

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ШАРІВ НАНЕСЕННЯ ПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

Досліджено зміну вагомих властивостей плівкового покриття матеріалів для підсилюючих накладок спецодягу робітників металообробних цехів залежно від кількості шарів нанесення. За результатами досліджень встановлена оптимальна кількість шарів нанесення полімерної композиції, що забезпечить належні захисні властивості спецодягу.

Ключові слова: полімерна композиція, властивості матеріалів, оливодіштовхувальність, адгезійна міцність, спецодяг.

T. G. SHARAN, O. I. KULAKOV

Khmelnitsky National University

DETERMINING THE OPTIMAL NUMBER OF LAYERS POLYMER COMPOSITIONS

To improve the safety and performance properties clothing workers metalworking workshops offered reinforcing plates coated with a polymer coating. According to the results of previous studies the optimum concentration of polymer solution and the number of grid stencil through which the coating is applied, providing a uniform smooth surface formed film. but not determined the optimal number of layers of coating.

Thus, studies of significant changes in the properties of materials for reinforcing straps clothing workers metalworking workshops deposited polymer composition according to the number of layers of the application, namely oil repulsion and adhesive strength of the polymer coating.

The research determined the optimal number of layers of polymer compositions provide reasonable and proper expenses songs protective properties of 2 clothing layers

Keywords: skirt, trousers, pelvic area, mesh matrix, structural module, valence, structural point.

Постановка проблеми

Спецодяг відіграє важливу роль у профілактиці травматизму і захворюваності на виробництві. За допомогою сучасних технічних засобів не завжди вдається запобігти дії небезпечних і шкідливих факторів виробництва (ШВФ) на організм людини.

На виробництвах підприємств машинобудування та металообробки існують небезпечні і шкідливі фактори механічної природи дії (тертя, розтягу, розривання) та хімічної природи дії (забруднення оливами, змашувально-охолоджувальними рідинами). Відповідно в таких умовах спецодяг робітників не витримує встановлених строків експлуатації. Тому, для перешкодження та зменшення впливу дії ШВФ металообробних цехів запропоновано використовувати спецодяг зі з'ємними підсилюючими накладками з нанесеним на поверхню матеріалу підсилюючих накладок захисного покриття [1, 2], що є доцільним та актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Полімерне покриття на основі полівінілового спирту (ПВС) та хрому утворює плівку, яка за своїми властивостями перешкоджає проникненню забруднень (олив, змашувально-охолоджувальних рідин) у тканину та збільшує стійкість до дії факторів механічної природи дії. За результатами досліджень плівка утворюється різної товщини на поверхні матеріалу, різної рівномірності [2, 3]. Нанесення полімерного покриття на поверхню матеріалу відбувається поетапно (пошарово). Проведені дослідження по встановленню оптимальних параметрів нанесення покриття (концентрації полімерного розчину та номеру трафаретної сітки) [3], що забезпечують створення рівномірного покриття на поверхні тканини. Рівномірність покриття забезпечується також при нанесенні комплексного розчину у два шари, проте не досліджено чи достатньо два шари покриття для забезпечення вагомих властивостей плівки таких як оливодіштовхувальність та адгезійна міцність.

В попередніх дослідженнях плівкового покриття для матеріалу спецодягу робітників металообробних цехів визначено структурні параметри сітки полімеру (ступінь зшивання, долю активних ланцюгів, рівноважну ступінь набрякання, частку сухого полімеру в набряклому гелі) [3]. Проведені дослідження не підтверджують здатність утвореного полімерного покриття забезпечувати оливодіштовхувальність тканині та адгезійну міцність з її поверхнею. Адгезія покриттів характеризує зв'язок між покриттям і текстильним матеріалом, що викликана взаємодією між молекулами (атомами) тіл, які контактують. Адгезія покриття обумовлена перш за все різними видами взаємодій між молекулами чи атомами, що обґрунтовано рядом теорій (адсорбційна, дифузійна, мікрореологічна, хімічна) [4]. Ці взаємодії призводять до утворення міжмолекулярних та хімічних зв'язків. Адгезію покриття визначають шляхом встановлення роботи адгезії [5] та шляхом встановлення міцності з'єднання при розшаруванні [6]. Таким чином, необхідно у відповідності до існуючих методів провести дослідження та встановити оптимальну кількість шарів нанесення полімерного покриття для забезпечення оливодіштовхувальності та адгезивної міцності.

Мета і завдання досліджень

Метою досліджень є встановлення оптимальної кількості шарів нанесення полімерного покриття. Для досягнення поставленої мети необхідно:

- дослідити зміну ступеня оливодіштовхувальності від кількості шарів полімерного покриття, що наноситься на поверхню текстильного матеріалу спецодягу;
- визначити зміну адгезивної міцності полімерного покриття на основі різних аналітичних методів.

Виклад основного матеріалу

Для проведених нами досліджень обрано тканини, що найчастіше використовуються для виготовлення спецодягу робітників металообробних цехів [7–9], а саме обрано 7 артикулів: «Грета», «Ортон», «Лідер», «Саржа», «Прем'єр», «Діагональ», «Костюмна саржа». Оливодіштовхувальність визначено для кожного артикулу без покриття і з покриттям нанесеним в один, два, три шари. Шари розчину полімерної композиції були нанесені на поверхню тканини способом трафаретного друку при використанні оптимальної концентрації ПВС (10 %) та оптимального номеру сітки трафарету № 60.

Дослідження оливодіштовхувальності проводились згідно з ДСТУ ISO 14419:2005 [10]. Суть методу полягає в наступному: краплі стандартних рідин для випробування, що складаються з вибраної серії вуглеводнів із різним поверхневим натягом, розміщують на поверхні матеріалу, а потім спостерігають за адсорбцією, ореолом і кутом контакту. Ступінь оливодіштовхувальності є найвищим номером випробувальної рідини, яка не змочить матеріал за 30 ± 2 с.

Визначено ступінь оливодіштовхувальності для досліджуваних артикулів тканин. За отриманими результатами досліджень побудовано гістограму (рис. 1).

З гістограми видно, що матеріал без покриття та при нанесенні першого шару має однакову ступінь оливодіштовхувальності – 0. Відбувається повне змочування та просочування рідин для випробування. Це можна пояснити тим, що після нанесення першого шару полімерної композиції відбулось неповне заповнення макропор матеріалу (рис. 2 б). Після нанесення другого – ступінь оливодіштовхувальності найвища, оскільки відбулось заповнення залишкових пор та утворення захисної поверхні у вигляді плівки (рис. 2 в), що і перешкоджає проникненню оливи та бруду у товщу матеріалу.

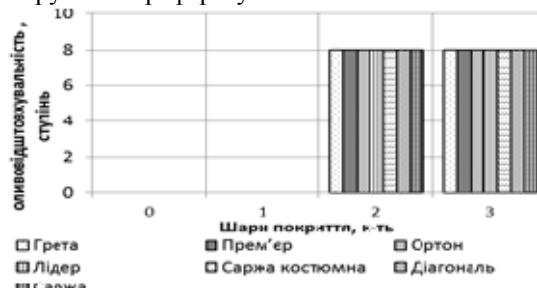


Рис. 1. Залежність ступеня оливодіштовхувальності від кількості шарів покриття на поверхні матеріалу

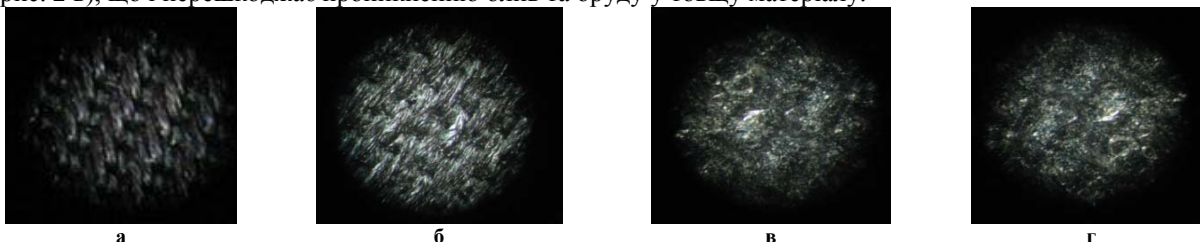


Рис. 2. Мікроскопія поверхні тканини в залежності від кількості шарів полімерного покриття: а) без покриття; б) один шар покриття; в) два шари покриття; г) три шари покриття

Плівка утворюється на лицьовому боці тканини, без просочення композиції наскрізь.

Ступінь оливодіштовхувальності після нанесення 3-го шару розчину аналогічна ступеню, що визначений після нанесення 2-го шару. Тому для перешкодження проникненню оливи та бруду достатньо на поверхню матеріалу для підсилюючих накладок наносити покриття в 2 шари.

Для визначення зміни адгезивної міцності полімерного покриття з поверхнею матеріалу в залежності від кількості шарів його нанесення доцільно використати такі аналітичні методи, як визначення роботи адгезії покриття на поверхні матеріалу та визначення міцності з'єднання при розшаруванні.

У роботі [4] показано зв'язок адгезії між волокнами і полімерами із величиною критичного поверхневого натягу цих волокон. Адгезія тим більша, чим вищий критичний поверхневий натяг волокна. У випадку контакту великої кількості рідини, як це трапляється при нанесенні покриття крізь сітчастий шаблон, робота адгезії визначається у розрахунку на одиницю поверхні контакту полімерне покриття – тканина за формулою [11]:

$$W = W_a \cdot S, \quad (1)$$

де W_a – робота адгезії, Дж/м²;
 S – площа контакту, м².

Таким чином, для визначення роботи, яка виникає при контакті рідини з пористим тілом, необхідно знати площу контакту. Ця площа визначається здатністю рідини змочувати поверхні. Ступінь змочування матеріалу характеризується безрозмірною величиною косинуса крайового кута змочування (θ), який можна

виразити через відповідні поверхневі натяги:

$$\cos \theta = \frac{m^2}{t} \cdot \frac{\eta}{c \cdot \rho^2 \cdot \sigma}, \quad (2)$$

де m – маса рідини, що піднялась по поверхні, г;
 t – час дотику рідини з матеріалом, с;
 c – константа матеріалу, що залежить від його пористості;
 ρ – густина рідини, г/см³;
 η – в'язкість рідини, Па·с;
 σ – поверхневий натяг рідини – матеріалу, мН/м.

Оцінку адгезійної взаємодії виконано за формулою [10]:

$$W_a = \sigma \cdot (1 + \cos \theta). \quad (3)$$

Робота адгезії за формулою (3) відповідає роботі на одиницю площі контакту. При визначенні роботи, яку потрібно витратити для видалення рідини, необхідно роботу адгезії помножити на площу контакту.

Часто роботу адгезії порівнюють із роботою когезії, яку можна визначити за формулою [10]:

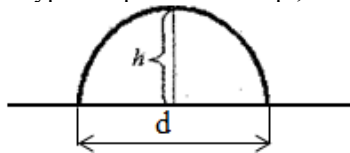
$$W_k = 2 \cdot \sigma \quad (4)$$

Поверхневу питому енергію текстильного матеріалу можна визначити за методом Ельтона або Зісмана [12]. Відповідно до методу Зісмана волокно буде змочуватись у тому випадку, коли його поверхневий натяг буде більшим або рівним поверхневому натягу рідини, який відомий: ($\sigma_p \leq \sigma_b$).

Таким чином, адгезію та когезію полімерного покриття можна визначити із формул (3) і (4). Відносну адгезію можна визначити із формули:

$$\cos \theta = \frac{W_k}{W_a} = \frac{2 \cdot \sigma}{\sigma(1 + \cos \theta)} = \frac{2}{(1 + \cos \theta)}. \quad (5)$$

Отже, визначивши крайовий кут змочування, можна оцінити міцність з'єднання плівкового покриття з поверхнею тканини. Крайовий кут змочування визначено за допомогою експериментальної установки. В основі установки є проектор, джерело світла, яке освітлює певну ділянку (в горизонтальній площині). На даній ділянці розташовують тканину з краплею на поверхні. Крапля наноситься за допомогою дозатора. Об'єктив установки створює проекцію збільшеного зображення на екран із папером. За отриманими контурами краплі на папері, визначено її параметри (рис. 3).



h – висота краплі;
 d – діаметр у місці, де крапля доторкається до поверхні матеріалу

Рис. 3. Основні параметри краплі на поверхні

За отриманими параметрами краплі розраховано крайовий кут змочування (формула 6):

$$\cos \theta = \frac{\left(\frac{d}{h}\right)^2 - h^2}{\left(\frac{d}{h}\right)^2 + h^2}. \quad (6)$$

Для встановлення крайового кута змочування артикулів тканин, що досліджуються, проведено виміри параметрів краплі для різного варіанту опорядження поверхні досліджуваних матеріалів (з покриттям в один шар та два шари).

За результатами проведених вимірювань розраховано крайовий кут змочування, визначені робота адгезії та відносна адгезія за формулою (5), значення яких представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Величина адгезії полімерного покриття до текстильного матеріалу

Показник		Крайовий кут (cos)		Робота адгезії, Дж/м ²		Відносна адгезія	
Кількість шарів		1	2	1	2	1	2
Тканина	Грета	0,028	0,312	38,513	62,702	1,943	1,523
	Прем'єр	0,035	0,284	40,123	59,84	1,765	1,436
	Ортон	0,108	0,305	42,063	60,12	1,845	1,245
	Лідер	0,106	0,302	39,412	59,86	1,687	1,386
	Камуфляж	0,084	0,290	42,542	56,89	1,794	1,264
	Діагональ	0,110	0,312	44,879	62,702	1,800	1,523
	Саржа	0,102	0,287	41,645	60,432	1,842	1,451

За отриманими значеннями побудовані гістограми зміни роботи адгезії від кількості шарів покриття

(рис. 4).

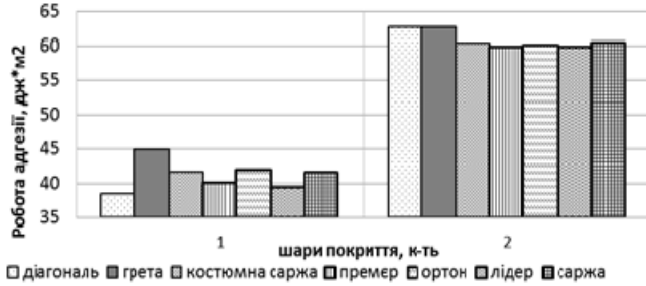


Рис. 4. Зміна роботи адгезії полімерного покриття відносно поверхні тканини від кількості його шарів нанесення

Адгезію полімерного покриття з тканиною, що оцінено шляхом визначення міцності з'єднання при розшаруванні (Прас) [6], розраховується за формулою:

$$P_{\text{рас}} = \frac{P}{b}, \tag{7}$$

де P – руйнівне зусилля, Н;
 b – ширина клейового шва, м.
 При цьому:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{b}, \tag{8}$$

де P – середнє арифметичне не менше 50 % найменших значень, але не менше 5. Перше максимальне зусилля не враховують;
 P_i – руйнівне зусилля, Н;
 i – число руйнуючих зусиль;
 n – число найменших значень максимумів;

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{5}, \tag{9}$$

де b – середнє арифметичне результатів п'яти вимірювань ширини ділянки клейового шва по довжині нахльосту;
 b_i – ширина клейового шва одного зразка, в;
 i – число руйнуючих зусиль.

Для проведення досліджень використовували розривну машину РМ-3. Отримані результати дослідження представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати обробки експериментальних даних

Назва тканини	Зусилля розшарування, Н					Середнє зусилля розшарування, Н	Міцність склеювання, Н/м
	1	2	3	4	5		
Грета	26	26	28	27	28	27	1800
Прем'єр	22	21	23	23	21	22	1466,67
Ортон	28	29	27	27	29	28	1866,67
Лідер	24	24	25	24	23	24	1600
Костюмна саржа	20	20	18	18	19	19	1266,67
Діагональ	42	41	41	43	43	42	2800
Саржа	40	43	43	42	42	42	2800

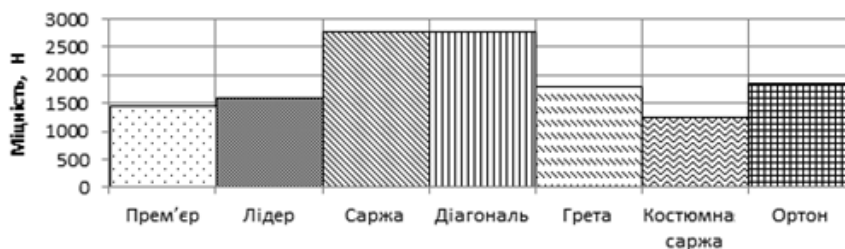


Рис. 5. Адгезійна міцність полімерного покриття до поверхні тканини

За отриманими значеннями проведених досліджень побудовано гістограму, що представлена на рис 5.

За результатами аналізу рис.5 встановлено, що полімерна композиція володіє достатньою міцністю склеювання. Найбільші значення адгезії виникли по відношенню до текстильних матеріалів «Саржа» та «Діагональ», волокнистий склад яких 100% бавовна, у інших матеріалах змішаний волокнистий склад. Таким чином, можна зробити висновок, що наявність синтетичних складових в тканині знижує адгезійну міцність розробленого полімерного покриття. Це пояснюється особливістю складу композиції, полімер якої (ПВС) за будовою нагадує будову бавовняного волокна (целюлоза).

Висновки

За результатами дослідження оливовідштовхувальності матеріалу з плівковим покриттям при нанесенні полімерної композиції в три шари, встановлена доцільність нанесення лише в два шари. За результатами розрахунку роботи адгезії плівкового покриття до поверхні тканини, визначено, що двошарове покриття володіє значно більшою роботою адгезії, тобто покращується міцність зв'язку полімерного покриття з поверхнею, що забезпечить підвищення захисних властивостей спецодягу робітників МОЦ.

Література

1. Шаран Т. Г. Підвищення якості спецодягу / Т.Г. Шаран, Н.В. Прошина, Ю.І. Шалапко // Збірник матеріалів III українсько-польської наукової конференції молодих вчених "Механіка та інформатика" 28–30 квітня 2005 р. – 2005. – С. 214–216.
2. Агеев А.А. Поверхностные явления и дисперсные системы в производстве текстильных материалов и химических волокон / А.А. Агеев, В.А. Волков – М. : Совьяж Бево. – 2004. – 464 с.
3. Шаран Т.Г. Оцінка якості нанесення полімерного покриття на тканину спецодягу робітників металообробних цехів / Т.Г. Шаран // Легка промисловість. – 2012. – № 2 – С. 53–56.
4. Басин В. Е. Адгезионная прочность / В. Е. Басин. – М. : Химия, 1981. – 208 с.
5. Зимон А. Д. Адгезия жидкости и смачивание / А. Д. Зимон – М. : Химия, 1974. – 413 с
6. Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании. ГОСТ 28966.1-91 – [Действующий с 1992-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт)
7. Каталог моделей спецодягу, тканин для спецодягу ТОВ «Чайковский текстиль-Украина» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.tekstil.com.ua/catalogue.php>
8. Каталог тканин для спецодягу, «Моготекс Беларусь» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.mogotex.com.ua/?pages=11>
9. Каталог тканин для спецодягу «Текстайм» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.textime.ru/vendor/brand/1796>
10. Оливовідштовхувальність. Метод визначення стійкості до вуглеводнів (ISO 14419:1998, IDT): ДСТУ ISO 14419:2005. – [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 11 с. – (Національний стандарт України).
11. Берлин А. А. Основы адгезии полимеров / А. А. Берлин, В. Е. Басин. – М. : Химия, 1974. – 391 с.
12. Практикум по физике и химии полимеров / [Аввакумова Н. И., Бударина Л. А., Двигун С. М. и др.] ; Под. ред. Куренкова В.Ф. – М. : Химия, 1990. – 195 с.

References

- 1) Sharan T. G. Pivvyshchennia yakosti spetsodiahu / T. G. Sharan, N. V. Proshyna, Y. I. Shalapko // Zbirnyk materialiv III ukrainsko-polskoi naukovoï konferentsii molodykh vchenykh "Mekhanika ta informatyka" 28–30 kvitnia 2005, pp. 214–216.
- 2) Aheev A.A. Poverkhnostnye yavleniya y dyspersnye systemy v proyzvodstve tekstylnykh materyalov y khymycheskykh volokon / A.A. Aheev, V.A. Volkov – M. : Soviazh Bevo 2004. – 464 p.
- 3) Sharan T. G. Otsinka yakosti nanessenia polimernoho pokryttia na tkanynu spetsodiahu robotnykiv metaloobrobnykh tsekhiv / T. G. Sharan, // Lehka promyslovist 2012, No 2 pp.53–56.
- 4) Basyin V. E. Adhezyonnaia prochnost / V. E. Basyin. – M. : Khymia, 1981. – 208 p.
- 5) Zymon A. D. Adheziya zhydkosty y smachyvanye / A. D. Zymon – M. : Khymia, 1974. – 413 p.
- 6) Kley polymernye. Metod opredelenia prochnosty pry rasslayvaniu. GOST 28966.1-91 – [Deistvuiushchy s 1992-01-01]. – M. : Yzd-vo standartov, 1992. – 6 p. – (Mezhgosudarstvennyi standart)
- 7) Katalog modelei spetsodiahu, tkanyn dlia spetsodiahu TOV «Chaikovskiy tekstyl-Ukrayna» [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.tekstil.com.ua/catalogue.php>
- 8) Katalog tkanyn dlia spetsodiahu, «Mogoteks Belarus» [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.mogotex.com.ua/?pages=11>
- 9) Katalog tkanyn dlia spetsodiahu «Tekstaim» [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.textime.ru/vendor/brand/1796>
- 10) Olyvovidshovkhuvalnist. Metod vyznachennia stiiikosti do vuhlevodniv (ISO 14419:1998, IDT): DSTU ISO 14419:2005. – [Chynnyi vid 2007-01-01]. – K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2007. – 11 p. – (Natsionalnyi standart Ukrainy).
- 11) Berlyn A. A. Osnovy adhezyu polymerov / A. A. Berlyn, V. E. Basyin – M. : Khymia, 1974. – 391 p.
- 12) Praktikum po fizyke y khymuu polymerov / [Avvakumova N. Y., Budaryna L. A., Dvyhun S. M. y dr.]: pod. red. Kurenkova V. F. – M. : Khymia, 1990. – 195 p.

Рецензія/Peer review : 21.5.2013 р.

Надрукована/Printed : 19.6.2013 р.
Рецензент: д.т.н., А.Л. Славінська