

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІТЕТРАФЛУОРЕТЕНУ У ВАЛКОВИХ МАШИНАХ НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ НА ТКАНИНУ

В статті розглядається способи та матеріали, які використовуються при створенні захисних покриттів на тканинних основах. Технічні характеристики політетрафлуоретену, більш відомого як тефлон, у вигляді водяної дисперсії з додаванням антибактеріальних наночастинок, надає велику перспективу для розвитку легкої промисловості. Метод валкового переносу даного полімеру дозволяє зробити процес утворення плівок енергоефективним та високоточним. Запропоновано спосіб нанесення.

Ключові слова: полімерні плівки, валкова машина, захисні тканини.

I.O. GOLINKA, S.L. HORIASCHENKO

Khmelnytsky National University

PERSPECTIVES OF POLITETRAFLUORETEN IN ROLL MACHINE FOR APPLICATION OF PROTECTIVE COATINGS ON FABRICS

Abstract. The article discusses the methods and materials that are used to create protective coatings on the basis of tissue. Specifications politetrafluoreten, better known as Teflon, in the form of a water dispersion with antibacterial nanoparticles offers great prospects for the development of light industry. The method of polymer transfer roller to make the process of film formation, and energy-efficient precision.

Keywords: polymeric film, roll machine, protective fabrics.

Постановка завдання дослідження

Легка промисловість є однією з провідних галузей в економіці України. Проте сьогодні вона перебуває в жахливому стані. Враховуючи Концепцію Загальнодержавної цільової програми розвитку легкої промисловості України на період до 2017 р., випуск якісного текстилю є пріоритетним завданням вітчизняної промисловості [1]. Завершальне оброблення текстильних матеріалів (ТМ), з метою надання їм специфічних властивостей, є важливими для виконання цього завдання. Якість та загальний вид завершального оброблення ТМ обумовлює їх конкурентоздатність на сучасному ринку.

Аналіз останніх досліджень та розробок

Серед різноманіття показників, які отримують текстильні матеріали після завершального оброблення найбільш популярним є вологостійкість та антибактеріальність. Враховуючи необхідність забезпечення оборонної системи саме такими тканинними матеріалами, що будуть витримувати динамічні навантаження, захищати від проникнення вологи та розростання хвороботворчих бактерій, було поставлено за мету ознайомитись з існуючими способами апретування (від франц. *apprêter* — остаточно обробляти), та визначити перспективний план розвитку. Саме на цій завершальній стадії обробки текстиль набуває комплекс споживчих властивостей: підвищену зносостійкість, гідрофобність, біостійкість, стійкість до дії вогню, брудовідштовхувальність тощо [2, 3].

Більш широке вживання терміна «бактеріостатичний», комерційно більш прийняттого, ніж «антибактеріальний», призвело до деякої плутанини у схожих термінах.

Слід розрізняти:

- антибактеріальні тканини - зупиняють ріст мікроорганізмів за допомогою спеціального агента, який додається вже в готову тканину. Такий агент поступово вимивається при пранні виробів;
- бактерицидні тканини - вбивають бактерії за допомогою потужного хімічного агента. Але в той самий час і позбавляються від корисних бактерій людини. Основна сфера застосування таких тканин – медицина;
- бактеріостатичні тканини – зупиняють розмноження бактерій, проте не вбивають їх. Активна складова такої тканини більш стійка до вимивання при пранні, оскільки агент додається безпосередньо у саме волокно а, отже, більш захищений.

На даний час дуже добре розроблені дві хімічні технології надання бактерицидних властивостей ТМ: фінішна і пізнє впорскування. Ще одна технологія, із застосуванням електронного бомбардування, знаходиться на стадії розробки.

Фінішна – це найпростіша технологія. Вона полягає у введенні хімічного агента на останній стадії виробництва – стадії забарвлення. Такий метод довгий час зазнавав критики, оскільки він не забезпечує належної стійкості до прання (агент зникає через 5-6 разів прання). Однак останні розробки значно покращили якість антибактеріальних агентів, які залишаються в тканині та зберігають свою активність навіть після 50 прань.

Пізнє впорскування – тканина модифікується на стадії створення пряжі, і агент вводиться безпосередньо у полімерне волокно. Волокно нагрівається до високої температури, і як тільки воно починає плавитися, впорскується антибактеріальний агент (іноді у поєднанні з іншими активними агентами). Потім

здійснюється дуже швидке охолодження.

Щеплення – ця технологія ще тестується, проте вже показала відмінні результати. Вона полягає в бомбардуванні тканини зарядженими частинками, що несуть антибактеріальний агент.

Отже, визначившись, яку саме ми хочемо отримувати тканину, а це антибактеріальна з фінішною технологією нанесення, можемо перейти до вирішення питання з вологостійкістю та збільшенням зносостійкості. На сьогоднішній день існує багато полімерних сполук, які використовуються як захисні покриття в текстильній промисловості. Для одержання захисних плівок часто використовують водні дисперсії вінілових полімерів, зокрема венілацетат. За кордоном використовують полімерні вологозахисні покриття, які складаються з кількох різних за своєю природою полімерів: acrylic/urethane (AR/UR), acrylic/silicone (AR/SR), та ін. Зв'язок між цими полімерами може бути хімічним, а може бути і топологічним[4]. Ми обрали для себе політетрафлоретен (ПТФЕ). За своїми хімічними та механічними властивостями, цей полімер найкраще нам підійде. Діапазон робочих температур сягає від мінус 250°C до плюс 260 °C, витримує короткотривалі теплові навантаження до +300 °C. Маючи надміцний полімерний зв'язок, характеризується низьким поверхневим натягом та антиадгезійними властивостями, що в свою чергу відштовхує воду і захищає від бруду. За своєю хімічною стійкістю перевищує всі відомі синтетичні матеріали і благородні метали. За помірної температури не руйнується під впливом концентрованих лугів, кислот і навіть суміші азотної і соляної кислот. Руйнується розплавами лужних металів (та їх розчинами у рідкому аміаку), фтором і трифторидом хлору [5].

При створенні полімерних покриттів відбувається просочення тканинної основи плівкоутворюючим полімером і утворюється перехідний шар полімерного покриття. Це призводить до збільшення жорсткості матеріалу, збільшення внутрішніх напруг, уповільнення швидкості релаксаційних процесів. Фізико-механічні властивості такого матеріалу і таких покриттів суттєво залежать не лише від глибини просочення волокнистої основи, але і від структури і властивостей вихідних волокон, які визначають здатність плівкоутворювача проникати всередину волокна і суттєво змінювати його фізико-механічні і інші властивості [4].

Для надання полімерному покриттю антибактеріальних властивостей можна використовувати наночастинки срібла (Ag), міді (Cu), та заліза (Fe), які розчинені в водній дисперсії ПТФЕ а також добавку «Триклозан», яка відома своїми антимікробними характеристиками [6].

Для бази полімерів використовується лише відносно невелике число тканин. Щоб отримати таку характеристику, як водонепроникність, будова тканини має бути достатньо відкритою, для того, щоб полімер заповнив проміжки в плетінні. В той самий час це призведе до великих витрат полімерного матеріалу. Балансуючи між легкою вагою та задовільними механічними характеристиками, як то міцність на розрив, потрібно обирати конструкцію тканин зі щільнішим переплетенням ниток основи. Задля нівелювання шансу утворення рухомих полімерних плівок в структурі тканини, необхідно обрати правильний спосіб нанесення, що дозволить регулювати глибину проникнення полімеру.

Основна частина

Способів нанесення рідких полімерів існує надбагато. Беручи до уваги всі вхідні параметри та кінцеві результати, можна визначити саме той спосіб, який найбільше буде вдовольняти за критеріями ефективності та енергозбереження [7]. Згідно з нашими вимогами щодо експлуатації матеріалу з покриттям одним важливим критерієм є значення усадки (рис. 1). Аналіз ефекту впливу температури на стабільність розмірів тканини на яку наноситься полімер, показує, що чим нижче температура, тим більше тепла стабільність тканини, тобто тим менше усадка при застосуванні тепла, що зазвичай відбувається під час процесу нанесення покриття.

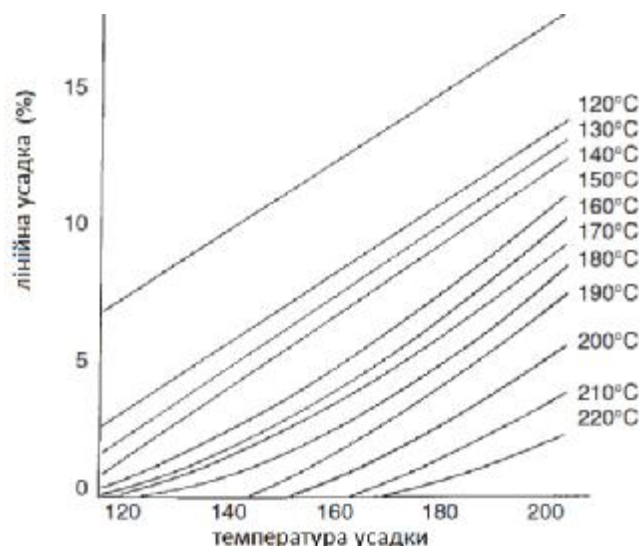


Рис. 1. Залежність лінійної усадки від температури

Для усунення процесу усадки при застосуванні ПТФЕ, коли ми бажаємо отримати захисну плівку тільки з однієї сторони найбільш вдалим буде спосіб валкового нанесення. Якщо бути точнішим – перенесення валками водяної дисперсії ПТФЕ на тканину-підкладку.

В загальному, операція рідинного покриття в основному включає в себе нанесення рідкого покриття на підкладку і, потім, затвердіння самого покриття. Спільні риси покриття є у всіх операціях [8–10].

Класифікувавши способи нанесення та визначившись з оптимальним, ми розробили технологію для одностороннього нанесення політетрафлуоретену на тканинну основу та пристрій для її реалізації (рис. 2).

Секція попереднього розташування тканини (зона 1 на рис. 2). При цьому базова тканина розмотується і перевертається через машину під рівномірним натягом, виконує функції акумулятора для тканини. Звідки рулон по дається до секції основного покриття, проходячи через зону 2.

Переніс рідини валком 3 дозволить отримати тканину, яка просичена тільки з однієї сторони, в той час коли зворотна залишиться приємною на дотик для тіла (якщо розмова йде про отримання тканин для пошиття захисного одягу). Так як температура для термічної обробки кристалів ПТФЕ має досить широкий діапазон (від $+160^{\circ}\text{C}$ – температури плавлення до $+360^{\circ}\text{C}$ температура руйнації), то для отримання такого температурного режиму необхідно використовувати піч розплаву 4 з подальшою прогонкою через сушильний апарат 5. Всі розчинники випарюють, і плівка твердне, сохне і вирівнюється. Піч може бути нагрітої паром, повітрям, нагрітим маслом, змішаним повітрям або електричним підігрівом. Для полімерів, що володіють високою температурою висихання і затвердіння можуть бути встановлені на обігрівачі інфрачервоні блоки, автономний обігрівач смуги і т.д. Для запобігання формування летких вибухонебезпечних сумішей, свіже повітря безперервно циркулює по всій печі. Швидкість сушіння ретельно контролюється щоб запобігти утворенню бульбашок або тріщин. Аби правильно керувати випаровуванням розчинника, необхідно розділити духову шафу на кілька зон, збільшуючи температуру кожної зони, з метою видалення розчинника без пухирців. Зона 6 дозволяє контролювати вищезазначені параметри.

Одна з особливостей ПТФЕ полягає в швидкому затвердінні та відсутності рідкого стану, що значно прискорює процес. Тому сама сушка спрямована більше на ліквідацію летючих речовин. При температурах від 300 до 360°C продукти розпаду переважно складаються з гексофлуоретану та октафторциклобутану. Далі тканина виходить з печі, пропускається через охолодженні барабани, щоб забезпечити її вільне лавірування. Після сушіння полотно вирівнюється за допомогою блоків 6 та протяжного акумулятора тканини 7, після чого змотується в готовому вигляді до рулону 8. Крім того, існує привід, який транспортує волокно субстрату на подальші операції.

Саме такий підхід до нанесення дозволяє контролювати явище усадки при нанесенні гарячого розчину ПТФЕ на тканину, забезпечити її рівномірне нанесення.

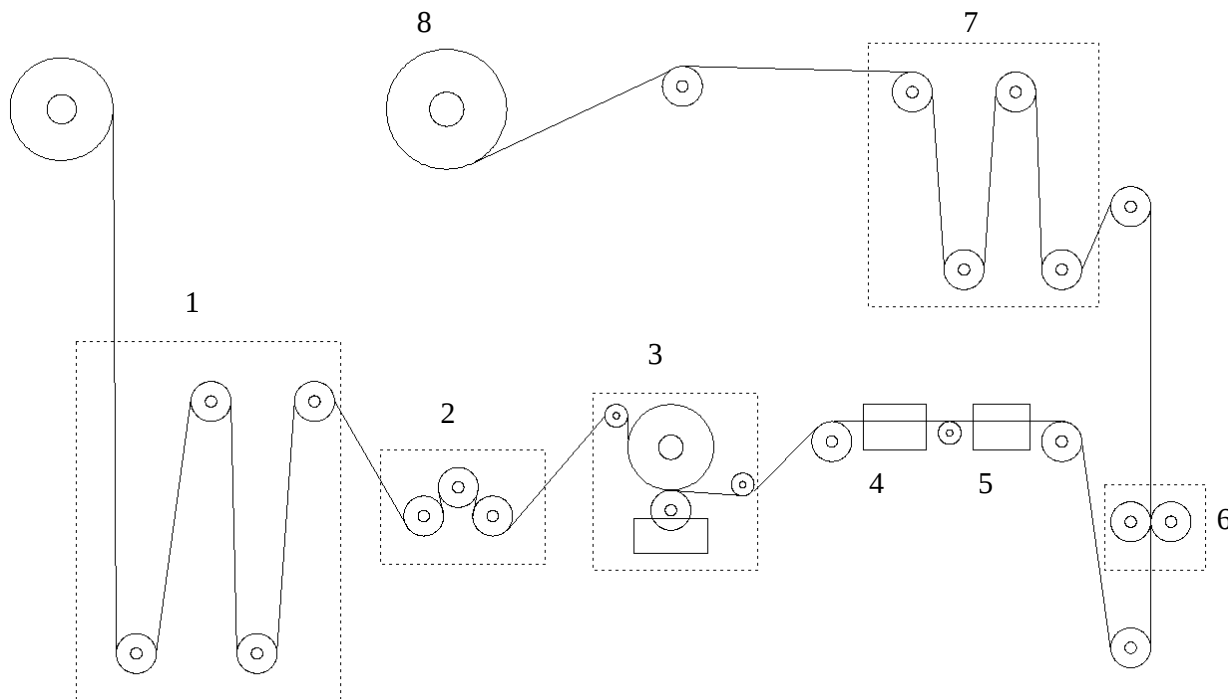


Рис. 2. Схема валкового нанесення водяної дисперсії ПТФЕ

Отримані таким чином тканини можуть бути використані для виготовлення захисної одягу та чохлів для машин, забезпечивши їх стійкість до зовнішнього середовища.



Рис. 3. Приклади застосування нової захисної тканини

Висновки

Розглянувши вже існуючі системи для нанесення захисних покриттів на тканини та проаналізувавши полімери, що застосовуються при формуванні плівок в текстильному виробництві, було обрано метод валкового перенесення водяного розчину політетрафлуоретану з антибактеріальними наночастинками на тканинну підложку. Розроблена технологія дозволяє контролювати кожен з етапів покриття – від натягу самого полотна до температури плавлення полімерної сполуки. Відсутність тривалої та енергозатратної сушки дозволяє значно знизити вартість виробництва. Отримані таким чином матеріали з покриттям на основі політетрафлуоретану дозволяють виготовлявати речі, необхідні як для побутових речей так і для оборонної промисловості.

Література

1. Оксенчук О.І. Роль завершального оброблення у формуванні спеціальних властивостей технічного текстиля / О.І. Оксенчук //Товарознавчий вісник. – 2013. – № 6. – С. 92–97.
2. Глубіш П. А. Хімічна технологія текстильних матеріалів (Завершальне оброблення) : навчальний посібник / П. А. Глубіш. – К. : Арістей, 2005. – 300 с.
3. Кричевский Г.Е. Особое место заключительной отделки в химической технологии текстильных материалов / Г.Е. Кричевский //Текстильная химия. – 2002. – № 1 (20). – С. 48.
4. Пасічник М.В. Розробка композиції для тканин з полімерним покриттям / М.В. Пасічник, І.М. Куліш, Г.С. Сарібеков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 6(47). – С. 8–12.
5. Логинов Б.А. Удивительный мир фторполимеров / Б.А. Логинов. – М., 2009. – 168 с.
6. Березненко М.П. Розробка нового асортименту синтетичних ниток, модифікованих нанопрепаратами / М.П. Березненко, В.І. Власенко, В.І. Вісленко, Н.О. Курлова, Л.В. Міхійєнкова // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2011. – № 3. – С. 104–108.
7. Горященко С.Л. Аналіз обладнання для нанесення полімерного покриття на текстильні матеріали / С.Л. Горященко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 2 (223). – С. 37–40.
8. Spread coating processes, R. A. Park, in *Plastisols and Organosols*, H. A. Sarvetnick, Ed., Van Nostrand Reinhold, New York, 1972, pp. 143–181.
9. W. R. Hoffman, Journal of Coated Fabrics, vol. 23, Oct., 1993, pp. 124–130.
10. Coated fabrics, B. Dutta, in *Rubber Products Manufacturing Technology*, A. K. Bhowmik, M. M. Hall and H. A. Stephens, Eds., Marcel Dekker, New York, 1994.

Рецензія/Peer review : 8.1.2016 р. Надрукована/Printed : 11.2.2016 р.
Рецензент: д.т.н. Параска Г.Б.