

ВОГНЕЗАХИСНА ДІЯ АНТИПІРЕНІВ ТА ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЇХ ВИБОРУ І ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Стаття присвячена вогнезахисній обробці волокнистих матеріалів. Мета роботи полягала в обґрунтуванні вибору антипіренів і технології їх застосування для вогнезахисної обробки текстилю. Розглянуто основні закономірності надання вогнезахисту волокнистим матеріалам антипіренами, наведені вимоги до вибору сповільнювачів горіння. Виявлено, що антипірени вибирають за принципом їх дії на процес піролізу, із врахуванням форми антипірену, методу введення його в текстильний матеріал, природи волокна та структури тканини. У статті розглянуто методи та форми поверхневої обробки тканин сповільнювачами горіння; встановлено їх переваги та недоліки. Відзначено, що вибір методу обробки має бути здійснений виходячи із призначення вогнезахисної тканини, економічних і технологічних можливостей виробництва.

Ключові слова: антипірен, вогнезахист, волокнистий матеріал.

A.A. RYABININA
Cherson State University

FIRE PROTECTION OF FLAME RETARDANTS AND THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THEIR SELECTION AND TECHNOLOGICAL USING FOR EFFECTIVE PROTECTION OF THE FIBROUS MATERIALS

Abstract – The aim of the article is the substantiation of flame retardants selection and their technological using for the fire protection treatment of textile.

The article deals with the fire protection treatment of fibrous materials. The basic regularities of fire protection giving to fibrous materials by flame retardants are distinguished. The characteristic of mechanism, fire process conditions and flame retardants influence on them in the article is given, and also demands on fire reducing selection are resulted. The methods and forms of surface treatment of fabrics by flame retardants in the article are described, sets its advantages and disadvantages. It is noted, that selection of treatment method must be realized from assignment of fire protection fabric, and also economical and technological manufacture possibilities. It is pointed, that method of surface treatment in technological attitude is the most simple and accessible.

It is determined, that flame retardants are selected of principle their action on pyrolysis process, flame retardants form, their introduction method in the textile material, fiber nature and fabric structure.

Key words: flame retardants, fire protection, fibrous material.

Вступ

Більшість текстильних матеріалів і хімічних волокон, які випускаються промисловістю легко загораються і є горючими. Статистика свідчить, що загорання текстильних матеріалів є причиною зростання кількості пожеж в житлових і громадських будовах [1, 2].

Постановка проблеми в загальному вигляді

і її зв'язок з важливими науковими або практичними завданнями

Широке застосування нових полімерних матеріалів за останні роки призвело до суттєвих змін кількісних і якісних характеристик процесів, які виникають під час пожеж: зросли швидкості газо- і димовиділення, збільшилась густина диму і токсичність продуктів горіння. Частка загиблих під час пожеж від отруєння димом і газом перевищує 60% [3]. При згоранні текстильних матеріалів з хімічних волокон виділяються газоподібні сполуки, які також негативно впливають на озоновий шар атмосфери і на екологію в цілому.

Тому зниження займистості і горючості полімерів, створення пожежебезпечних матеріалів є актуальною проблемою, яка потребує постійної уваги та негайного вирішення, а розробка методів отримання вогнезахисних (ВЗ) текстильних матеріалів є одним з перспективних напрямів досліджень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій і виділення невирішених задач проблеми

Для зниження пожежної небезпеки текстильних матеріалів використовують сповільнювачі горіння – антипірени (АП), світова потреба в яких складає 500 тис. т. на рік.

У сфері надання вогнезахисту волокнистим матеріалам існує ряд невирішених проблем: сучасні засоби недостатньо ефективні, оброблені вироби неестетичні, не відповідають експлуатаційним показникам, піддаються біоруйнуванню.

Проблеми створення нових речовин і композицій, які знижують горючість полімерних матеріалів і характеризуються малою токсичністю і низькою димоутворюючою здатністю, приділяється багато уваги, причому вимоги до сповільнювачів горіння стають більш жорсткими [4,5].

Слід зазначити, що універсальних способів надання ВЗ властивостей не існує. А серед значної кількості антипіренів та композицій на їх основі досить важко визначитись із вибором ефективного засобу для вогнезахисту текстильних матеріалів. Очевидно, що перш за все при виборі антипірену має враховуватись його хімічна природа та механізм захисної дії. В свою чергу без знання механізмів процесу горіння загалом та хімічних основ процесу надання вогнезахисних властивостей доцільний і обґрунтований вибір не можливий і безумовно супроводжуватиметься помилками.

Отже, питання обґрунтованого вибору антипіренів є актуальним і представляє науковий інтерес.

Формулювання мети статті

Метою даної статті є всебічне обґрунтування вибору антипіренів та технології їх застосування для вогнезахисної обробки волокнистих матеріалів з урахуванням хімічних основ процесу надання вогнезахисту.

Викладення матеріалів дослідження

Для ефективного надання волокнистим матеріалам вогнезахисних властивостей, потрібно з'ясувати фізичний механізм, умови процесу горіння та вплив антипіренів на нього, а також встановити вимоги до вибору сповільнювачів горіння. Це дозволить здійснити обґрунтований вибір антипіренів, а в подальшому виявити існуючі проблеми та встановити перспективи у галузі надання вогнезахисту волокнистим матеріалам. Враховуючи наведене вище розглянемо основні закономірності надання вогнезахисту волокнистим матеріалам антипіренами.

Фізичний механізм процесу горіння. Горіння текстильних матеріалів складається з таких послідовних та паралельних стадій [6]: запалювання, горіння, поширення горіння.

Запаленню матеріалу передують його піроліз, тобто деструкція з виділенням рідких і летких, як правило, рідких горючих продуктів. Піроліз починає і супроводжує процес горіння.

При достатньому рівні тепла, яке підводиться до текстильного матеріалу і наявності в системі кисню піроліз починається з поверхні матеріалу, потім фронтально заглиблюється в матеріал. На протікання піролізу потрібно витратити певну енергію (тепло). Відбувається перенос з твердої фази (текстильний матеріал) в газову фазу. Процес горіння – гетерогенний процес. Леткі продукти, які виділяються при піролізі згорають в полум'ї з виділенням тепла (схема на рис. 1).

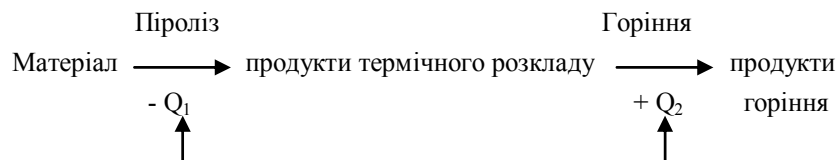


Рис. 1. Схема теплового балансу процесу горіння текстильного матеріалу:
 Q_1 – витрати тепла на піроліз; Q_2 – виділення тепла при горінні

Аналіз схеми на рис.1 показує, що на деструкцію (піроліз) витрачається тепло $-Q_1$; леткі продукти, згораючи виділяють тепло Q_2 , яке частково витрачається на підтримку і розвиток піролізу.

Якщо тепловитрати в навколишнє середовище Q_n будуть перевищувати тепло, яке виділяється в процесі піролізу і інших перетворень Q_p , то матеріал не буде горіти: $Q_n > Q_p$; якщо ж $Q_n < Q_p$ – матеріал буде горіти.

Механізм дії антипіренів. Ефективність дії АП залежить від того, як вони впливають на піроліз, сприяють утворенню негорючих продуктів і сповільнюють виділення горючих продуктів.

Ефективність АП обумовлена їх впливом на параметри горіння, які:

- 1) знижують тепловий ефект горіння;
- 2) підвищують витрату енергії на горіння;
- 3) сприяють тепловиведенню в навколишнє середовище.

Механізм дії АП на текстильні матеріали складний і до кінця не встановлений. Є багато теорій, більшість з яких припущення. Але загальні закономірності, що спостерігаються для всіх груп АП можна навести.

Ефективність дії АП проявляється через вплив їх на різні фази горіння. Так, наприклад, фосфорорганічні АП впливають на тверду фазу, тобто на процес піролізу. Галогенвмісні діють в газовій фазі, впливаючи на хімічні реакції горіння. Ці АП можуть діяти також і в твердій фазі [7].

АП знижують температуру термічного розкладу деяких полімерів.

Більшість АП сприяють утворенню обвугленого залишку і перешкоджають утворенню горючих газів.

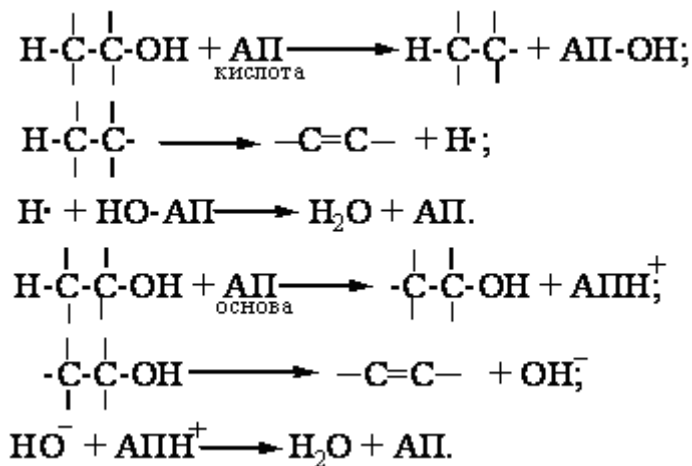
АП знижують теплоту горіння, оскільки в їх присутності утворюється менше горючих газів, і тим самим вони спрямовують піроліз в сторону утворення негорючих газів.

АП здатні утворювати навколо волокон плівку, яка перешкоджає дифузії кисню в структуру волокна.

З усіх стадій горіння найбільш важливою є піроліз, у процесі якого виникають горючі продукти, тому і АП вибирають по принципу їх дії на піроліз. АП виступають у ролі «каталізаторів». Вони не змінюють якісний склад продуктів піролізу, а тільки змінюють співвідношення між двома складовими (газ, тверде) в бік твердого залишку.

Хімічна дія АП на піроліз текстильних матеріалів при горінні проявляється через реакції дегідратації гідроксовмісних полімерів. У цих реакціях АП виступає в ролі кислоти і основи Льюїса в кислотно-основному каталізі гідроксовмісних волокноутворюючих полімерів. Ці реакції протікають до повної дегідратації гідроксовмісних волокноутворюючих полімерів, а це сприяє утворенню обвугленого залишку з високим вмістом Карбону.

В цілому справедливе правило, що АП тим ефективніший, чим більша частка негорючих сполук виділяється при піролізі з обробленого волокна [8].



Вибір антипіренів. Для того, щоб правильно дібрати АП, необхідно знати вимоги, які на сучасному етапі до них висуваються. Отже АП повинні відповідати таким вимогам [9-12]:

- ефективно знижувати горючість текстильних матеріалів і забезпечувати перманентність цього ефекту;
- не виділяти токсичні речовини при горінні та в процесі експлуатації (наприклад, при горінні тканин, оброблених похідним фосфоній хлориду виділяється фосфін);
- не погіршувати властивості текстильного матеріалу (фізико-механічні властивості: зниження міцності, повітропроникності, підвищення жорсткості, зміна кольору або відтінку);
- забезпечувати стійкість ефекту АП на матеріалі до дії водних розчинів та органічних розчинників (прання у синтетичних миючих засобах, хімічне чищення);
- забезпечувати простоту технологічного процесу вогнезахисту та невеликі енерговитрати на нього;
- бути розчинними у воді або здатними до утворення стійких емульсій;
- доступність (вітчизняний виробник, доступні напівпродукти);
- не висока вартість;
- не високий вміст на тканині (не більше 15-20% від маси матеріалу).

Слід зазначити, що на сучасному етапі велику увагу приділяють питанню екологічної безпеки засобів вогнезахисту. Якщо раніше серед сповільнювачів горіння, які використовували переважали хлор- і бромвмісні речовини, то в наш час дослідження направлені на розробку вогнесповільнюючих композицій, які не містять галогенів. Це пов'язано з тим, що горіння модифікованих полімерів супроводжується підвищенням виділенням диму і токсичності продуктів. Наприклад, діоксини і фурани можуть виділятися при розкладі полібромованих фенілових ефірів, тому на міжнародному рівні прийнято рішення про обмеження застосування бромвмісних сполук як сповільнювачів горіння [1, 13].

Фактори, які впливають на вогнезахист. Для ефективного надання вогнезахисту необхідно звертати увагу не тільки на природу АП, а й ще на ряд факторів, враховуючи які, можна значно підвищити ступінь вогнезахисту і правильно дібрати АП [1,14]. Отже такими факторами є:

1. Природа волокна, а саме:

а) температура його розкладу; так, для досягнення ефективної дії АП процес його розкладу повинен відбуватися в температурному інтервалі розкладу волокнистого матеріалу. Наприклад, найбільша ефективність ВЗ дії галогенвмісних сполук проявляється в тому разі, коли максимальна кількість гідроген галогеніду виділяється в тому ж інтервалі температур, в якому відбувається інтенсивний розклад полімеру. Для досягнення однакового ВЗ ефекту в целюлозний матеріал необхідно ввести Бром в кількості 4,2% (при застосуванні як АП амоній броміду з температурою розкладу 250⁰С) і 34,8% (при застосуванні октабромдифенілу, що утворює гідроген бромід при температурі 600-650⁰С). В той же час для поліамідів октабромдифеніл є ефективнішим АП, ніж амоній бромід, що пояснюється вищою температурою розкладу поліаміду;

б) наявність функціональних груп. Велику увагу приділяють розробці сповільнювачів горіння, здатних взаємодіяти з функціональними групами полімеру на стадії його отримання. Ці препарати вводять безпосередньо при реакції поліконденсації на різних її стадіях.

2. Тип та структура тканини.

3. Форма введення АП в текстильний матеріал:

- 1) водний розчин (солі Титану і Цирконію);
- 2) розчин АП в органічних розчинниках (наприклад, суміш TiOCl₂ + SbCl₃ наносять із розчину в ізопропанолі, похідне дибромнеопентилгліколя в толуолі);
- 3) колоїдні частинки (обробка колоїдним стибій(III) оксидом в 1,5-2 рази ефективніша, ніж обробка пігментною формою);
- 4) дисперсія (Mg(OH)₂, Sb₂O₃);
- 5) емульсія (полівінілхлорид, хлорпарафіни);

б) мікрокапсули (трихлоретилфосфат, тетрахлорметан у мікрокапсулах набагато ефективніше знижують горючість полімерної композиції, ніж введенні в чистому вигляді).

Технологічний процес надання вогнезахисту. Оскільки однією із вимог, що пред'являють до АП є простота технологічного процесу та невеликі енерговитрати на нього, необхідно розглянути можливі методи введення АП у тканину, їх ефективність, можливі труднощі, а також виділити найбільш простий і перспективний метод.

Методи введення АП у волокнистий матеріал. Для надання текстильним матеріалам ВЗ властивостей використовують такі методи [15]:

1) введення сповільнювачів горіння в прядильний розплав чи розчин волокноутворюючого полімеру в процесі формування;

Введення сповільнювачів горіння безпосередньо в розплав полімеру дозволяє зберегти звичайну технологію виробництва текстильних матеріалів, забезпечує економічність методу і створює передумови для розробки екологічно чистих технологій одержання багатотонажних волокноутворюючих полімерів зі зниженою горючістю, таких, наприклад, як поліетилентерефталат і поліамід. Широкому застосуванню методу перешкоджає важкий вибір сповільнювача горіння, який повинен зберігати термостабільність до 300°C, легко дозуватись, плавиться при переробці полімеру чи мати високий ступінь дисперсності (менше 1-15 мкм), не повинен негативно впливати на властивості полімеру і бути нетоксичним.

2) хімічна модифікація волокон і виробів з них (щеплена полімеризація: целюлоза, вовна, ПАН);

Для синтезу щеплених сополімерів використовують хімічний і радіаційний методи ініціювання. Як ініціатори використовують, наприклад, пероксиди, $K_2S_2O_8$, солі Ce^{4+} . Радіаційне ініціювання здійснюється за допомогою γ -променів і швидких електронів. У більшості випадках щеплення проводять із розчинів мономера, при цьому утворюється значна кількість гомополімеру.

3) поверхнева обробка тканини розчинами або емульсіями антипіренів;

При поверхневій обробці утримання АП на волокні може відбуватися за двома механізмами. За першим – АП утримуються на тканині за допомогою адсорбційних сил (у більшості випадків такий механізм спостерігається при просоченні солями або оксидами металів).

Такий спосіб не гарантує тривалої ВЗ дії, оскільки захисні речовини легко видаляються з волокна при промиванні.

Наприклад, найбільш простий спосіб надання тимчасової вогнестійкості полягає в обробці тканини солями амонію (гідросульфатом, хлоридом), натрій гідровольфраматом, натрій гідрофосфатом, бурою, солями магнію, силікатами. Ці сполуки наносять простим просочуванням з подальшим висушуванням або проведенням реакцій подвійного обміну, в результаті яких на волокні осідають нерозчинні і негорючі сполуки. Наприклад, $Sn(OH)_4$, $MgSiO_3$ [16].

Недоліком такої обробки є те, що через 4-6 місяців (залежно від умов експлуатації) необхідна повторна обробка виробів за умови, якщо вироби не піддають дії синтетичних миючих засобів або органічних розчинників.

Перевагами даного способу є його проста та доступність, а недоліками – нетривалий вогнезахист (АП легко видаляються при промиванні); підвищення жорсткості тканини і втрата її міцності.

Такий спосіб може бути застосований для тканин, які не піддаються мокрим обробкам у процесі експлуатації, наприклад, напільні покриття, оббивні тканини. Але для текстильних матеріалів спеціального призначення, які використовуються для вироблення спеціального одягу вимоги до стійкості обробки до впливу мийних розчинів є більш жорсткими. У цьому випадку застосовувати АП, які хімічно не взаємодіють з волокном недоцільно.

Для закріплення сповільнювача горіння на волокні при просочуванні вводять сполуки, які здатні утворювати в процесі термообробки водонерозчинні полімери. Для целюлозних волокон може відбуватися формування хімічних зв'язків між макромолекулами і полімером, який утворився, що обумовлює стійкість ВЗ ефекту до мокрих обробок.

Так, для більш міцного закріплення на тканині розчинних солей використовують синтетичні смоли, такі, наприклад, як мелаїнформальдегідні. Утворення зв'язків між компонентами оздоблювального розчину і волокном забезпечує міцне закріплення їх на тканині, а також стійкість до тертя і мокрих обробок.

Переваги способу – простота, доступність, ВЗ властивості зберігаються в процесі експлуатації.

Методи поверхневої обробки. Оскільки метод поверхневої обробки у технологічному плані є найбільш простим і доступним, особлива увага була приділена саме розгляду цього методу.

Поверхнева обробка волокнистого матеріалу АП може бути реалізована за такими методами:

1) метод просочування: тканину просочують (із подальшим віджимом), сушать, піддають термообробці або хімічній обробці (за необхідності) [17].

Перевагою методу є простота способу надання вогнезахисту.

2) нанесення дискретного покриття методом друкування;

На волокнистий матеріал наносять пасту (до складу якої входить АП) у вигляді дрібних точок або напівсфер, які не контактують між собою (для зменшення жорсткості тканини) за допомогою сітчастого шаблону або перфорованого барабану-шаблону [9].

Переваги методу: економічність (зменшуються витрати АП, безводна технологія), зберігаються повітропроникність і міцність тканини. Недоліком методу є використання додаткових компонентів –

загусників або зв'язуючих (альгінат, крохмаль, ПВХ-пластизол).

3) пінна технологія: спінені розчини або емульсії АП наносять плаваючим валом на одну сторону тканини.

Переваги методу: зберігання розривної міцності тканини, не великі витрати води, низькі енерговитрати при сушінні тканини. Недоліки методу: включення додаткових компонентів (піноутворювачів та стабілізаторів) для одержання піни та збільшення терміну її життя; використання спеціального обладнання – міксерів, мішалок для одержання піни.

4) метод розбризкування розпилювачем.

Переваги: можливість застосування для повторної обробки готових виробів поза межами виробництва, у разі використання методу у виробничих умовах зменшуються витрати на сушку. Недоліки: нерівномірність нанесення АП на матеріал, відсутність рівномірної фіксації АП при сушінні, неможливість здійснити термофіксацію, використання спеціального обладнання у виробництві.

5) метод розпилювання порошку [18].

Отже, існує багато методів надання вогнезахисту, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Використання методів введення сповільнювачів горіння в розплав та щеплена полімеризація вимагає значних фінансових витрат, тому їх доцільно використовувати в галузях, де необхідним є високий ступінь вогнезахисту і вартість обробки залишається на другому місці (літакобудування, ракетобудування, суднобудування).

Метод поверхневої обробки є простим, доступним, тому отримав широке застосування. При цьому в залежності від призначення матеріалу і умов його експлуатації можна обмежитись тимчасовою обробкою, або при більш жорстких вимогах дібрати композицію, що надає стійкий ефект вогнезахисту.

Кожен з методів поверхневої обробки також має свої переваги та недоліки. Вибір методу обробки має бути здійснений виходячи із призначення ВЗ тканини, а також економічних та технологічних можливостей виробництва. Найбільш простим способом надання вогнезахисту є просочення. Нанесення дискретного покриття методом друкування доцільно використовувати для надання вогнезахисту тканинам для спецодягу, оскільки він дозволяє зберегти повітропроникність. Проте такий захист недостатній, наприклад, для портєрних тканин, оскільки покриття наноситься тільки з однієї сторони. Застосування пінної технології, друкування та розпилювання дозволяють зменшити енерговитрати при обробці і є економічно доцільними; метод розпилювання можна застосовувати поза межами виробництва для повторної обробки.

Висновки

Встановлено, що обґрунтований вибір антипіренів для ефективного вогнезахисту може бути здійснений лише з урахуванням механізму процесу горіння та хімічних основ процесу надання вогнезахисних властивостей волокнистим матеріалам.

Виявлено, що АП вибирають за принципом їх дії на піроліз, оскільки в процесі його протікання виникають горючі продукти.

Визначено, що більшість АП сприяють утворенню обвугленого залишку і перешкоджають утворенню горючих газів. АП тим ефективніший, чим більша частка негорючих сполук виділяється при піролізі з обробленого волокна.

Охарактеризовано основні фактори, що впливають на ефективність надання вогнезахисту і врахування яких дозволяє правильно дібрати антипірен, а саме форма антипірену, метод введення його в текстильний матеріал, природа волокна та структура тканини.

Наведені основні вимоги щодо вибору антипіренів та композицій на їх основі та показано, що до визначальних вимог слід віднести високу ефективність, безпеку при застосуванні і під час експлуатації, простоту при використанні та доступність.

Відзначено, що вибір методу обробки має бути здійснений виходячи із призначення вогнезахисної тканини, а також економічних та технологічних можливостей виробництва.

Показано, що метод поверхневої обробки у технологічному плані є найбільш простим і доступним.

Література

1. Зубкова Н. С. Снижение горючести текстильных материалов – решение экологических и социально-экономических проблем / Н. С. Зубкова, Ю. С. Антонов // Российский хим. журнал. – Т. XLVI. – 2002. - №1. – С. 96-103.
2. Лаврентьева Е.П. Термостойкие и огнестойкие ткани из волокон российского производства для защитной одежды [Электронный ресурс] / Е.П. Лаврентьева // Технический текстиль. - Режим доступа: <http://www.rustm.net/catalog/article/1700.html> - Название с экрана.
3. Коровникова Н. И. Сниження горючості волокнистих матеріалів / Коровникова Н. И., В. В. Олійник, Ю. Ю. Рипало та [ін.] // Проблеми пожежної безпеки. – 2011. – Вип. 29. – С. 92-96.
4. Беляева О. А. Модификация вискозных волокон с целью снижения горючести: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06 / Беляева Ольга Александровна. – Саратов, 2010. – 126 с.
5. Мартинюк О.І. Теоретичні основи надання вогне та біозахисних властивостей текстильним матеріалам [Електронний ресурс]: огляд статті. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua> – Назва з екрану.

6. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов / Г. Е. Кричевский.– М.: ВЗИТЛП, 2001. – Т. 3. – 298 с.
7. Принципы выбора тканей для изготовления пожароопасной спецодежды / Н.И. Константинова, Н.С. Зубкова, Г.И. Болодьян, Н.А. Терезина // Текстильная промышленность. – 2002. - №10. – С.19 – 21.
8. Берлин Ал. Ал. Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести / А. А. Берлин// Сорровский образовательный журнал. – 1996. – №9. – С. 57-63.
9. Пустельник Я.И. Огнестойкие текстильные материалы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://volbrok.ru>– Название с экрана.
10. Смеречинська Н.Р. Визначення оптимальних параметрів вогнезахисного оздоблення текстильних матеріалів / Н.Р. Смеречинська, Л.П. Грищенко, Г.В. Міщенко // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. – 2006. - №2. – С.133 – 136.
11. Хвала А. Текстильные вспомогательные вещества / А. Хвала, В. Ангер. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 341 с.
12. Розробка вимог до спеціального термозахисного одягу при веденні аварійно-рятувальних робіт на нафтопереробних заводах / Н.В. Остапенко, Т.В. Цесельська, І.В. Лозбіна, О.В. Колісниченко // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. – 2008. - №1. – С.31 – 33.
13. Леонидова Д. И. Роль антипиренов в токсичности продуктов горения полимерных материалов / Д. И. Леонидова // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2010. - №3 – С. 121-151.
14. Кодолов В. И. Замедлители горения полимерных материалов / В. И. Кодолов. – М.: Химия, 1980. – 269 с.
15. Андросов В. Ф. Технология отделки хлопчатобумажных тканей / В. Ф. Андросов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 424 с.
16. Справочник по отделке текстильных материалов / Г. С. Сарибеков, Е. Е. Старикович, Ю. И. Осик, В. Л. Молоков. – К.: Техника, 1984. – 154 с.
17. Тебляшкіна Л. І. Технологія опоряджувального виробництва / Л. І. Тебляшкіна. – К.: Кондор, 2005. – 277 с.
18. Пат. 2101407, D06M15/248. Огнезащитный текстильный материал [Электронный ресурс] / А. В. Журко, Э. В. Шаталов, А. М. Дорохов и др., заявитель и патентообладатель научно- производственное объединение "Конверсипол". - № 95119185/04. – Режим доступа: <http://ru-patent.info>.

References

1. N.S. Zubkova, Yu.S. Antonov / Snizhenie goryuchesti tekstil'ny'x materialov – reshenie e'kologicheskix I social'no-e'konomicheskix problem, *Rossijskij ximicheskij zhurnal*, 2002, Vol. XLVI, No. 1, pp. 96-103.
2. E.P. Lavrent'eva. Termostojkie i ognestojkie tkani iz volokon rossijskogo proizvodstva dlya zashhitnoj odezdy', *Tehnicheskij tekstil'*, <http://www.rustm.net/catalog/article/1700.html>.
3. N.I. Korovnyvoka, V.V. Oliinyk, Yu.Yu. Rypalo, S.P. Rypalo, S.P. Zvirkov. Znyzhenia horiuchosti voloknytykh materialiv, zbimyk naukovykh statei, *Problemy' pozharnoj bezopasnost*, 2011, Issue 29, pp. 92-96.
4. O.A. Belyaeva. Modifikaciya viskozny'x volokon s cel'yu snizheniya goryuchesti: dis. ... kand. texn. nauk: 05.17.06 / Belyaeva Ol'ga Aleksandrovna. – Saratov, 2010. – 126 p.
5. O.I. Martyniuk. Teoretychni osnovy nadannia vogne ta biozaxysnyx vlastyvostei tekstylnym materialam – <http://www.nbu.gov.ua>.
6. G.E. Krichevskij. Ximicheskayaa tehnologiya tekstil'ny'x materialov. Moscow, VZITLP, 2001, Vol. 3, 298 p.
7. N.I. Konstantinova, N.S. Zubkova, G.I. Bolod'yan, N.A. Terezina. Principy' vy'bora tkanej dlya izgotovleniya pozharbezopasnoj speczodezhdy', *Tekstil'naya promy'shennost'*, 2002, No. 10, pp. 19 – 21.
8. A.I.A. Berlin. Gorenje polimerov i polimerny'e materialy' ponizhennoj goryuchesti, *Sorovskij obrazovatel'ny'j zhurnal*, 1996, Vol. 9, pp. 57-63.
9. Ya.I. Pustel'nik. Ognestojkir tekstil'ny'e materialy'. <http://volbrok.ru>.
10. N.R. Smerechinska, L.P. Gryshchenko, G.V. Mishchenko. Vyznachennia optymalnykh parametriv vognexakhysnogo ozdoblennia tekstylnykh materialiv, *Problemi lyogkoj I tekstil'noj promy'shennosti*, 2006, No. 2, pp. 133 – 136.
11. A. Xvala, V. Anger. Tekstil'ny'e vspomogatel'ny'e veshhestva. Moscow, Legpromby'tizdat, 1991, 341 p.
12. N.V. Ostapenko, T.V.Tseselska, I.V. Lozbina, O.V. Kolesnichenko. Rozrobka vymoh do spetsialnogo termozakhysnogo odiahu pry vedeni avariinoriativnykh robıt na naftopererobnykh zavodakh, *Problemy' lyogkoj I tekstil'noj promy'shennosti*, 2008, No. 1, pp. 31 – 33.
13. D.I. Leonidova. Rol' antipirenov v toksichnosti produktov goreniya polimerny'x materialov, *Aktual'ny'e problemy' transportnoj mediciny'*, 2010, No. 3, pp. 121-151.
14. V.I.Kodolov. Zamedliteli goreniya polimerny'x materialov. Moscow, Ximiya, 1980, 269 p.
15. V.F. Androsov. Tehnologiya odelki xlopchatobumazhny'x tkanej. Moscow, Lyogkaya I pishhevaya promy'shennost, 1983, 424 p.
16. G.S. Saribekov, E.E. Starikovich, Yu. I. Osik, V.L. Molokov. Spravochnik po odelke tekstil'ny'x materialov. Kiev, Tekhnika, 1984, 154 p.
17. L.I. Teblyashkina. Tekhnolohiia oporiadzhuvalnogo vyrobnytstva. Kyiv, Kondor, 2005, 277 p.
18. A.V. Zhurko, E'V. Shatalov, A.M. Dorokhov i dr. Ognexashhitny'j tekstil'ny'j material. Pat. 2101407, D06M15/248. Zayavitel' I patentoobladatel' nauchno-proizvodstvennoe ob'edinenie "Konversipol", No. 95119185/04. <http://ru-patent.info>.

Рецензія/Peer review : 11.11.2014 р.

Надрукована/Printed :29.11.2014 р.
Рецензент: д.х.н., проф., В.І. Єзіков