

**Семешко О.Я.**

Херсонський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ АКТИВНИХ БАРВНИКІВ НА СВІТЛОСТІЙКІСТЬ ЗАБАРВЛЕНЬ БАВОВНЯНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

*У статті визначено вплив концентрації активних барвників на стійкість до дії світла забарвлень бавовняного трикотажного полотна шляхом дослідження кінетики вигорання. Встановлено, що концентрація барвників впливає на їх агрегатний стан на текстильному матеріалі та стійкість забарвлень до дії світла. Доведено, що зі збільшенням концентрації барвників на текстильному матеріалі світлостійкість забарвлень зростає.*

**Ключові слова:** світлостійкість, вигорання, фарбування, активні барвники, бавовняний трикотаж.

**Постановка проблеми.** Забарвлені текстильні матеріали містять різну кількість барвника, яка задається необхідною інтенсивністю кольору забарвлення. Під час створення стандартів світлостійкості [1] обов'язково зазначається стандартна концентрація барвника, для якої проводять визначення, а в промислових проспектах барвників [2; 3] зазначаються показники якості забарвлень для відповідного тону. Однак слід зазначити, що на виробництві не завжди застосовують концентрації, що вказані у проспектах. Визначення впливу концентрації активних барвників на світлостійкість отриманих забарвлень є необхідною умовою розроблення високоякісних текстильних матеріалів з високими показниками якості, зокрема до дії світла.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відповідно до сучасної теорії фарбування текстильних матеріалів [4; 5] барвник на волокні може перебувати в різноманітному стані залежно від хімічної структури цього барвника, фізичної та хімічної природи волокна, характеру сил, що виникають між барвником та волокном, умов фарбування та присутності допоміжних препаратів, що використовуються при цьому. Для водорозчинних барвників, до яких належать активні барвники, залежно від концентрації барвника його стан у волокні може змінюватись від мономолекулярної адсорбції на активних центрах волокна до полімолекулярної адсорбції. В цьому разі перехід від моно- до полімолекулярної адсорбції, яка є фактично агрегацією барвника на волокні, значною мірою залежить від наявності порожнин у структурі волокна, їх кількості та розміру [5].

Вперше увагу на залежність агрегації барвника у субстраті від його світлостійкості звернув у своїх роботах Ч.Г. Джайлз [6–9]. Г.Є. Кричевський [10] вважає, що вплив агрегації барвників на світлос-

тійкість забарвлень перебільшений спробою звести поведінку під час опромінення різноманітних та складних систем до руйнування або існування агрегатів барвника, оскільки залежність фоторуйнування барвників від концентрації та характеру його розподілення в матриці має дуже складний характер.

Таким чином, у науковій літературі спеціалістами, що займались дослідженнями світлостійкості текстильних матеріалів, не сформовано єдиної позиції щодо впливу концентрації барвників, зокрема активних, на світлостійкість отриманих забарвлень.

**Постановка завдання.** Метою статті є вивчення впливу концентрації активних барвників на процес кінетики вигорання забарвлень на бавовняному трикотажному полотні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження впливу концентрації барвника здійснено з використанням бавовняного трикотажного полотна переплетення піке з поверхневою щільністю 175 г/см<sup>2</sup>, яке попередньо підготовлене сумішним способом відварки та пероксидного відбілювання [11]. Фарбування проводили активними біфункціональними барвниками Bezaktiv Cosmos Rot S-C та Bezaktiv Cosmos Blue S-C (“Bezema”) при різній концентрації (0,3%, 1%, 2%) періодичним способом. Після фарбування зразки проходили миловку, висувувались та піддавались інсоляції на приладі Light Fastness Tester RF 1201 BS (“REFOND”) зі ртутно-вольфрамовою лампою. Світлостійкість оцінювали шляхом визначення кольорових відмінностей за допомогою колориметра PCE-TCR 200.

На рис. 1, 2 наведено результати дослідження кінетики вигорання забарвлень на бавовняному трикотажному полотні залежно від концентрації барвників. Для отриманих кінетичних кривих знайдені рівняння, що описують ці процеси, та кое-

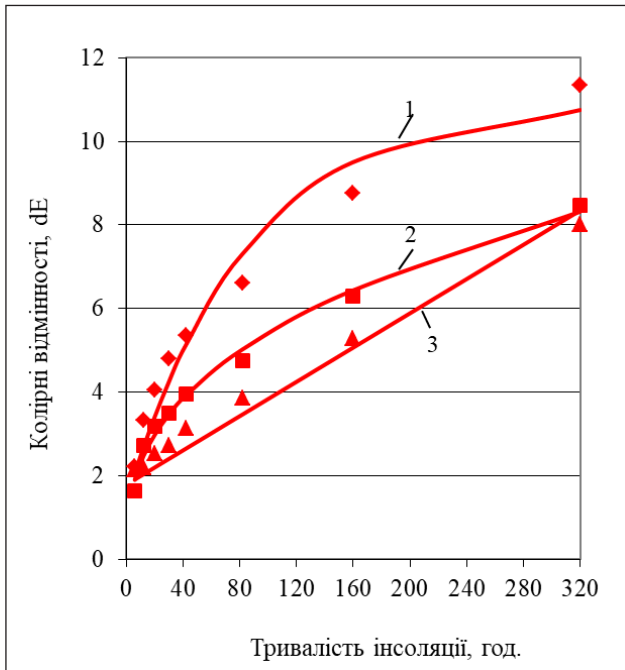


Рис. 1. Кінетичні криві вигорання забарвлень активним барвником Bezaktiv Cosmos Rot S-C на бавовняному трикотажі: 1) 0,3% барвника:

$$y = 9,575(1,147 - e^{-0,012x}),$$

$$R=0,975; 2) 1\% \text{ барвника: } y = \frac{9,734 + 444,759x^{0,377}}{463,538 + x^{0,377}},$$

$$R=0,997; 3) 2\% \text{ барвника: } y = 1,783 + 0,021x, R=0,950$$

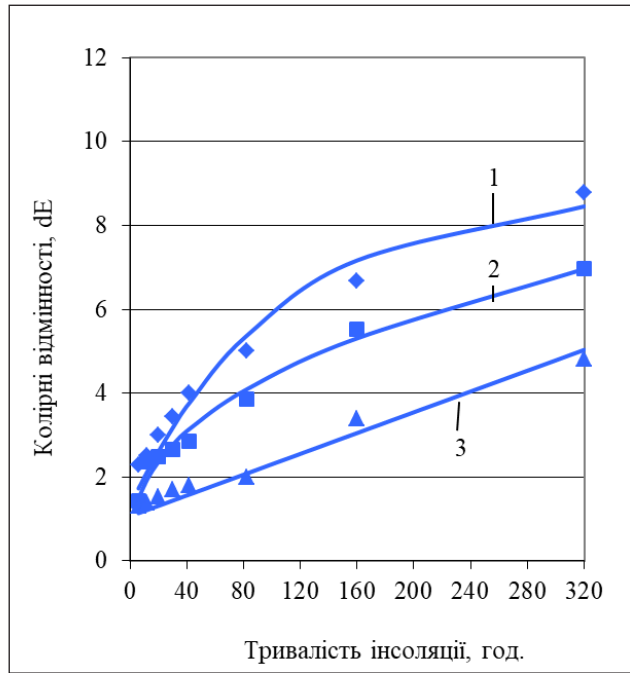


Рис. 2. Кінетичні криві вигорання забарвлень активним барвником Bezaktiv Cosmos Blue S-C на бавовняному трикотажі: 1) 0,3% барвника:

$$y = 7,507(1,175 - e^{-0,009x}),$$

$$R=0,972; 2) 1\% \text{ барвника: } y = \frac{58,275 + 570,534x^{0,400}}{820,774 + x^{0,400}},$$

$$R=0,994; 3) 2\% \text{ барвника: } y = 1,067 + 0,012x, R=0,948$$



Рис. 3. Типи кривих вигорання барвників

фіцієнти кореляції R. Під час дослідження впливу концентрації біфункціональних активних барвників у фарбувальній ванні на волокні на кінетику їх вигорання (рис. 1, 2) встановлено, що зі збільшенням концентрації барвників на волокні світлостійкість забарвлень зростає.

Аналіз кінетичних кривих фотодеструкції активних барвників на бавовняному трикотажі (рис. 1, 2) дає змогу відзначити різний характер залежно від концентрації барвників.

Ч.Г. Джайлз [6] на основі досліджень великої кількості барвників різних класів на плівках та волокнах різноманітної хімічної та фізичної природи описав

типи кривих залежності концентрації синтетичних барвників від тривалості інсоляції (рис. 3).

Відповідно до теорії кожному типу кінетичних кривих відповідає певний агрегатний стан барвника на текстильному матеріалі.

Для залежності типу I коефіцієнт вигорання зменшується з часом, швидкість фотодеструкції барвника в цьому разі описується рівнянням першого або другого порядку. При цьому барвник у волокні має мономолекулярну форму або форму агрегатів та частинок малих розмірів, а також є рівно доступним для дії фотонів світла та хімічно активних речовин.

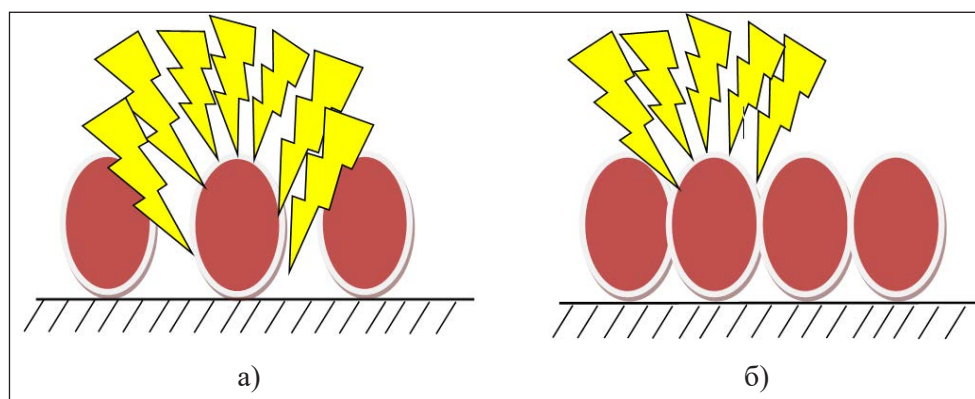


Рис. 4. Механізм дії світла на текстильний матеріал з різним вмістом барвника: а) низька концентрація; б) висока концентрація

Залежність типу II ілюструє процес фотодеструкції барвника. Спочатку процес проходить швидкими темпами та підпорядковується рівнянню першого чи другого порядку, потім швидкість фотодеструкції барвника стає постійною та підпорядковується рівнянню нульового порядку. Ч.Г. Джайлз пояснював таку поведінку наявністю у субстраті барвника у формі агрегатів малого та крупного розмірів.

Криві фотодеструкції барвника типу III характеризуються постійною швидкістю фотодеструкції барвника, що відповідає рівнянню нульового порядку. У цьому разі барвник існує у волокні у формі крупних агрегатів та частинок, загальна поверхня яких під час фотодеструкції барвника залишається практично незмінною.

Для кінетичних кривих фотодеструкції барвників типу IV та V характерними є дезагрегація крупних агрегатів барвника та збільшення кількості забарвлених частинок, як наслідок, підвищення оптичної густини забарвленого зразка. Отже, згідно з теорією Ч.Г. Джайлза, кінетичні криві фотодеструкції барвників типів IV та V також відповідають наявності в субстраті крупних агрегатів барвника, але для кожної є індивідуальне трактування.

Для кінетичних кривих типу IV характерною є поява максимуму, що пояснюється тим, що швидкість диспергування крупних агрегатів значно перевищує швидкість фотодеструкції дрібних частинок.

Кінетичні криві фотодеструкції барвника типу V будуть спостерігатись тоді, коли швидкість дезагрегації крупних агрегатів є вищою, ніж швидкість їх фотодеструкції.

Залежності, наведені на рис. 1, 2, є оберненими до тих, що були отримані Ч.Г. Джайлзом, оскільки величина колірних відмінностей  $dE$  пропорційно

зростає зі зменшенням концентрації барвника на волокні.

Таким чином, з огляду на узагальнені результати Ч.Г. Джайлза (рис. 3) отримані залежності (рис. 1, 2) зміни колірних відмінностей зразків з різною початковою концентрацією барвників можна охарактеризувати за агрегатним станом барвника на текстильному матеріалі.

Так, при початковій концентрації барвників 0,3% (криві 1 на рис. 1, 2) спостерігається залежність, що відповідає I типу кривих вигорання, що дає змогу говорити про наявність барвника на текстильному матеріалі у мономолекулярній формі, що робить його рівно доступним для дії фотонів світла та хімічно активних речовин.

Зі збільшенням початкової концентрації барвників характер кривих вигорання змінюється. При концентрації 1% (криві 2 на рис. 1, 2) на початковій стадії процес вигорання відбувається швидко, а потім вона стає постійною, барвник же перебуває в субстраті у формі агрегатів малого та крупного розмірів.

При початковій концентрації барвників 2% (криві 3 на рис. 1, 2) криві фотодеструкції відповідають типу III та характеризуються постійною швидкістю фотодеструкції барвника. При цьому барвник перебуває на текстильному матеріалі у формі крупних агрегатів та частинок, їх загальна поверхня в процесі фотодеструкції практично не змінюється.

Загалом збільшення концентрації барвника на волокні сприяє зниженню швидкості вигорання. Механізм дії світла на забарвлення з різною концентрацією барвника наведений на рис. 4.

Світлостійкість одного й того ж барвника при різній його концентрації пов'язана з просторовим розташуванням молекул барвників або їх агрегатів на текстильному матеріалі, а також їх доступністю щодо дії світла. Крім того, збільшення кон-

центрації барвника сприяє можливості передачі енергії збудження між сусідніми молекулами, що сприяє зменшенню квантової ефективності фотодеструкції барвника. При цьому слід зазначити, що передача енергії збудження легко відбувається між тими молекулами барвників, які перебувають в безпосередньому постійному контакті.

**Висновки.** Таким чином, за знайденими кривими вигорання активних барвників можна охарактеризувати їх агрегатний стан на текстильному матеріалі залежно від початкової концентрації, а також спрогнозувати світлостійкість забарвлень бавовняного трикотажного полотна активними барвниками.

#### Список літератури:

1. ДСТУ ISO 105-B01:2015. Текстиль. Випробування на стійкість до забарвлення. Ч. B01. Стійкість кольору до світла: Денне світло. Київ, 2015. 13 с.
2. Colourshadecard Bezaktiv V. URL: [https://www.cht.com/cht/medien.nsf/gfx/med\\_RSCR-B8EGN2\\_4484DE/\\$file/Colourshadecard-Bezaktiv-V-de-en-WEB.pdf](https://www.cht.com/cht/medien.nsf/gfx/med_RSCR-B8EGN2_4484DE/$file/Colourshadecard-Bezaktiv-V-de-en-WEB.pdf).
3. Colourshadecard COLVAZOL LC series. URL: <http://www.dghengxiangdyes.com/en/pro/show.php?id=8>.
4. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. Колорирование текстильных материалов. Москва : Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности, 2001, Т. 2. 540 с.
5. Physico-Chemical Principles of Color Chemistry / ed. by A.T. Peters, H.S. Freeman. Glasgow : Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, 1996. 309 p.
6. Giles C.H. The fading of coloring matters. *Journal of Applied Chemistry*. 1965. Vol. 15 (12). P. 541–550.
7. Baxter G., Giles C.H., McKee M.M.N., Macaulay N. The Influence of the Physical State of Dyes upon their Light Fastness. *Journal of the Society of Dyers and Colorists*. 2008. Vol. 71 (5). P. 218–235.
8. Lightfastness and Surface Activity of Dyes: The Effect of Alkylation and of Sulfonation / C.H. Giles, G. Baxter, W.A. Black, N. Macaulay, S.M.K. Rahman. *Textile Research Journal*. 1960. Vol. 30 (12). P. 934–943.
9. Giles C.H., McKay R.B. The Lightfastness of Dyes: a Review. *Textile Research Journal*. 1963. Vol. 33 (7). P. 528–577.
10. Кричевский Г.Е. Фотохимические превращения красителей и светостабилизация окрашенных материалов. Москва : Химия, 1986, 248 с.
11. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов / под ред. Г.Е. Кричевского. Москва : Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности, 1995. 414 с.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АКТИВНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НА СВЕТОСТОЙКОСТЬ ОКРАСОК ХЛОПЧАТОБУМАЖНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

*В статье определено влияние концентрации активных красителей на устойчивость к воздействию света окрасок хлопчатобумажного трикотажного полотна путем исследования кинетики его выгорания. Установлено, что концентрация красителей влияет на их агрегатное состояние на текстильном материале и устойчивость окрасок к действию света. Доказано, что с увеличением концентрации красителей на текстильном материале светостойкость окрасок возрастает.*

**Ключевые слова:** светостойкость, выгорание, покраска, активные красители, хлопчатобумажный трикотаж.

#### STUDY OF THE CONCENTRATION EFFECT OF REACTIVE DYES ON THE LIGHTFASTNESS OF COLOURS COTTON KNITTED FABRICS

*In the article determined the concentration effect of reactive dyes on the resistance to light exposure of colors of cotton knitted fabric by studying the light their fading kinetics. It is established that the concentration of dyes affects their aggregative state on the textile material and the resistance of colors to the action of light. It was found that with an increase in the concentration of dyes on textile materials, the lightfastness of colors increases.*

**Key words:** lightfastness, fading, dyeing, reactive dyes, cotton knitted fabric.