

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДГОТОВКИ НА КІНЕТИКУ СОРБЦІЇ ТА СТУПІНЬ ФІКСАЦІЇ АКТИВНИХ БАРВНИКІВ НА БАВОВНЯНОМУ ТРИКОТАЖІ

У статті наведені результати дослідження впливу способу підготовки бавовняного трикотажу на кінетику сорбції та показник ступеня фіксації активних барвників при подальшому фарбуванні. Встановлено, що відварка або біління бавовняного трикотажу індивідуально забезпечує низьку сорбцію активних барвників і, як наслідок, знижені показники їх ступеня фіксації. Базовий та розроблений режими підготовки сприяють отриманню високих показників сорбції та ступеня фіксації активних барвників. Розроблений спосіб підготовки здійснюється при суміщенні відварки та біління і зниженій температурі обробки, що забезпечує економічність розробленої технології.

Ключові слова: бавовняний трикотаж, активні барвники, підготовка, фарбування, сорбція, ступінь фіксації барвника.

O.YA. SEMESHKO, N.S. SKALOZUBOVA

Kherson National Technical University

STUDY OF THE EFFECT OF PREPARATION ON THE SORPTION AND THE DECISION OF THE REACTIVE DYES ON THE COTTON KNITTED FABRIC

The article presents the results of a study of the influence of the method of preparation a cotton knitted fabric on the sorption kinetics and the index of the degree of fixation of reactive dyes upon further dyeing. Cotton knitted fabric was prepared by the method of boiling, bleaching, by sequential boiling and bleaching and according to the combined developed technology of preparation. Dyeing was carried out with reactive bifunctional dyes. The kinetics of sorption and the degree of fixation of the reactive dyes were studied spectrophotometrically by determining the amount of dye in the residual and wash baths. It has been established that boiling or bleaching of cotton knitted fabric individually provides low sorption of reactive dyes and, as a result, reduced indexes of the degree of their fixation. The basic and developed modes of preparation contribute to obtaining high rates of sorption and the degree of fixation of reactive dyes. The developed method of preparation is carried out with the combination of boiling and bleaching and low processing temperature, which ensures the efficiency of the developed technology.

Keywords: cotton knitted fabric, reactive dyes, preparation, dyeing, sorption, degree of dye fixation.

Вступ

На сьогоднішній день в Україні виробництво трикотажних полотен перевищує випуск тканин у 1,3 рази, що викликано підвищеним попитом споживачів на трикотажний одяг для будь-якого сезону [1]. Для пошиття літнього одягу переважно використовують бавовняний трикотаж завдяки його високим гігієнічним властивостям. До якості його опорядження висуваються підвищені вимоги, адже одяг літнього асортименту зазнає впливу світлопогоди, поту, а також частого прання. Тому бавовняні трикотажні полотна для виробів вказаного асортименту підлягають ретельній підготовці для забезпечення високих показників капілярності, фарбуванню активними барвниками, що забезпечують отримання забарвлень з високими показниками стійкості до фізико-хімічних дій, та заключному оздобленню, частіше всього обробці пом'якшувачами [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Процес підготовки бавовняного трикотажу є найбільш технологічно складним, енерговитратним і трудомістким етапом опоряджувального виробництва і складається з операцій відварювання та біління. Відомо [3, 4], що підготовка включає сукупність процесів, що забезпечують видалення з суворого трикотажу природних домішок (головним чином, соскоподібних та барвних речовин) і речовин, нанесених на тканину при їх виготовленні (замаслювачів), з метою надання їм високої капілярності і білизни. У процесі підготовки на текстильні матеріали впливають лужний розчин для відварювання і пероксидні сполуки при білінні за високої температури, що є причиною зниження ступеня полімеризації целюлози і втрати міцності текстильного матеріалу.

Чим в більш м'яких умовах буде здійснюватися підготовка текстильних матеріалів, тим більше збережуться міцність і природні властивості целюлози і тим вищу якість матиме готовий одяг [5–7]. Науково-обґрунтоване суміщення операцій промивання і біління є особливо актуальним при виробництві бавовняних трикотажних полотен високої якості з низькою собівартістю, оскільки процеси відбуваються послідовно на одному і тому ж обладнанні.

У результаті суміщенні процесів промивання і біління не повинно позначитись на якості як відбіленого, так і пофарбованого трикотажу.

Можна стверджувати, що, загалом, якість забарвлення залежить від швидкості дифузії і сорбції барвника, які визначаються фізико-хімічними властивостями волокна [8]. Відомо, [6, 7] що на тканини, яка була максимально очищена від природних і технологічних забруднень, можна отримати чисті і яскраві забарвлення, стійкі до прання, сухого і мокрого тертя.

Формулювання мети дослідження

Відповідно до цього в роботі ставилося завдання вивчити вплив способу підготовки бавовняного

трикотажного полотна на його сорбційну здатність по відношенню до активних барвників і їх ступінь фіксації.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження здійснювалось з використанням бавовняного трикотажного полотна ластичного переплетення 1×1 з поверхневою щільністю 150 г/см^2 .

Відварка трикотажного полотна здійснювалось у розчині, що містить TF-129B (миючий агент) – 2 г/л; Albafluid CD (протизаломлювач) – 0,8 г/л; сода кальцинована – 1,5 г/л при 80°C протягом 20 хв. Після обробки зразки промивали в гарячій і холодній воді та висушували.

Біління проводили у розчині, що містить Ultravalon TC (змочувальний агент) – 1,1 г/л; Albafluid CD (протизаломлювач) – 0,8 г/л; Albalflow FFC-01 (піногасник) – 0,5 г/л; Clarite (стабілізатор пероксиду водню) – 0,4 г/л; пероксид водню 60%-ий – 1,5 г/л; гідроксид натрію – 1,5 г/л. Обробку виконували при 98°C протягом 20 хв. Потім текстильний матеріал промивали в гарячій воді, проводили нейтралізацію пероксиду водню, знову промивали та висушували.

Реалізація суміщеної технології підготовки бавовняного трикотажного полотна здійснювали у розчині, що містить композицію поверхнево-активних речовин (ПАР) – 1,5 г/л; пероксид водню 60-відсотковий – 1,5 г/л; гідроксид натрію – 1,5 г/л. Обробку здійснювали при 80°C протягом 20 хв. Потім текстильний матеріал промивали в гарячій воді, проводили нейтралізацію пероксиду водню, знову промивали та висушували.

Суміщений режим підготовки трикотажного полотна і склад композиції ПАР були розроблені в попередніх роботах [9–11]. Композиція ПАР містить в певному співвідношенні Ultravon TC в якості змочувача, Albafluid CD – протизаломлювача, Albalflow FFC-01 – піногасника і Оксіпав А1214С.50 в якості миючої речовини.

У роботі були використані текстильно-допоміжні речовини Ultravalon TC, Albafluid CD, Albalflow FFC-01, Clarite виробництва «Huntsman NMG», а Оксіпав А1214С.50 – ТОВ НВО «НИИ ПАВ».

Фарбування бавовняного трикотажного полотна здійснювалось активними біфункціональними барвниками Bezaktiv Cosmos S-C: Rot і Blue («Bezema») способом вибирання при модулі ванни $M=50$. Фарбувальний розчин містив 1% барвника, 30 г/л NaCl та 15 г/л Na_2CO_3 .

Фарбування проводили протягом 100 хв. при температурі 60°C . Кінетику сорбції активних барвників визначали шляхом колориметрування залишкових ванн через певні проміжки часу на фотоколориметрі ФЕК-2.

Після фарбування протягом 100 хв. зразки промивали в холодній та гарячій воді, киплячому мильному розчині, гарячій та холодній воді і висушувались.

Визначення ступеня фіксації барвника здійснювали на підставі спектрофотометричного аналізу вихідного фарбувального та залишкового після фарбування розчинів і промивних ванн. Ступінь фіксації вираховували за формулою:

$$C\Phi = 100 - \frac{D_{\text{зал}} + \sum D_{\text{пр}}}{D_{\text{вих}}} \cdot 100, \quad (1)$$

де $D_{\text{зал}}$ – оптична щільність залишкового розчину після фарбування;
 $D_{\text{пр}}$ – оптична щільність промивного розчину;
 $D_{\text{вих}}$ – оптична щільність вихідного фарбувального розчину [12].

Результати дослідження та їх обговорення

Зразки бавовняного трикотажного полотна були підготовані за наступними технологіями: 1) відварка; 2) біління; 3) послідовна відварка та біління – базова технологія підготовки; 4) суміщений режим відварки та біління – розроблена технологія.

На рис. 1 наведені результати визначення кінетики сорбції досліджуваних активних барвників отриманими зразками трикотажного полотна.

Кінетичні криві сорбції біфункціональних активних барвників Bezaktiv Cosmos Rot S-C та Bezaktiv Cosmos Blue S-C показують, що спосіб підготовки впливає на кількість сорбованого трикотажним полотном барвника. Найменші показники сорбції досліджуваних барвників спостерігаються для зразків трикотажу, що був підготований способом відварки та біління і максимально складає для Bezaktiv Cosmos Rot S-C 6,8-7,4 г/кг, для Bezaktiv Cosmos Blue S-C – 5,6-5,7 г/кг.

Зразки, що були підготовані за двостадійною базовою технологією та за суміщеним розробленим режимом демонструють високі показники сорбції активних барвників. Для зразків, підготовлених за базовою технологією, сорбція складає 9,55-9,66 г/кг, а за суміщеним розробленим режимом досягаються дещо вищі показники: 9,69-9,68 г/кг.

Зважаючи на те, що активні барвники хімічно зв'язуються з целюлозою бавовняного трикотажу, в багатьох випадках сорбція барвника ще не означає його хімічну реакцію з волокном. Ступінь фіксації активних барвників на текстильних матеріалах залежить від умов проведення процесу фарбування, властивостей барвника, вмісту в технічному барвнику гідролізованої форми, що не здатна вступати у хімічну взаємодію з целюлозою, та від властивостей текстильного матеріалу [12].

Далі у роботі було визначено показники ступеня фіксації активних барвників для трикотажу, підготовленого за різними технологіями (рис. 2).

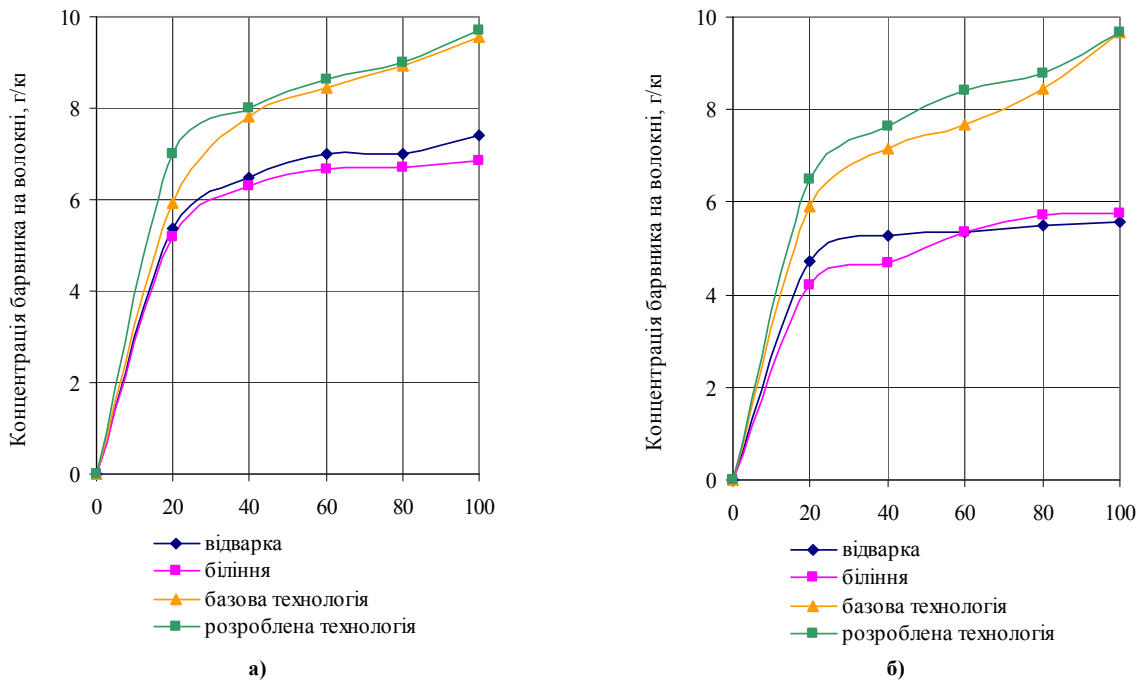


Рис. 1. Залежність кінетики сорбції активних барвників від способу підготовки бавовняного трикотажу: а) Bezaktiv Cosmos Rot S-C; б) Bezaktiv Cosmos Blue S-C.

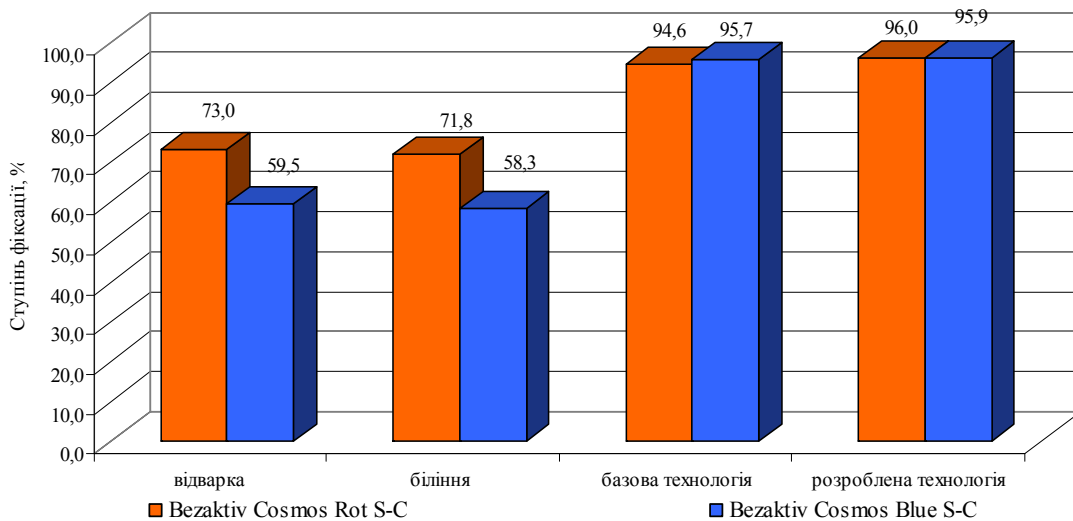


Рис. 2. Залежність ступеня фіксації активних барвників від способу підготовки бавовняного трикотажу

Результати, представлені на діаграмі рис. 2, показують, що спосіб підготовки впливає на ступінь фіксації досліджуваних активних барвників. Найнижчий ступінь фіксації досягається при фарбуванні зразків трикотажу після відварки та біління і складає 58,3–73,0%. Після підготовки за базовою та розробленою технологіями спостерігається високий показник ступеня фіксації активних барвників бавовняним трикотажом – 94,6–96,0%. Це можна пояснити тим, що після підготовки текстильного матеріалу за вказаними технологіями найбільш повно видаляються природні супутні речовини бавовни та технологічні забруднення, що призводить до високої сорбційної здатності бавовняного трикотажу (рис. 1) та, як наслідок, до підвищення ступеня фіксації активних барвників.

Слід зазначити, що сорбція активних барвників та показники ступеня фіксації для зразків бавовняного трикотажу, що були підготовані за базовим та розробленим режимами знаходять приблизно на одному рівні. Однак вказані показники для трикотажу, обробленому за розробленою технологією підготовки, досягаються при суміщенні відварки і біління та зниженні температури зі 100 до 80°C, що позитивно позначиться на собівартості продукції. Ефективність розробленої технології підготовки бавовняного трикотажу пояснюються застосуванням вискоелективної композиції ПАР.

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що технологія підготовки впливає на кінетику сорбції та ступінь фіксації активних барвників бавовняним трикотажним полотном. Визначено, що відварка або біління бавовняного трикотажу індивідуально забезпечує низьку сорбцію активних барвників і, як наслідок, знижені показники їх ступеня фіксації 58,3–73,0%. Високі показники сорбції та фіксації досліджуваних активних барвників спостерігаються для бавовняного трикотажного полотна, обробленого за

базовим та розробленим режимами. Розроблений спосіб підготовки має переваги в порівнянні з базовим, що полягають у суміщенні відварки та біління і зниженні температури обробки зі 100 до 80°C, що забезпечує економічність розробленої технології.

Література

1. Українська асоціація підприємств легкої промисловості [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://ukrlegprom.org.ua/news/informatsiya-pro-vseukrainskiy-z_izd-legkoi-promislovosti/-/](http://ukrlegprom.org.ua/news/informatsiya-pro-vseukrainskiy-z_izd-legkoi-promislovosti/).
2. Чешкова А.В. Химические технологии и оборудование трикотажного отделочного производства / А.В. Чешкова. – Иваново : Иван. гос. хим.-технол., 2008. – 113 с.
3. Shao J. Cold pad-batch bleaching of cotton fabrics with a TAED/H₂O₂ activating system / J. Shao, Y. Huang, Z. Wang, J. Liu // *Coloration Technology*. – 2010. – Vol. 126(2). – P. 103–108. – doi: 10.1111/j.1478-4408.2010.00234-x.
4. Tzanov T. Bio-preparation of cotton fabrics / T. Tzanov, M. Calafell, G.M. Guebitz, A. Cavaco-Paulo // *Enzyme and Microbial Technology*. – 2001. – Vol. 29(6-7). – P. 357–362. – doi: 10.1016/s0141-0229(01)00388-x.
5. Hartzell M.M. Enzymatic Scouring to Improve Cotton Fabric Wettability / M.M. Hartzell, Y.-L. Hsieh // *Textile Research Journal*. – 1998. – Vol. 68(4). – P. 233–241. – doi: 10.1177/004051759806800401.
6. Prabakaran M. Study on ozone bleaching of cotton fabric – process optimisation, dyeing and finishing properties / M. Prabakaran, J.V. Rao // *Coloration Technology*. – 2001. – Vol. 117(2). – P. 98–103. – doi: 10.1111/j.1478-4408.2001.tb00342.x.
7. Hashem M. Pre-cationization of cotton fabrics: An effective alternative tool for activation of hydrogen peroxide bleaching process / M. Hashem, M. El-Bisi, S. Sharaf, R. Refaie // *Carbohydrate Polymers*. – 2010. – Vol. 79(3). – P. 533–540. – doi: 10.1016/j.carbpol.2009.08.038.
8. Ali S. Integrated desizingbleachingereactive dyeing process for cotton towel using glucose oxidase enzyme / S. Ali, Z. Khatri, A. Khatri, A. Tanwari // *Journal of Cleaner Production*. – 2014. – Vol. 66. – P. 562–567. – doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.035.
9. Skalozubova N. Designing a composition formulation of surface active substances for the pretreatment of knitted fabric / N. Skalozubova, A. Kunik, O. Semeshko, Yu. Saribeykova, S. Myasnykov // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology organic and inorganic substances*. – 2016. – Vol. 4/6(82). – P. 29–36. – doi: 10.15587/1729-4061.2016.75027.
10. Патент №115669 UA. МПК D06M 9/04 (2006/01). Композиція поверхнево-активних речовин для підготовки бавовняного трикотажного полотна / Н.С. Скалозубова, О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарібєкова (Україна). – № у 2016 10932. – Заявл. 31.10.2016 ; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 8. – 4 с.
11. Semeshko O. Optimization of preparation technology of a cotton knitted fabric by the method of mathematical planning / O. Semeshko, T. Asulyuk, Yu. Saribeykova // *Proceedings of 2th International Conference [«EastWest Chemistry Conference»]*, (Lviv, October 10–12, 2018). – Lviv Polytechnic National University, 2018. – P. 186.
12. Отделка хлопчатобумажных тканей : в 2 ч. Ч. 1. Технология и ассортимент хлопчатобумажных тканей / [под ред. Б.Н. Мельникова]. – М. : Легкомбытгиздат, 1991. – 432 с.

References

1. Ukrainska asotsiatsiia pidpriemstv lehkoi promyslovosti [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : [http://ukrlegprom.org.ua/news/informatsiya-pro-vseukrainskiy-z_izd-legkoi-promislovosti/-/](http://ukrlegprom.org.ua/news/informatsiya-pro-vseukrainskiy-z_izd-legkoi-promislovosti/).
2. Cheshkova A.V. Himicheskie tehnologii i oborudovanie trikotazhnogo odelochnogo proizvodstva / A.V. Cheshkova. – Ivanovo : Ivan. gos. him.-tehnol., 2008. – 113 s.
3. Shao J. Cold pad-batch bleaching of cotton fabrics with a TAED/H₂O₂ activating system / J. Shao, Y. Huang, Z. Wang, J. Liu // *Coloration Technology*. – 2010. – Vol. 126(2). – P. 103–108. – doi: 10.1111/j.1478-4408.2010.00234-x.
4. Tzanov T. Bio-preparation of cotton fabrics / T. Tzanov, M. Calafell, G.M. Guebitz, A. Cavaco-Paulo // *Enzyme and Microbial Technology*. – 2001. – Vol. 29(6-7). – P. 357–362. – doi: 10.1016/s0141-0229(01)00388-x.
5. Hartzell M.M. Enzymatic Scouring to Improve Cotton Fabric Wettability / M.M. Hartzell, Y.-L. Hsieh // *Textile Research Journal*. – 1998. – Vol. 68(4). – P. 233–241. – doi: 10.1177/004051759806800401.
6. Prabakaran M. Study on ozone bleaching of cotton fabric – process optimisation, dyeing and finishing properties / M. Prabakaran, J.V. Rao // *Coloration Technology*. – 2001. – Vol. 117(2). – P. 98–103. – doi: 10.1111/j.1478-4408.2001.tb00342.x.
7. Hashem M. Pre-cationization of cotton fabrics: An effective alternative tool for activation of hydrogen peroxide bleaching process / M. Hashem, M. El-Bisi, S. Sharaf, R. Refaie // *Carbohydrate Polymers*. – 2010. – Vol. 79(3). – P. 533–540. – doi: 10.1016/j.carbpol.2009.08.038.
8. Ali S. Integrated desizingbleachingereactive dyeing process for cotton towel using glucose oxidase enzyme / S. Ali, Z. Khatri, A. Khatri, A. Tanwari // *Journal of Cleaner Production*. – 2014. – Vol. 66. – P. 562–567. – doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.035.
9. Skalozubova N. Designing a composition formulation of surface active substances for the pretreatment of knitted fabric / N. Skalozubova, A. Kunik, O. Semeshko, Yu. Saribeykova, S. Myasnykov // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology organic and inorganic substances*. – 2016. – Vol. 4/6(82). – P. 29–36. – doi: 10.15587/1729-4061.2016.75027.
10. Patent №115669 UA. МПК D06M 9/04 (2006/01). Kompozitsiia poverkhnevo-aktivnykh rehovyn dla pidhotovky bavovnianoho trykotazhnogo polotna / N.S. Skalozubova, O.Ia. Semeshko, Yu.H. Saribiekova (Ukraina). – № у 2016 10932. – Zaiavl. 31.10.2016 ; opubl. 25.04.2017, Biul. № 8. – 4 s.
11. Semeshko O. Optimization of preparation technology of a cotton knitted fabric by the method of mathematical planning / O. Semeshko, T. Asulyuk, Yu. Saribeykova // *Proceedings of 2th International Conference [«EastWest Chemistry Conference»]*, (Lviv, October 10–12, 2018). – Lviv Polytechnic National University, 2018. – P. 186.
12. Otdelka hlochatobumazhnykh tkanej : v 2 ch. Ch. 1. Tehnologija i assortiment hlochatobumazhnykh tkanej / [pod red. B.N. Mel'nikova]. – M. : Legkombytizdat, 1991. – 432 s.