

УДК 661.195.1:677.826

ВПЛИВ КОЛОЇДНО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНО ДОПОМІЖНИХ РЕЧОВИН НА ПРОЦЕС БІЛІННЯ БАВОВНЯНИХ ТКАНИН

О.Я. Березюк

Здобувач, викладач

Кафедра хімії*

Контактний тел.: 097-340-47-94

E-mail: ksjuha_o@mail.ru

О.І. Кулаков

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра хімічної технології*

Контактний тел.: 050-994-85-62

*Хмельницький національний університет

вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29000

В статті викладені результати роботи по дослідженню впливу колоїдно-хімічних властивостей текстильно-допоміжних речовин на результати біління бавовняних тканин просочувально-накатним способом

Ключові слова: бавовняна тканина, змочуваність, білість, поверхневий натяг, солюбілізація, емульгування, капілярність, втрата міцності

В статье изложены результаты работы по исследованию влияния коллоидно-химических свойств текстильно-вспомогательных веществ на результаты беления хлопчатобумажных тканей пропиточно-накатным методом

Ключевые слова: хлопчатобумажная ткань, смачивание, белизна, поверхностное натяжение, солюбилизация, эмульгирование, капиллярность

The article presents the results of work on the influence of colloid-chemical properties of textile auxiliary substances on the results of bleaching of cotton fabric impregnating rolling method

Key words: cotton fabric, moistening, whiteness, surface-tension, solubilization, emulsification, capillarity, loss of strength

Вступ

Постановка проблеми. Класична технологія підготовки тканин із целюлозних волокон включає кілька процесів: розсліхтування, відварювання і біління. Усі ці процеси є високотемпературними тобто енерговитратними [1–2]. При застосуванні просочувально-накатного способу біління (холодного способу) ці процеси суміщаються в одному і проводяться у нормальних умовах. Як відомо, будь-який хіміко-технологічний процес складається із трьох стадій: стадії підведення вихідних речовин у зону реакції, стадії хімічного перетворення і стадії відведення продуктів реакції із зони реакції. Високотемпературні процеси протікають, мабуть у кінетичній області і дифузійні явища незначно впливають на їх швидкість. Для низькотемпературного процесу, яким є просочувально-накатний спосіб біління, зростає роль першої і третьої стадій, а саме дифузійних явищ, у яких приймають участь компоненти композицій для біління бавовняних тканин. Метою даної роботи є дослідження впливу колоїдно-хімічних властивостей текстильно-допоміжних

речовин на низькотемпературний процес біління бавовняних тканин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій в області біління бавовняних тканин показує, що в основному розглядається хімізм протікання процесу, а не процес у цілому [3–8]. Технологічний процес біління тканин є гетерогенним і проходить у водному середовищі. При цьому велику роль грають колоїдно-хімічні властивості розчину, наприклад, змочуваність сухої тканини. Пухирці повітря, які знаходяться у порах волокон перешкоджають змочуванню тому, що початковий високий натяг є природною перешкодою для змочування і доставляння необхідних реагентів у зону реакції. Звичайно, необхідно визначений час для того, щоб при зануренні у рідину тканини пухирці повітря видалялись і відкривали шлях для проникнення рідини. Серед факторів, поряд із змочуванням на швидкість гетерогенного процесу впливає також

реакційна здатність активних груп волокна і їх доступність. Велику роль для інтенсифікації цих процесів грають текстильно-допоміжні речовини поряд з іншими факторами – концентрацією лугу, пероксиду водню, тривалості процесу тощо. В літературі відсутні систематизовані дані про вплив колоїдно-хімічних властивостей ТДР на процес біління бавовняних тканин просочувально-накатним способом, тому проведення даного дослідження є актуальним.

Виклад основного матеріалу

Сурові тканини із целюлозних волокон (бавовна, льон) внаслідок наявності на них природних низькомолекулярних і високомолекулярних речовин та забруднень, які наносяться на волокно і пряжу в процесах прядіння і ткацтва, погано змочуються. Природно, що такі матеріали погано піддаються фарбуванню або друкуванню, і на них практично неможливо отримати яскраві, рівномірні і міцні забарвлення. Сурові тканини із інших волокон, наприклад, тканини із вовни містять залишки жирових і потових речовин, замаслювачів, целюлозних домішок, на тканинах із хімічних волокон знаходиться шліхта, різні замаслювачі, емульсори, необхідні при переробці його в пряжу та тканини. Усі ці речовини легко видаляються, тому процес підготовки тканин із хімічних волокон простий і менш трудомісткий, чим аналогічні процеси для текстильних матеріалів із целюлозних волокон. Отже, найбільш складними є технології підготовки для текстильних матеріалів із целюлозних волокон. Основна задача полягає у даному випадку, щоб зруйнувати і видалити із целюлозних волокон ті природні речовини, які присутні на целюлозі та які були нанесені на вироби в процесі виробництва. Кінцевою метою усіх процесів, які складають повний цикл підготовки, є надання волокну високої сталої капілярності і білості. Вирішальну роль при цьому грають змочування, емульгування, диспергування та біління. Технології опорядження підготовлених текстильних матеріалів (фарбування, друкування, заключна обробка) пов'язані з процесами змочування, емульгування та миття [9–11].

Застосування текстильно-допоміжних речовин на основі сучасних ПАР дозволяє інтенсифікувати процеси підготовки і опорядження. Правильний вибір ПАР для створення препаратів неможливий без знання їх властивостей, які можуть значно змінюватись. Змочувачі і емульгатори – це ПАР, які мають дифільну будову, тобто які мають гідрофільну і гідрофобні групи. За рахунок модифікації їх структури вони набувають таких властивостей, які необхідні для змочувачів, емульгаторів та мийних засобів. На стадіях розшліхтування, відварювання, біління, просочувального фарбування необхідна висока змочувальна здатність препаратів. Здатність до емульгування і солюбілізації мають велике значення при підготовці. Із усіх природних супутників целюлози найбільш гідрофобними речовинами є воскоподібні речовини, які неможливо видалити із волокна шляхом руйнування або переведення в нові водорозчинні з'єднання. Очистити бавовняне волокно від воскоподібних речовин при підготовці можливо тільки шляхом емульгування.

Препарати на основі ПАР за структурою повинні мати спорідненість як до емульсованих воскоподібних речовин, так і до води. Ця рівновага в молекулі визначається гідрофільно-ліпофільним балансом (ГЛБ), який визначає співвідношення молекулярних мас гідрофільних і гідрофобних груп. У випадку, якщо необхідно емульгувати відому суміш воскоподібних речовин або жирів, тоді потрібно застосовувати композиції ПАР. В процесах фарбування, друкування і заключної обробки використовуються змочувачі та мийні засоби. Таким чином, в процесах підготовки та опорядження текстильних матеріалів препарати повинні володіти властивостями змочувачів, емульгаторів, диспергаторів, солюбілізаторів та мийних засобів.

Нами розроблені склади текстильно-допоміжних речовин нового покоління на основі сучасних ПАР для біління бавовняних тканин. Застосування подібних ТДР є одним із перспективних напрямлень зниження непродуктивних витрат пероксиду водню, так як вони володіють комплексом властивостей, які забезпечують високу ефективність біління бавовняних тканин. ТДР володіють властивостями змочувача, стабілізатора пероксиду водню, диспергатора, емульгатора і гідротропа. Такі ТДР можна назвати композиційними інтенсифікаторами просочувально-накатного способу біління бавовняних тканин. Синергічну дію композиційних інтенсифікаторів визначали шляхом ефективності змочування, капілярності і білості бавовняних тканин. Стабільність розчинів пероксиду водню у присутності інтенсифікатора була вивчена раніше, тому нас цікавили питання впливу колоїдно-хімічних властивостей на процес біління бавовняних тканин. Змочування текстильних матеріалів передуює просочуванню і опорядженню [12]. При нанесенні краплі рідини на плоску тверду поверхню, вона в окремих випадках розтікається по поверхні, а в інших – утворює краплю визначеної конфігурації. В умовах рівноваги форма краплі визначається балансом сил, які діють в її меніску і які можна визначити з рівняння Юнга [12]:

$$\sigma_{\text{pr}} \cos \theta = \sigma_{\text{tr}} - \sigma_{\text{tp}} \quad (1)$$

Відомо, що змочувачі знижують поверхневий натяг води на границі розподілу фаз по відношенню до субстрату. Наслідком цього є швидке його змочування і рідина легко проникає в капіляри субстрату. Особливо висока змочувальна здатність необхідна при обробці сурових текстильних матеріалів. Для розробки ефективних змочувачів необхідно вибрати такі критерії ефективності, які б легко підлягали оцінці і давали відтворювані результати. Процес змочування є процесом, який протікає самовільно із виграшем вільної поверхневої енергії, яку можна оцінити як роботу адгезії:

$$\begin{aligned} W_a &= \sigma_{\text{pr}} + \sigma_{\text{tp}} - \sigma_{\text{tr}}, \\ \text{або} \\ W_a &= \sigma_{\text{pr}} (1 + \cos \theta), \end{aligned} \quad (2)$$

де θ - кут змочування поверхні, град.

Термодинамічно умова розтікання рідини «А» по іншій рідині або твердому тілу «В» описується коефіцієнтом розтікання Гаркінса [13]:

$$S_{A/B} = \sigma_B - \sigma_A - \sigma_{AB} > 0,$$

або

$$\sigma_B > \sigma_A + \sigma_{AB},$$

де σ_A, σ_B і σ_{AB} – відповідно поверхневий і міжфазний натяг фаз, які контактують.

Для твердої поверхні S_{AB} можна виразити через кут змочування θ :

$$S_{AB} = \sigma (\cos\theta - 1) \tag{4}$$

Умова розтікання витікає також з рівняння Юнга: крайовий кут змочування не утворюється якщо $(\sigma_{TG} - \sigma_{TR}) / \sigma_{PG}$. Іншим критерієм розтікання, який легко піддається оцінці для гідрофобних поверхонь, у тому числі і твердих тіл, є тиск розтікання рідини π_e :

$$\pi_e = \sigma_A - \sigma_B \tag{5}$$

Згідно В.Д. Гаркінсу [13] в залежності від рівноважності системи S_{AB} і π можуть бути початковими, напівпочатковими і кінцевими. В умовах повного розтікання ($S_{AB} > 0, \pi_e > 0$) вже саме собою розуміється нерівноважність стану, тому не слід використовувати в таких системах рівняння (1), яке описує рівновагу сил на границі трьохфазного контакту. Якщо кут $\theta > 0$, то рідина розтікається в краплю обмежених розмірів, які залежать від її маси і співвідношення натягів. При $\theta = 0$ ($\cos\theta = 1$), то в залежності від балансу сил міжмолекулярної взаємодії рідини і субстрату може утворюватись моношар або тонка полімолекулярна плівка.

Оцінку ефективності поверхнево-активних речовин та їх сумішей в якості змочувачів проводять по відношенню до гладких гідрофобних поверхонь таких як парафін, поліамід, поліефір або тефлон. Ізотерми змочування надають у вигляді: $\theta = f(C), \cos\theta = f(C), \cos\theta = f(\sigma_{PG})$ тощо [12].

Ряд інших авторів пропонують змочувальну здатність ПАР оцінювати за наступними показниками: роботою змочування $W_{зм} = \sigma_{ККМ}^{PR} \cdot \cos\theta_{ККМ}$; концентрацією, при якій встановлюється постійний кут змочування $\Delta\cos\theta / \Delta\sigma$; зміною гідрофільно-ліпофільних властивостей поверхні за рахунок адсорбції ПАР [13–14]. Узагальнюючи показники, можна сказати, що ефективність змочувачів характеризується граничною величиною кута змочування θ , який досягається на даній поверхні, концентрацією ПАР і низьким значенням поверхневого натягу σ_{PG} .

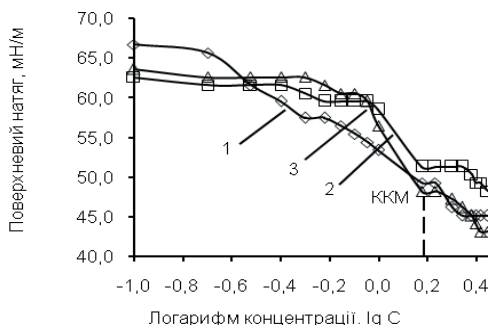


Рис. 1. Залежність поверхневого натягу від логарифму концентрації композицій: 1 – композ. №1; 2 – композ. №2; 3 – композ. №3

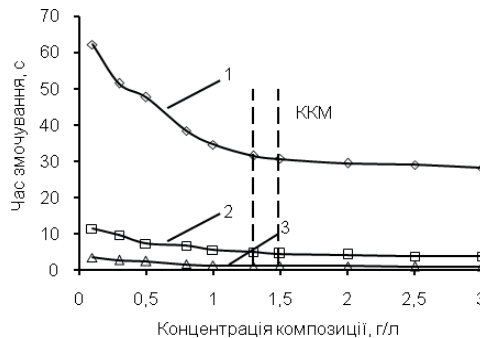


Рис. 2. Залежність часу змочування тканини від концентрації композиції №1: 1 – при 20 °С; 2 – при 60 °С; 3 – при 80 °С

Поверхневий натяг розчинів ТДР вимірювали методом максимального тиску у пухирці повітря на приладі Ребіндера. Графічно із залежностей $\sigma - \lg C$ знайдені величини ККМ. Кути змочування θ визначали методом проектування краплі нанесеної на парафінову поверхню. Для сурової бавовняної тканини здатність до змочування розчинів зручно оцінювати за часом змочування зразків. В роботі використовували бязь сурову арт. 40-09/164. Для визначення часу змочування вирізали із тканини кружки діаметром 3 см, витримували їх при нормальних умовах на протязі 24 год і досліджували час змочування при різних концентраціях і температурах. Інші показники визначали згідно методик [13–15].

Як видно із рис. 1, розроблені склади ТДР для біління бавовняних тканин мають практично однакові значення у межах від 1,3 до 1,5 г/л. Значення ККМ інформує відносно кількісних витрат ТДР для досягнення необхідних ефектів, тобто якісну білість можна отримати при концентрації від 1,5 г/л і вище. Крім того, ефективною мірою ефективності ТДР є концентрація, яка потрібна для зниження поверхневого натягу на 20 мН/м [16].

У табл. 1 представлені колоїдно-хімічні властивості водних розчинів композицій для біління бавовняних тканин. Як видно з табл. 1, зниження поверхневого натягу у точці ККМ для композицій перевищує 20 мН/м і лежить у межах від 21,45 до 25,45 мН/м.

Крім того, композиції мають високу здатність до диспергування і солюбілізації, що можна порівняти із ПАР синтанол ДС-10, який широко застосовується в текстильній промисловості у якості змочувача, диспергатора, емульгатора і мийної речовини [17]. Поряд із колоїдно-хімічними властивостями композицій було досліджено деякі технологічні властивості.

На рис. 2 показано залежність часу змочування сурової бязі розчинами композиції №1 від концентрації і температури. Як видно із рис. 2, із зростанням концентрації час змочування тканини зменшується і приймає мінімально постійне значення у точці ККМ. Особливо час змочування залежить від температури і при температурі 80 °С складає кілька секунд. Це дуже важливо для швидкого доставляння компонентів композиції до волокна. Усі композиції характеризуються низькою роботою змочування і здатністю до піноутворення. Робочими концентраціями для композицій повинні бути

концентрації, які трохи перевищують значення ККМ, тобто в межах від 1,5 до 2,0 г/л [11].

Таблиця 1

Колоїдно-хімічні властивості водних розчинів композицій для біління бавовняних тканин

Показник	Назва композиції		
	композиція №1	композиція №2	композиція №3
Концентрація композиції при ККМ $C_{\text{ККМ}}$, г/л	1,40	1,40	1,40
Поверхневий натяг при ККМ $\sigma_{\text{ККМ}}$ (20?), мН/м	49,30	51,30	48,30
Зниження натягу $\Delta\sigma = \sigma_{\text{H}_2\text{O}} - \sigma_{\text{ККМ}}$	25,45	21,45	24,45
Здатність до диспергування $\Delta\sigma / C_{\text{ККМ}}$	18,18	15,32	17,46
Кут змочування при ККМ $\theta_{\text{ККМ}}$, град	36,50	36,4	37,8
Косинус кута змочування $\cos\theta_{\text{ККМ}}$	0,8141	0,8021	0,7898
$\Delta\cos\theta = \cos\theta_{\text{ККМ}} - \cos\theta_{\text{H}_2\text{O}}$	0,7012	0,6892	0,6769
$\Delta\cos\theta / \Delta\sigma$	0,0276	0,0323	0,0266
$\Delta\cos\theta / C_{\text{ККМ}}$	0,5008	0,4923	0,4835
Робота змочування при ККМ $W_{\text{зм}} = \sigma_{\text{ККМ}}^{\text{рГ}} \cdot \cos\theta_{\text{ККМ}}$	40,14	40,05	38,15
Солюбілізація барвника (судан III) $S_{\text{барв}}$, мг/л	1,12	1,03	0,96
Здатність до піноутворення (при ККМ) H_0 , мм	26	34	32

Кінцевою метою біління сурових тканин є отримання високої капілярності і білості. Капілярність залежить від діаметра окремих капілярів. В тканинах такими капілярами служать мілкі пори між елементами, які складають тканину.

У структурі тканини розрізняють три види пор:

1) наскрізні пори або просвіти, які утворюються в тканині із-за нещільного прилягання ниток один до одного;

2) пори, які знаходяться на поверхні тканини утку;

3) пори, які знаходяться у нитках і утворені повітряними проміжками між окремими волокнами.

Вода по наскрізним порам і порам, які знаходяться на поверхні тканини із-за малої протяжності і великого діаметру підніматись не може.

Таким чином, суттєвим значенням для надання капілярності тканині є очистка пор третього виду від різних домішок, які притаманні бавовняним волокнам. У суровій тканині при наявності цих домішок капілярність відсутня. Нами досліджені різні варіанти застосування розроблених складів ТДР для просочувально-накатного способу біління бавовняних тканин, однак найбільш ефективним варіантом застосування ТДР у просочувально-накатному способу біління бавовняних тканин є двохстадійний спосіб просочення бавовняної тканини: спочатку просочення розчином ТДР, який грає роль мийної ванни при температурі від 60 до 80 °С, віджимання,

просочення композицією для біління при 20 °С, віджимання і вилежування 24 год. Застосування підвищеної температури при короткочасному просоченні сурової тканини на протязі кількох хвилин дозволяє різко підвищити ефективність процесу біління. З підвищенням температури зменшується зв'язок забруднень і супутніх речовин з поверхнею волокна (особливо для воскоподібних речовин), прискорюються дифузійні і ресорбційні процеси усередині волокна так як знижується поверхневий натяг мийного розчину.

При першому просоченні видаляється більшість забруднень і супутніх речовин у мийну ванну і при другому просоченні розчином для біління для ефективного проведення процесу потрібні менші концентрації реагентів, особливо пероксиду водню. Результати біління бязі арт. 40-09/164 просочувально-накатним способом біління із використанням двохстадійного способу просочення представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Результати підготовки і біління з використанням розроблених складів композицій

Композиція	Тканина артикул	Обробка композицією		Біління	
		капілярність, мм	ступінь розшліхтув., %	білість, %	втрата міцності, %
композиція №1	бязь, арт. 40-09/164	100/145*	61,3	84	6,2
композиція №2	бязь, арт. 40-09/164	110/152	62,4	84	6,3
композиція №3	бязь, арт. 40-09/164	114/156	67,3	85	6,1

* В чисельнику дробу – капілярність після обробки композицією, у знаменнику – після біління

Як видно із табл. 2, вибілена бязь арт. 40-09/164 має високі показники по капілярності і білості. При тому, втрата міцності білої тканини не перевищують 6,3 %.

Висновки

За результатами роботи можна зробити наступні висновки:

1. Вивчено колоїдно-хімічні властивості розроблених складів ТДР для інтенсифікації просочувально-накатного способу біління бавовняних тканин. Показано, що усі склади ТДР можна рекомендувати для біління, однак найкращі результати як інтенсифікатор показала композиція №3.

2. Встановлено, що найбільш ефективним варіантом застосування ТДР у просочувально-накатному способу біління бавовняних тканин є двохстадійний спосіб просочення бавовняної тканини: спочатку просочення розчином ТДР при температурі від 60 до 80 °С, віджимання, просочення композицією для біління при 20 °С, віджимання і вилежування 24 год.

Література

1. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов : учебник для вузов / Г. Е. Кричевский, М. В. Корчагин, А. В. Сенахов. – М. : Легпромбытиздат, 1985. – 640 с.
2. Мельников Б. Н. Роль текстильных вспомогательных веществ. Прогресс текстильной химии и технологии / Б. Н. Мельников // Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева. – 2002. – т. XLVI. – № 1. – С. 9–19.
3. Атаханов А. А. Новые малосиликатные стабилизирующие системы для пероксидного беления хлопкового волокна / А. А. Атаханов [и др.] // Химия растительного сырья. – 2004. – № 4. – С. 5–9.
4. Шибашова С. Ю. Интенсификация пероксидного беления целлюлозосодержащих материалов / С. Ю. Шибашова // Достижения текстильной химии – в производство : материалы междунар. науч.-техн. конф. «Текстильная химия – 2008», (Иваново, 9–11 декабря 2008 г.). – Иваново : ИГТА, 2008. – С. 148.
5. Кулигин М. Л. Совершенствование ресурсосберегающей технологии подготовки хлопчатобумажных тканей холодным способом / М. Л. Кулигин, В. А. Евдокимова // Проблемы легкой и текстильной пром-ти Украины. – 2008. - № 1(14). – С. 171.
6. Барановский В. И. Оценка влияния нетрадиционных технологий подготовки хлопчатобумажных тканей на цветовые характеристики окрасок при печатании активными красителями / В. И. Барановский, Ибрагим Хан, О. П. Сумская // Проблемы легкой и текстильной пром-ти Украины. – 2000. – № 4. – С. 54–57.
7. Поліщук С. А. Сучасні технології остаточної обробки текстильних матеріалів, що забезпечують їх конкурентоспроможність / С. А. Поліщук, Н. І. Ксенжук, В. І. Барановський // Легка промисловість. – 2003. – № 1. – С. 56–57.
8. Ксенжук Н. І. Нові економічні і екологічні вирішення у технології підготовки бавовняних тканин / Н. І. Ксенжук, В. І. Барановський, С. А. Поліщук // Легка промисловість. – 2003. – № 2. – С. 55.
9. Сафонов В. В. Современные направления в химической технологии текстильных материалов / В. В. Сафонов // Текстильная промышленность. – 2002. - № 4. – С. 21–23.
10. Б. Н. Мельников. Физико-химические основы процессов отделочного производства: учеб. пособие для вузов / Б.Н. Мельников, Т. Д. Захарова, М. Н. Кириллова. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 280 с
11. Достижения в области интенсификации процессов предварительной подготовки хлопчатобумажных тканей к крашению и печати / Л. С. Ковальчук, В. С. Жолобова, И. Х. Раскина [и др.]. М. : ЦНИИТЭИлегпром (серия « Хлопчатобумажная промышленность»). – 1977. – № 5. – 32 с.
12. Зимон А. Д. Адгезия жидкостей и смачивание / А. Д. Зимон. – М. : Химия, 1974. – 416 с.
13. Ланге К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ и применение / К. Р. Ланге. – М. : Профессия, 2005. – 239 с.
14. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества : справочник / А. А. Абрамзон [и др.] ; по ред. А. А. Абрамзона и Г. М. Гаевого. – М. : Химия, 1979. – 376 с.
15. Новорядовская Т. С. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов : учеб. пособие для вузов / Т. С. Новорядовская [и др.] ; под общ. ред. Г. Е. Кричевского. – М. : Высшая школа, 1994. – 397 с.
16. Плетнев М. Ю. Косметико-гигиенические моющие ср.-ва / М. Ю. Плетнев. – М. : Химия, 1990. – 272 с.
17. Текстильно-вспомогательные вещества : каталог / НИИТЭХИМ. – Черкассы, 1980. – 168 с.