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2017. Вип. 15. Ч. 2. С. 10-13.
5. Grover T., Khandual A., Luximon A. (2014) Fire protection: flammability and textile fibres. Colourage. [https://www.researchgate.net/publication/287938487\\_Fire\\_protection\\_Flammability\\_and\\_textile\\_fibres](https://www.researchgate.net/publication/287938487_Fire_protection_Flammability_and_textile_fibres) Accessed 30 May 2019
6. Pan Y., Liu L., Wang X., Song L., Hu Y. (2018) Hypophosphorous acid cross-linked layer-by-layer assembly of green polyelectrolytes on polyester-cotton blend fabrics for durable flame-retardant treatment. Carbohydr Polym. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.08.044>
7. Galaska M.L., Horrocks A.R., Morgan A.B. (2017) Flammability of natural plant and animal fibers: a heat release survey. Fire Mater. Doi: <https://doi.org/10.1002/fam.2386>
8. Silva-Santos M.C., Oliveira M.S., Giacomini A.M., Laktim M.C., Baruque-Ramos J. (2017) Flammability on textile of business uniforms: use of natural fibers. Procedia Eng. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.022>
9. Yang C.Q., He Q., Lyon R.E., Hu Y. (2010) Investigation of the flammability of different textile fabrics using micro-scale combustion calorimetry. Degrad Stab, Polym. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2009.11.047>
10. E-CFR (2019) PART 1610 – Standard for flammability of clothing textile. <https://gov.ecfr.io/cgi-bin/text-idx?SID=3d3c0fb9f5f6008e702092e89327aa5e&mc=true&node=pt16.2.1610&rgn=div5>
11. Silva-Santos M.C., Peixoto J.J., Fangueiro R. etc. The influence of textile materials on flame resistance ratings of professional uniforms. SN Appl. Sci. 1, 1650 (2019). Doi: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1705-8>
12. Наказ № 1417 від 30.12.2014 Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>
13. Шурин І.А. Комарницький Я.О. Забезпечення пожежної безпеки на об'єктах різноманітного призначення. Методичні рекомендації. Львів, 2020 р.
4. Martin O.M. Fire safety as a component of national security: conceptual approaches to its definition. Scientific Bulletin of Uzhhorod National University. 2017. Vip. 15. Ch. 2. S. 10–13.
5. Grover T., Khandual A., Luximon A. (2014) Fire protection: flammability and textile fibres. Colourage. [https://www.researchgate.net/publication/287938487\\_Fire\\_protection\\_Flammability\\_and\\_textile\\_fibres](https://www.researchgate.net/publication/287938487_Fire_protection_Flammability_and_textile_fibres) Accessed 30 May 2019
6. Pan Y., Liu L., Wang X., Song L., Hu Y. (2018) Hypophosphorous acid cross-linked layer-by-layer assembly of green polyelectrolytes on polyester-cotton blend fabrics for durable flame-retardant treatment. Carbohydr Polym. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.08.044>
7. Galaska M.L., Horrocks A.R., Morgan A.B. (2017) Flammability of natural plant and animal fibers: a heat release survey. Fire Mater. Doi: <https://doi.org/10.1002/fam.2386>
8. Silva-Santos M.C., Oliveira M.S., Giacomini A.M., Laktim M.C., Baruque-Ramos J. (2017) Flammability on textile of business uniforms: use of natural fibers. Procedia Eng. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.022>
9. Yang C.Q., He Q., Lyon R.E., Hu Y. (2010) Investigation of the flammability of different textile fabrics using micro-scale combustion calorimetry. Degrad Stab, Polym. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2009.11.047>
10. E-CFR (2019) PART 1610 – Standard for flammability of clothing textile. <https://gov.ecfr.io/cgi-bin/text-idx?SID=3d3c0fb9f5f6008e702092e89327aa5e&mc=true&node=pt16.2.1610&rgn=div5>
11. Silva-Santos M.C., Peixoto J.J., Fangueiro R. etc. The influence of textile materials on flame resistance ratings of professional uniforms. SN Appl. Sci. 1, 1650 (2019). Doi: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1705-8>
12. Order № 1417 of 30.12.2014 On approval of the Rules of fire safety in Ukraine, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>



57 с.

14. Болібрух Б.В., Штайн Б.В., Лозинський Р.Я., Лин А.С., Васютяк А.О. Визначення температурних режимів підкостюмного простору теплозахисного одягу пожежника під час гасіння пожеж в закритих приміщеннях. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД «Пожежна безпека» №22, 2013. С. 24-31.
15. Paul Joseph, Svetlana Tretsiakova-Mcnally. Reactive modifications of some chain- and step-growth polymers with phosphorus-containing compounds: effects on flame retardance // *Polymers for Advanced Technologies*. 2011. 22(4). P.395-406
16. Pei Ni, Youyou Fang, Lijun Qian, Yong Qiu. Flame-retardant behavior of a phosphorus/silicon compound on polycarbonate // *Journal of Applied Polymer Science*. 2017. 135(6). P. 45815
17. Скородумова О.Б., Тарахно О.В. Технологія вогнестійких захисних покриттів: навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеню «магістр» денної та заочної форми навчання за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» та спеціалізацією «Радіаційний та хімічний захист». Харків: НУЦЗУ, 2019. 134 с.
18. Kicko-Walczak Ewa. Study on flame retardant un saturated polyester resins – an overview of past and new developments // 38-th. Macromolecular IUPAC Symposium. Warsawa. 914 July, 2000. P. 1305
19. Sheng Gao, Ying Liu, Shengyu Feng, Zaijun Lu. Synthesis of borosiloxane / polybenzoxazine hybrids as highly efficient and environmentally friendly flame retardant materials // *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*. 2017. 55(14). P. 2390-2396.
20. Akio Nodera, Toshitaka Kanai. Flame retardancy of polycarbonate-polydimethylsiloxane block copolymer/silica nanocomposites // *Journal of Applied Polymer Science*. 2006. v. 101. P. 3862-3868.
13. Shurin I.A., Komarnytskyi Y.O. Providing fire safety at various facilities. Guidelines. Lviv. 2020. 57 p.
14. Bolibrukh B.V., Stein B.V., Lozynsky R.J., Lin A.S., Vasyutyak A.O. Determination of temperature regimes of undercoat space of firefighter's protective clothing during firefighting indoors. Collection of scientific works of LSU BJD "Fire safety" №22, 2013. P. 24-31.
15. Paul Joseph, Svetlana Tretsiakova-Mcnally. Reactive modifications of some chain- and step-growth polymers with phosphorus-containing compounds: effects on flame retardance // *Polymers for Advanced Technologies*. 2011. 22(4). P. 395-406
16. Pei Ni, Youyou Fang, Lijun Qian, Yong Qiu. Flame-retardant behavior of a phosphorus/silicon compound on polycarbonate // *Journal of Applied Polymer Science*. 2017. 135(6). P. 45815
17. Skorodumova O.B., Tarahno O.V. Technology of fire-resistant protective coatings: a textbook for applicants for the degree of "master" full-time and part-time training in specialty 161 "Chemical Technology and Engineering" and specialization "Radiation and Chemical Protection". Harkiv: NUTSZU, 2019. 134 p.
18. Kicko-Walczak Ewa. Study on flame retardant un saturated polyester resins – an overview of past and new developments // 38-th. Macromolecular IUPAC Symposium. Warsawa. 914 July, 2000. P. 1305
19. Sheng Gao, Ying Liu, Shengyu Feng, Zaijun Lu. Synthesis of borosiloxane / polybenzoxazine hybrids as highly efficient and environmentally friendly flame retardant materials // *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*. 2017. 55(14). P. 2390-2396.
20. Akio Nodera, Toshitaka Kanai. Flame retardancy of polycarbonate-polydimethylsiloxane block copolymer/silica nanocomposites // *Journal of Applied Polymer Science*. 2006. v. 101. P. 3862-3868.