

А. Я. ГАНЗЮК

Хмельницький національний університет

Л. М. МАСЛО

Хмельницький торговельно-економічний фаховий коледж Київського національного торговельно-економічного університету

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИФІКАТОРА НА СОРБЦІЮ ДИСПЕРСНИХ БАРВНИКІВ

Вивчено та описано термодинаміку процесу фарбування поліефірних текстильних матеріалів дисперсними барвниками в присутності аніліду саліцилової кислоти, проведено аналіз кінетичних кривих сорбції, досліджено вплив інтенсифікаторів на дифузію дисперсних барвників в поліетилентерефталатний субстрат. Встановлено, що коефіцієнти дифузії збільшуються практично на порядок для усіх марок дисперсних барвників, зростає спорідненість барвників до поліефірного волокна і збільшується вибирання дисперсних барвників до 85 %.

Ключові слова: барвники, сорбція, поліефірний текстильний матеріал, текстильно- допоміжна речовина, поверхнево-активна речовина.

A. HANZIUK

Khmelnytsky National University

L. MASLO

Khmelnytsky Trade and Economic Vocational College Kyiv National University of Trade and Economics

THE INVESTIGATION OF THE EFFECT INTENSIFIER ON THE SORPTION OF DISPERSED DYES

For the successful development of the textile and light industry it is necessary to expand and qualitatively improve the raw material base due to the widespread use of chemical fibers. At the same time, special attention is paid to increasing the production of polyester fibers. The growing role of these fibers in the raw material balance of wool, silk, knitwear industries is primarily due to their valuable properties: high dimensional stability, compatibility with all types of natural and hydrated cellulose fibers, good strength, light and heat resistance. However, during their coloring there are significant difficulties associated with the peculiarities of their structure: high order of polyethylene terephthalate fibers, packing density of their macromolecules, hydrophobic nature of the fiber, lack of groups capable of interacting with ionic dyes, heterogeneity of textile yarn.

The work contains results of a complex investigation how properties and structure of polyester textiles colored with dispersed dyestuffs are changed at the presence of an intensifier – salicylic acid anilide. The obtained results are used to determine the mechanism of the intensifier's action during coloration. New technological modes were proposed for intensification of coloration process. These mode enable to eliminate the primary stage of textile processing – removal of grease and dirt by means of introduction of a stable composition of salicylic acid anilide and a mixture of surface active substances to a dye bath. The investigation of the effect intensifier on the sorption of dispersed dyes.

Key words: polyester textiles, coloration, structure, intensifiers, surface active substances, crystallinity grade.

Для успішного розвитку текстильної і легкої промисловості необхідне розширене і якісне удосконалення сировинної бази за рахунок широкого використання хімічних волокон. При цьому, особлива увага приділяється збільшенню виробництва поліефірних волокон. Зростання ролі саме цих волокон в сировинному балансі вовняної, шовкової, трикотажної промисловостей обумовлені в першу чергу їх цінними властивостями: високою формостійкістю, сумісністю з всіма видами натуральних і гідратцелюлозних волокон, хорошою міцністю, світло- і термостійкістю. Однак, при їх кольорируванні виникають значні труднощі, пов'язані саме з особливостями їх структури: високою впорядкованістю поліетилентерефталатних волокон, щільністю упаковки їх макромолекул, гідрофобним характером волокна, відсутністю груп, здатних взаємодіяти з барвниками іонного типу, неоднорідністю властивостей текстильної нитки [1]. Потрібно сказати, що і до теперішнього часу оптимальної технології кольорирування поліефірних волокон не розроблено, однак можна вказати два напрямки в яких проводяться ці дослідження:

- отримання волокон з порушеною регулярністю будови макромолекулярного ланцюга поліефіру, що забезпечує пониження кристалічності і щільності упаковки полімеру;

- введення в макромолекулу поліефіра груп аніонного і катіонного типу.

Однак, модифіковані волокна поки ще не знаходять широкого використання в текстильній промисловості. А тому, основним напрямком в розв'язанні цієї проблеми є введення в фарбувальну ванну інтенсифікаторів – речовин, які дають можливість фарбувати поліефірні волокна при температурах не вище 100 °С. Це дає змогу не погіршувати фізико-хімічні властивості поліефірного волокна.

Актуальність теми. Колорирування поліефірних волокон дисперсними барвниками при температурах не вище 100 °С в присутності інтенсифікаторів дає можливість уникнути використання дорогого обладнання, збільшити вибирання барвника, скоротити технологічний режим кольорирування в кілька разів завдяки впровадженню швидкісних технологій. Для досягнення поставленої мети були намічені наступні задачі:

- дослідити вплив інтенсифікатора на дифузію дисперсних барвників в поліетилентерефталатний субстрат;

- провести комплексну оцінку змін властивостей, складу та структури поліефірних волокон на молекулярному, надмолекулярному та мікрорівнях;

- вивчити та описати термодинаміку процесу;

Об'єкт дослідження – композиції для колорирування поліефірних текстильних матеріалів дисперсними барвниками.

Предмет дослідження – процеси колорирування поліефірних текстильних матеріалів дисперсними барвниками.

Зростання ролі поліефірних волокон в сировинному балансі трикотажної промисловості обумовлене в першу чергу їх цінними властивостями: високою формостійкістю, сумісністю з іншими видами волокон, хорошою міцністю, світло- і термостійкістю. Поліетилентерефталат (ПЕТФ) – це полімер, що здатний існувати як в аморфному, так і в високо кристалічному станах. Середня молекулярна маса – 15000 – 20000, середня ступінь полімеризації – 160-180 [1-3].

Волокно характеризується більш компактною структурою, значною орієнтацією молекул вздовж осі, високим ступенем кристалічності і, відповідно, більш щільною упаковкою макромолекул. Воно має порівняно мале число активних центрів, характеризується чітко вираженими гідрофобними властивостями.

Сучасні методи аналізу показують існування кристалічних і аморфних зон в поліетилентерефталаті, однак ці результати недостатні для створення однозначної моделі його структури. Запропоновані такі моделі поліетилентерефталату: бахромчаті фібрили, складчаті ламелі, меандрова структура. За допомогою електронного мікроскопа було виявлено, що в поліефірному волокні основними елементами надмолекулярної структури є фібрили діаметром до 20 нм, які згруповані в більші фібрили діаметром до 100 нм. Вважається, що основні фібрили містять кристаліти, які по моделі Хеземана – Бонарта мають пластинчато - складчасту структуру, а по моделі Пехольда – меандрову. Поліефірне волокно характеризується як міцне, пружне, еластичне; допустима робоча температура експлуатації 120 – 130 °С.

Найважливіші фізичні властивості поліетилентерефталату представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізичні властивості поліетилентерефталату

Фізичний показник	Значення показника
Поглинання води при 20 °С та $\varphi=65\%$, %	0,4
Густина при 25 °С, г/см ³	1,38
Температура плавлення, °С	260
Температура липкості, °С	230-240
Відновна теплоємність при 20 °С, $\frac{кДж}{кг \cdot K^\circ}$	0,083
Коефіцієнт об'ємного розширення, $T < 60$ °С	$1,6 \cdot 10^{-4}$
В інтервалі температур 90...190 °С	$3,7 \cdot 10^{-4}$

Як і інші текстильні волокна поліефірне волокно характеризується низькою міцністю в поперечному напрямку внаслідок його анізотропної структури. Поліефірне волокно термопластичне, внаслідок чого його міцнісні характеристики знижуються, а розривне подовження зростає з підвищенням температури. По стійкості до витирання поліефірні волокна поступають тільки поліамідним. Однією з найважливіших властивостей поліефірного волокна є здатність зберігати форму після теплової обробки при високих температурах. Поліефірний текстильний матеріал є хорошим ізолятором, характеризується дуже великим напівперіодом стікання заряду. В таблиці 1.3 надані напівперіоди стікання заряду для різних типів поліефірних волокон при 21 °С і $\varphi = 65\%$. Поліефірні волокна – це продукт взаємодії терефталевої кислоти і гліколю, отримують шляхом прядіння їх з розплаву. Після поліамідних і поліакрилонітрильних поліефірні волокна є найбільш розповсюдженими синтетичними волокнами. Завдяки високій стійкості до дії світла вони придатні для виготовлення декоративних тканин, особливо гардин і порт'єр; суміш поліефірних волокон з бавовною знайшла широке використання при виробництві тканин для сорочок. Біля 1% вироблених в світі поліефірних волокон [4] випускається в пофарбованому виді, головним чином в чорний колір. З цією метою в процесі синтезу поліетилентерефталату вводять дрібнодисперсне вугілля в вигляді суспензії в етиленгліколі. Фарбування в масі в інші кольори може здійснюватись введенням термостійких пігментів або органічних розчинників. Фірма “Циммер” отримала патент на метод виготовлення концентрату барвника в полімері шляхом механічного розтирання їх суміші з одночасним розплавленням. За іншим методом в розплав поліефіру вводять суміш барвника з поліпропіленом, поліетиленом, поліетилгліколем або трифосфатом [5]. По методу фірми “Імперіел Кемікел Індастріз” в прядильну головку точно дозують гранули барвника зі зв'язуючим – диглікольтерефталатом. Цей метод дає можливість змінити асортимент без суттєвої витрати продукту, але потребує спеціального методу приготування гранульованих барвників. Мають місце методи, де описано шнек для розплавлення нефарбованого поліефіру з введенням в нього гранул, які відрізняються від зафарбованого моноволокна. По технології фірми “Інвента” (Швейцарія) пігменти додають в окремий потік поліефіру, який потім змішують з головним потоком

поліефіру на устаткуванні безперервного процесу [6]. Відомий метод отримання зафарбованих волокон шляхом введення при синтезі поліетилентерефталата барвників, що містять групи, активні в процесі етерифікації [7]. Серед прогресивних методів фарбування поліефірних текстильних матеріалів найбільш розповсюдженим є термозольний метод [8-9]. Фарбують дисперсними барвниками, в фарбувальній розчин вводять 2-20 г/л капролактаму, що дозволяє знизити робочу температуру або значно скоротити тривалість процесу. Рядом авторів [10-16] розроблено рецептуру і режим фарбування поліефірного волокна кубозолями за періодичним способом для отримання середніх по інтенсивності забарвлень при температурі, що не перевищує 100 °С. Спосіб “Вапокол” [17-19] розроблений в Англії фірмою “Ай-Сі-Ай”, який базується на спроможності деяких розчинників викликати набухання синтетичних волокон. Дає хороші результати при фарбуванні тканин, виготовлених з філоментарних поліефірних волокон. Спосіб фарбування із середовища органічних розчинників [20] поки що не знайшов широкого застосування у промисловості із-за складності регенерації розчинника та ліквідації скидів у стічні води. З літературних джерел відомо, що [21-23] фарбування лавсану в середовищі водного розчину аміаку з сумішшю амоній хлориду поряд з хорошими якостями забарвлення надає волокну підвищеної стійкості до розривного навантаження. Матецьким В.А і Садовим Ф.І. вивчено метод фарбування синтетичних волокон з використанням коацерватних систем, що базується на використанні емульсій в фарбувальній ванні, які утворюються за допомогою спеціально підібраних допоміжних препаратів, наприклад, моно- та диетаноламідів [1]. Рядом авторів виявлено, що використання електричного струму частотою 400 Гц і силою 1,5А дає можливість підвищити сорбцію дисперсних барвників поліефірним субстратом в 10 раз при температурі 100 °С. При цьому волокно прокрашується по всьому поперечному перерізу протягом 15 хв. [24-30]. Для інтенсифікації процесу фарбування лавсану дисперсними барвниками можна використовувати фурфурол концентрацією в межах 2-30 г/л. Його використання не приводить до зниження показників міцності тканини. Запропоновано механізм впливу сечовини як інтенсифікатора на процес фіксації дисперсних барвників термопластичними волокнистими матеріалами в умовах сполученої обробки СВЧ - випромінюванням та насиченою водяною парою [27-29]. Попередня обробка розчинами лугів поліефірного трикотажного полотна підвищує інтенсивність його забарвлення дисперсними барвниками – похідними антрахінону, що обумовлено в першу чергу збільшенням сорбції дисперсного барвника [30]. Авторами [31-34] запропонований спосіб одночасного намагнічування фарбувального розчину і текстильного матеріалу в процесі просочування для інтенсифікації термофіксаційного фарбування дисперсними барвниками. Стійке підвищення забарвленості тканин забезпечується в інтервалі напруги магнітних полів 120-240 кА/м. Авторами [25] досліджено використання електроактивованої води для інтенсифікації хіміко-технологічних процесів фарбування та опорядження текстильних матеріалів, що дає змогу не тільки прискорити процес, а й зменшити концентрацію хімічних реагентів, досягнувши при цьому бажаних ефектів. Спосіб фарбування з інтенсифікатором – найбільш ранній і простий, але в нього є ряд недоліків. Інтенсифікатори понижують стійкість забарвлення до фізико-хімічних впливів, особливо до світла і погоди. Для фарбування з інтенсифікатором, як правило, потрібна кропітка робота з метою його підбору. Однак, правильно підібраний інтенсифікатор дозволяє отримати високоякісні показники фарбування на поліефірних волокнах [36-40]. Традиційні методи фарбування не придатні для поліефірних волокон через особливостей його структури. Тому вирішення цієї проблеми здійснювалось в двох напрямках: перший – використання допоміжних хімічних речовин і другий – проведення процесу фарбування при температурах вище 100 °С. Треба відмітити, що у більшості робіт по дослідженню дії інтенсифікатора встановлено, що він зміщує рівноважний розподіл барвника між фарбувальним розчином і волокном в сторону волокна. Однак причини, які визивають це зміщення, не встановлені. Більшість дослідників притримуються думки, що дія інтенсифікатора швидше направлена на волокно, ніж на фарбувальну ванну. З іншої сторони, дія інтенсифікатора на структуру волокна трактується як зміна кристалічності полімера в сторону збільшення його аморфності. Механізм дії інтенсифікатора, сформульований в роботі [22], пропонує, що він, вступаючи в спеціальну взаємодію з волокном, викликає послаблення міжмолекулярних сил взаємодії в волокні, що веде до набухання, збільшення вільного об'єму волокна і появи мікро тріщин на його поверхні. Саме туди і проникають молекули води, виконуючи функцію своєрідного клину, який викликає ще більше набухання волокна, полегшуючи тим самим дифузії молекул барвника в середину волокнистого матеріалу. Однак, наводяться дані [13-15], що хлорпохідні бензолу володіють достатньо високим ефектом інтенсифікації, але при цьому набухання поліетилентерефталат не викликають, а похідні фенолу здатні викликати необмежене набухання поліефірних волокон майже до розчинення, і при цьому мають низький ефект інтенсифікації фарбування. В роботі А.П. Мориганова і Б.Н. Мельнікова встановлено, що найбільш ефективно фіксація з поліефірною тканиною протікає при температурі парів азеотропної суміші – 140 °С [22]. Треба відмітити, що в роботах [23, 30] вивчено вплив хлоридів, ацетатів і сульфатів деяких металів і амонію в водні розчини на нафарбованість поліефірного волокна азо- і антрахіноновими дисперсними барвниками в умовах періодичного фарбування. При цьому, направлена дія хлоридів на адсорбцію поліефіром дисперсних барвників визначаються їх молекулярною будовою. З літературних даних відомо, що попередня лужна обробка поліефірного трикотажного полотна підвищує інтенсивність забарвлення дисперсними барвниками – похідними антрахінону, що обумовлює, в першу чергу, зростання сорбції дисперсного барвника за рахунок лужної обробки. При цьому вона не впливає на стійкість кольору матеріалу до прання і тертя [30]. На основі ряду досліджень процесів періодичного фарбування поліефірних текстильних матеріалів в ІХНР РАН,

розроблений комплексний препарат «Івлан-2», використання якого дає можливість уникнути використання в фарбувальній ванні для високотемпературного способу фарбування “Рapid колор” інтенсифікатор, а також диспергаторів барвника і олігомерів. Результати досліджень доводять, що введення в фарбувальну ванну препарату «Івлан-2», забезпечує досягнення кінетики фарбування, значень коефіцієнтів дифузії, констант сорбції і десорбції та ефектів міграції, близьких до оптимальних і не гірше, ніж використання імпорتنих текстильно-допоміжних речовин.

У якості інтенсифікаторів фарбування поліефірних волокон дисперсними барвниками вибрані 12 органічних речовин різної хімічної будови. Вплив виду інтенсифікаторів на сорбцію дисперсних барвників поліефірним волокном в періодичному способі фарбування досліджували для барвника дисперсного червоного 2С пе. Концентрація інтенсифікаторів в фарбувальній ванні складала 5 г/л. Умови процесу фарбування: вміст барвника в ванні – 2,5%; температура – 98 °С; тривалість – 60 хв. Результати дослідження впливу виду інтенсифікаторів на сорбцію дисперсного червоного 2С пе поліефірним волокном в періодичному способі фарбування представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив виду інтенсифікаторів на сорбцію дисперсного червоного 2С пе поліефірним волокном

Інтенсифікатор	D_n/C_n	$D_{ост}/C_{ост}$	c_b , г/кг
П-оксидифеніламін	5,8	0,09	17,92
П-бензолтриазол	5,8	4,45	8,38
Диметилгліоксим	5,8	4,48	8,55
Ацетанлід	5,8	4,99	9,05
4,6-динітро, о-крезол	5,8	4,50	9,08
Аспарагінова кислота	5,8	4,50	9,13
Поліфеніленоксид	5,8	4,51	10,00
1-хлор, 2-нафтол	5,8	0,52	17,80
Ірамін	5,8	4,51	9,50
Дифеніл	5,8	4,34	12,55
Анілід саліцилової к-ти	5,8	1,41	17,45
Бензилацетат	5,8	3,66	15,20

Найкраща сорбція дисперсного червоного 2С пе поліефірним волокном спостерігається для наступних інтенсифікаторів: п-оксидифеніламіну, 1-хлор, 2-нафтолу, аніліду саліцилової кислоти і бензилацетату. При використанні в якості інтенсифікатора п-оксидифеніламіну спостерігається зміна кольору пофарбованої тканини, а тому у подальших дослідженнях ця речовина не використовувалась.

Результати досліджень впливу умов процесу фарбування на сорбцію дисперсних барвників поліефірним волокном в присутності інтенсифікатора аніліду саліцилової кислоти представлено в таблиці 3.

Таблиця 3

Вплив умов процесу фарбування на сорбцію барвників поліефірним волокном в присутності інтенсифікатора аніліду саліцилової кислоти

Барвник	Концентрація барвника у волокні, г/кг			
	Температура 98 °С		Температура 130 °С	
	без інтенсифікатора	з інтенсифікатором	без інтенсифікатора	з інтенсифікатором
Дисперсний жовтий 43 пе	12,76	13,30	16,90	18,79
Дисперсний червоний 2С пе	8,65	17,45	22,4	24,56
Дисперсний рубіновий пе	21,32	23,50	21,50	23,35
Дисперсний жовто-коричневий 2Ж пе	15,84	16,96	24,30	26,67
Дисперсний яскраво-червоний 2Ж пе	14,52	15,2	16,5	19,11
Дисперсний синій 3 пе	13,20	13,90	15,50	17,77

Застосування аніліду саліцилової кислоти в якості інтенсифікатора процесу фарбування поліефірного волокна дисперсними барвниками є ефективним засобом інтенсифікації процесу. Як показали дослідження, працювати з шістьма марками барвників складно. Тому для подальших досліджень обрано дисперсні барвники з різною характерною хімічною будовою: а) дисперсний червоний 2С пе – клас антрахінонових; б) дисперсний жовто-коричневий 2Ж – клас азобарвників; в) дисперсний жовтий 43 – клас перінонових барвників. Проведено дослідження процесів сорбції для цих барвників в присутності ряду інтенсифікаторів. Концентрація інтенсифікаторів в ванні складала 5/л. Умови процесу фарбування: вміст барвника в ванні – 2,5%; температура – 98 °С; тривалість – 60 хв. Результати досліджень представлені в таблиці 4.

Вплив виду інтенсифікатора на сорбцію дисперсних барвників

Барвник	Концентрація барвника у волокні, г/кг			Середнє квадр. відхилення σ
	інтенсифікатор ХН	інтенсифікатор АСК	інтенсифікатор БА	
Дисперсний червоний 2С пе	17,20	17,45	14,36	0,34
Дисперсний жовто-коричневий 2Ж пе	13,20	13,20	12,15	0,28
Дисперсний жовтий 43 пе	16,82	16,96	16,20	0,31

Вибирання дисперсних барвників визначали на поліефірній тканині при температурах 98 і 130 °С протягом постійного часу фарбування (60 хв.). Підготовку і фарбування тканини проводили згідно режимам, які наведені в методичній частині. Інтенсифікатором фарбування служив анілід саліцилової кислоти в концентрації 5 г/л. Фарбування при температурі 98 °С проводили на лабораторній установці. Фарбування при температурі 130 °С (високотемпературний спосіб фарбування) проводили на фарбувальній машині «ISAL AG 4006» DFSEI/SCHWEIS, яка працює під підвищеним тиском. Вибирання барвників визначали по концентрації барвника в залишкових ваннах, які були розбавлені диметилформамідом.

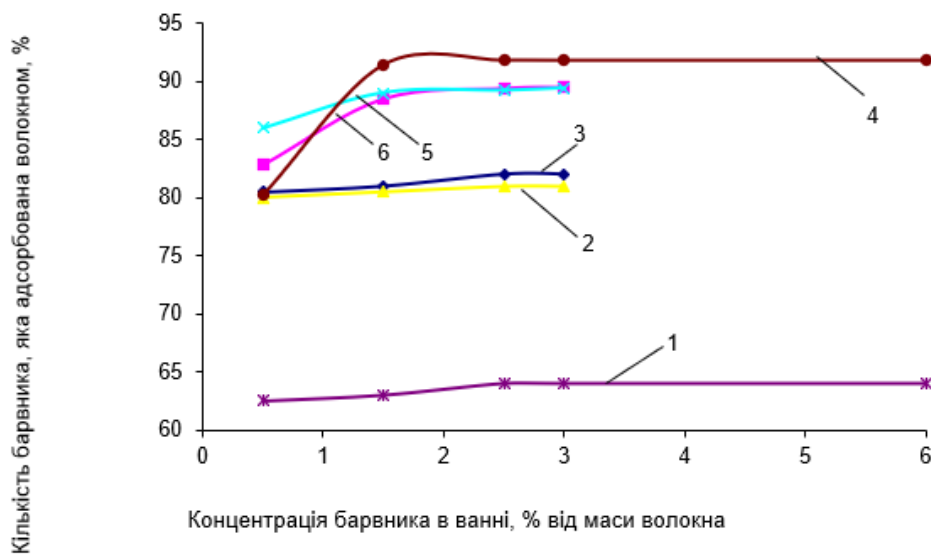


Рис.1. – Криві вибирання дисперсних барвників при температурі 98 °С
1, 2, 3 – для дисперсних: жовтого 43 пе, жовто-коричневого 2Ж пе і червоного 2С пе без інтенсифікатора відповідно; 4, 5, 6 – з інтенсифікатором анілідом саліцилової кислоти (5г/л)

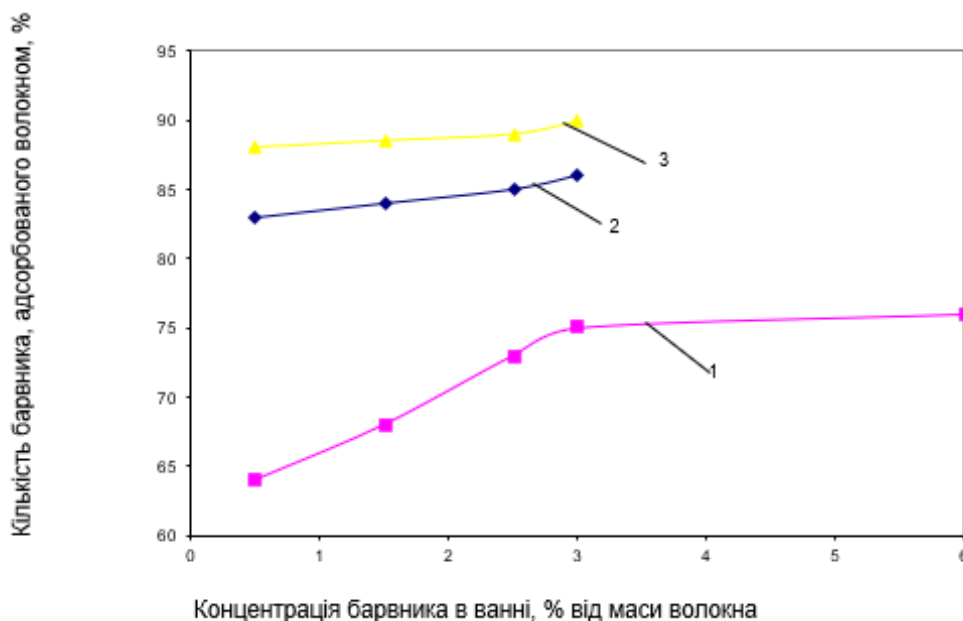


Рис. 2.– Криві вибирання дисперсних барвників при температурі 130 °С
1, 2, 3 – для дисперсних: жовтого 43 пе, червоного 2С пе і жовто-коричневого 2Ж пе без інтенсифікатора відповідно

Таким чином, досліджено вплив інтенсифікаторів та температури на сорбцію дисперсних барвників поліефірним волокном. Встановлено доцільність використання в подальших дослідженнях інтенсифікаторів, що мають у своєму складі бензолні кільця: бензилацетат, 1-хлор, 2-нафтол, анілід саліцилової кислоти. На основі отриманих результатів дослідження впливу інтенсифікаторів на процес сорбції дисперсних барвників встановлено, що найбільш ефективним є анілід саліцилової кислоти.

Сорбційні властивості системи волокно-барвник найбільш точно можливо оцінити за допомогою термодинамічних характеристик. Фарбувальна ванна представляє собою термодинамічну систему, яка під дією підведення енергії у вигляді тепла може переходити від одного стану до іншого. Причиною сорбції барвників волокном є більш високе значення хімічного потенціалу барвника в розчині - μ_p в порівнянні з його потенціалом в волокні - μ_e . Сорбція протікає до того часу, коли не наступить рівність потенціалів $\mu_p = \mu_e$. При розрахунку спорідненості ми враховували ефективний об'єм поліефірного волокна - об'єм, який доступний для сорбції барвника. Результати розрахунків спорідненості дисперсних барвників до поліефірного волокна в присутності інтенсифікатора – аніліду саліцилової кислоти (5г/л) представлені в табл. 3.4. Як видно з табл. 3.4, присутність інтенсифікатора в фарбувальній ванні збільшує спорідненість барвників до волокна і це дає можливість зсунути рівновагу в сторону переходу барвника в волокно.

Таблиця 5

Спорідненість дисперсних барвників до поліефірного волокна в присутності інтенсифікатора – аніліду саліцилової кислоти (5г/л)

Барвник	Без інтенсифікатора		$-\Delta\mu^\circ$, $\frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$	З інтенсифікатором		$-\Delta\mu^\circ$, $\frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$
	$c_{p,\infty} \cdot 10^{-10}$, $\frac{\text{ммоль}}{\text{кг}}$	$c_{e,\infty} \cdot 10^{-4}$, $\frac{\text{ммоль}}{\text{кг}}$		$c_{p,\infty} \cdot 10^{-10}$, $\frac{\text{ммоль}}{\text{кг}}$	$c_{e,\infty} \cdot 10^{-4}$, $\frac{\text{ммоль}}{\text{кг}}$	
Дисперсний червоний 2С пе	1,176	0,345	48,500	1,825	0,192	56,600
Дисперсний жовтий 43 пе	0,620	0,533	44,730	0,930	0,412	49,520
Дисперсний жовто-коричн. 2Ж пе	1,123	0,127	42,400	1,322	0,116	46,300

Таким чином, вивчено та описано термодинаміку процесу, суть якої в наступному: присутність інтенсифікатора в фарбувальній ванні збільшує спорідненість барвників до волокна і це дає можливість зсунути рівновагу процесу в сторону переходу барвника у волокно.

Знання термодинаміки фарбувальної системи дає можливість оцінити механізм взаємодії барвника з волокном чи ТДР. Знання кінетики дає можливість визначити швидкість процесу, зробити розрахунки, які мають практичну цінність, наприклад, розрахувати продуктивність фарбувального апарату.

Нами проведені експериментальні дослідження і побудовані кінетичні криві для дисперсних барвників різної хімічної будови. У якості інтенсифікатора застосовували анілід саліцилової кислоти в концентрації 5 г/л. Умови фарбування: концентрація барвника – 2,5% від маси волокна, температура – 98 °С; час фарбування – 60 в. Кінетичні криві фарбування представлені на рисунку 3.

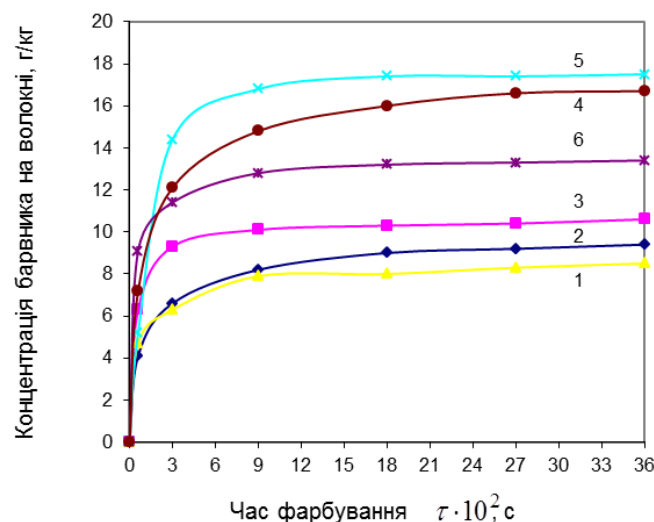


Рис. 3. – Кінетичні криві сорбції дисперсних барвників поліефірним волокном
1, 2, 3 – для барвників: дисперсного жовто-коричневого 2Ж пе, червоного 2С пе, жовтого 43 пе відповідно без інтенсифікатора;
4, 5, 6 – з інтенсифікатором анілідом саліцилової кислоти (5 г/л)

Аналіз кінетичних кривих сорбції показує, що інтенсифікатор анілід саліцилової кислоти різко збільшує рівноважне вибирання дисперсних барвників поліефірним волокном, особливо це помітно для дисперсного червоного 2С пе. Якщо розрахувати час половинного фарбування, то для дисперсного червоного 2С пе він зростає в присутності інтенсифікатора майже втричі. Збільшення часу половинного фарбування приводить до більш повного дофарбовування поліефірного волокна і це дає можливість уникнути такого явища, як кільцеве дофарбовування. Таким чином, кінетичні криві сорбції дисперсних барвників поліефірним волокном ще раз показують ефективність застосування в якості інтенсифікатора аніліду саліцилової кислоти.

Висновки

Вивчено та описано термодинаміку процесу фарбування поліефірних текстильних матеріалів дисперсними барвниками в присутності аніліду саліцилової кислоти, проведено аналіз кінетичних кривих сорбцій, досліджено вплив інтенсифікаторів на дифузію дисперсних барвників в поліетилентерефталатний субстрат. Встановлено, що коефіцієнти дифузії збільшуються практично на порядок для усіх марок дисперсних барвників, зростає спорідненість барвників до поліефірного волокна і збільшується вибирання дисперсних барвників до 85 %. Досліджено граничну пофарбованість поліефірного волокна в присутності інтенсифікаторів і без них. Виявлено, що найбільший ступінь заповнення має барвник великої молекулярної маси, з великою кількістю замісників і довжиною ланцюга в хімічній будові, запропоновано математичні лінійні моделі залежностей граничної пофарбованості поліефірного волокна від температури. На основі комплексної оцінки змін властивостей, складу та структури поліефірних волокон на молекулярному, надмолекулярному та мікрорівнях, запропоновано ймовірний механізм дії інтенсифікатора, згідно якого молекули аніліду саліцилової кислоти розпушують надмолекулярну структуру поліефірного волокна за рахунок його набухання та сприяють збільшенню розчинності дисперсних барвників.

Література

1. Забашта В. Н. Основы интенсификации крашения полиэфирных волокон / В. Н. Забашта. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. – 136 с.
2. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов: Учебник для вузов / Г.Е. Кричевский, М. В. Корчагин, А. В. Сенахов. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 640 с.
3. Кричевский Т. Е. Текстильная химия. Из XX в XXI век / Т. Е. Кричевский // Текстильная промышленность. – 2000. – №4. – с. 14-16.
4. Городничая Т. Ю. Исследование интенсифицирующего воздействия органических спиртов и четвертичных аммониевых соединений на процесс щелочного гидролиза полиэтилентерефталатных волокон / Т. Ю. Городничая, И. Ю. Царевская, Л. Г. Ковтун, Г. Е. Кричевский // РЖХ. – 1990. – №2. – с. 65.
5. Gunninghom Alan D. The controlled coloration approach for right first time dyeing of polyester / Gunninghom Alan D. // Text Chem. and Color. – 1997. – Vol. 29, №1. – p. 23 - 25.
6. Айзенштейн Э. М. Химические волокна. Перспективы производства и применения / Э. М. Айзенштейн // Текстильная химия. – 2000. - №2 (18). Специальный выпуск. – с. 22-28.
7. Мельников Б. Н. Теория и практика высокоскоростной фиксации красителей на текстильных материалах / Б. Н. Мельников, А. П. Морыганов, Ю. А. Калинин. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 207 с.
8. А.с. 1719501 СССР, МКИ Д 0G P 5/04. Способ крашения текстильного материала / Падохин В.А., Морыганов А.П., Семенов В.М., Смирнова О.К., Константинов О.И. (СССР). - № 4792457/05; Заявлено 28.12.82; Оpubл. 15.03.92. Бюл. №10. – 12 с.
9. Давидзон М. И. Интенсификация массообменных процессов при крашении пряжи / М. И. Давидзон // Текстильная промышленность. – 1987. – №12. – с. 15-18.
10. Шарнина Л. В. Применение дисперсных полиэфирных красителей для однотонного крашения смешанных тканей / Л. В. Шарнина, И. Б. Блиничева // РЖХ. – 1987. – №11. – с. 75.
11. Мельников Б. Н. Современное состояние и перспективы развития технологии крашения текстильных материалов / Б. Н. Мельников, М. Н. Кириллова, А. П. Морыганов. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 233 с.
12. Мельников Б. Н. Теория и практика высокоскоростной фиксации красителей на текстильных материалах / Б. Н. Мельников, А. П. Морыганов, Ю. А. Калинин. – М. : Легпромиздат, 1989. – 209 с.
13. Xerography: a novel technique for textile printing // Text. Technol. Dig. – 1996. – Vol. 53, №10. – P. 64.
14. Technical revolutions in textile printing // Text. Technol. Dig. – 1996. –Vol. 53, №6. – Pt. 1. – P. 56.
15. Смирнова О.К. Диффузия дисперсных красителей в полиэтилентерефталатный материал в среде органических растворителей / О. К. Смирнова, Н. С. Дымникова // РЖХ. – 1986. – №12. – с. 54.
16. Забродин С. А. Влияние электрического тока на свойства получаемых окрасок при крашении лавсана / С. А. Забродин, В. Е. Мясоедов // Известия вузов. Технология текстил. пром-сти. – 1992. – №2 (206) – с. 57-60.
17. Забродин С. А. Влияние электрического тока на свойства получаемых окрасок при крашении лавсана / С. А. Забродин, В. Е. Мясоедов // РЖХ. – 1991. – №9. – с. 58.
18. Городничая Т.Ю. Интенсификация процессов окрашивания дисперсными красителями трикотажных полотен из полиэфирных волокон : Дис...канд. техн. наук: 05.19.03. – М., 1989. – 186 с.

19. А.с. 1636491, МКИ Д 06 М 15/643, 13/144. Способ для обработки текстильных материалов / П. А. Глубиш, Э. М. Рожко, Н. И. Степанчук, Ф. Б. Линецкая, Л. Р. Катанистая. – опубл. 23.03.91.
20. Кричевский Г. Е. Теория и практика подготовки текстильных материалов / Г. Е. Кричевский, А. Никитков. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 33 с.
21. Побединский В. С. Роль мочевины в ускорении процесса запарной микроволновой фиксации дисперсных красителей / В. С. Побединский, Г. А. Колохина, А. В. Гарелин // РЖХ. –1990. – №1. – с. 54.
22. Коновалова М. В. Влияние щелочной обработки полиэфирных текстильных материалов на их колористические характеристики при последующем крашении дисперсными красителями/ М. В. Коновалова, И. В. Гличева, Л. Т. Ковтун // РЖХ. – 1996. – №11. – с. 58-59.
23. Анохин В. В. Химия и физико-химия полимеров / В. В. Анохин. – К.: Вища школа, 1987. – 389 с.
24. Тарутина Л. И. Спектральный анализ полимеров / Л. И. Тарутина, Ф. О. Позднякова. – Л. : Химия, 1986. – 248 с.
25. Ганзюк А.Я. Інтенсифікація процесу колорювання поліефірних текстильних матеріалів дисперсними барвниками: дис...канд. техн. наук: 05.19.03 / Ганзюк Алла Ярославівна. – Х. 2004. – 171 с.
26. Органические синтетические красители: Каталог. – М.: НИОПИК, 1984 – 67 с.
27. Сарибеков Г. С. Справочник по отделке текстильных материалов / Г. С. Сарибеков. – К.: Техника, 1984. –350 с.
28. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов: Учебное пособие для вузов / Т. С. Новорадовская и др.; под ред. Г. Е. Кричевского. – М. : Легпромбытиздат, 1994. – 399 с.
29. Методы исследования в текстильной химии: Справочник / Под ред. Г. Е. Кричевского. – М.: Международная текстильная академия НПО “Текстильпрогресс” инженерной академии России, Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности, 1993. – 402 с.
30. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: Учебное пособие для вузов / В. Б. Алесковский, В. В. Бардин, Н. И. Булатов ; под ред. Алесковского В.Б. – Л. : Химия, 1988. – 376 с.
31. Ахназарова С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1998. – 320 с.
32. Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента: Справочное пособие / Л. З. Румшицкий. – М.: Наука, 1981. – 192 с.
33. Планирование эксперимента в технике / В. И. Барабашук, Б. П. Креденцер, В. И. Мирошниченко; под ред. Б.П. Креденцера. – К. : Техніка, 1984 – 200 с.
34. Венецкий И. Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе: справочник / И. Г. Венецкий, В. И. Венецкая. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Статистика, 1989. – 448 с.
35. Ивахненко А. Г. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным / А. Г. Ивахненко, Ю. П. Юрачковский. – М.: Радио и связь, 1987. – 116 с.
36. Ганзюк А. Я. Вплив інтенсифікаторів на дифузію дисперсних барвників в поліетилентерефталатний матеріал / А. Я. Ганзюк, Г. С. Сарібеков, О. І. Кулаков // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. – 2003. – №1(7). – с. 34 – 36.
37. Аскадский А. А. Химическое строение и физические свойства полимеров / А. А. Аскадский, Ю. И. Матвеев. – М.: Химия, 1983. – 250 с.
38. Луцык Р. В. Тепломассообмен при обработке текстильных материалов / Р. В. Луцык, Э. С. Малкин, И. И. Абаржи. – Киев: Наук. думка, 1993. – 344 с.
39. Ганзюк А.Я. Вплив різних факторів на граничну нафарбованість поліефірного волокна / Ганзюк А.Я., Кулаков О.І. // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2004. – №1. – с.107–111.

Referense

1. Zabashta V. N. Osnovy yntensyfykatsyy krasheniya polyэфумных волокон / V. N. Zabashta. – L.: Yzd-vo Lenynhr. un-ta, 1981. – 136 s.
2. Krychevskiy N. E. Khymycheskaia tekhnolohyia tekstylnykh materyalov: Uchebnyk dlia vuzov / N.E. Krychevskiy, M. V. Korchahyn, A. V. Senakhov. – M.: Lehprombytzdat, 1985. – 640 s.
3. Krychevskiy T. E. Tekstynaia khymyia. Yz KhKh v KhKh vek / T. E. Krychevskiy // Tekstynaia promyshlennost. – 2000. – №4. – s. 14-16.
4. Horodnychaia T. Yu. Yssledovanye yntensyfytsyruyushcheho vozdeystviya orhanycheskykh spyrtov y chetvertychnykh ammonyevykh soedyneni na protsess shchelochnoho hydrolyza polyetylentereftalatnykh волокон / T. Yu. Horodnychaia, Y. Yu. Tsarevskaia, L. N. Kovtun, N. E. Krychevskiy // RZhKh. – 1990. – №2. – s. 65.
5. Gunninghom Alan D. The controlled coloration oepoach for right dirst time dyeing of polyester / Gunninghom Alan D. // Text Chem. and Color. – 1997. – Vol. 29, №1. – r. 23 - 25.
6. Aizenshtein Э. М. Khymycheskye volokna. Perspektivy proizvodstva y pryimeneniya / Э. М. Aizenshtein // Tekstynaia khymyia. – 2000. – №2 (18). Spetsyalnyi vyputsk. – s. 22-28.
7. Melnykov B. N. Teoryia y praktyka vysokoskorostnoi fykatsyy krasytelei na tekstylnykh materyalakh / B. N. Melnykov, A. P. Morghanov, Yu. A. Kalynnykov. – M.: Lehprombytzdat, 1989. – 207 s.
8. A.s. 1719501 SSSR, MKY D 0G R 5/04. Sposob krasheniya tekstynoho materyala / Padokhyn V.A., Morghanov A.P., Semenov V.M., Smyrnova O.K., Konstantynov O.Y. (SSSR). - № 4792457/05; Zaiavleno 28.12.82; Opubl. 15.03.92. Biul. №10. – 12 s.
9. Davydzon M. Y. Yntensyfykatsyia massoobmennnykh protsessov pry krashenyi priazhy/ M. Y. Davydzon // Tekstynaia promyshlennost. – 1987. – №12. – s. 15-18.
10. Shamyna L. V. Prymeneniye dyspersnykh polyэфумных krasytelei dlia odnotonnoho krasheniya smeshannykh tkanei / L. V. Shamyna, Y. B. Blynycheva // RZhKh. – 1987. – №11. – s. 75.

11. Melnykov B. N. *Sovremennoe sostoianie y perspektivy razvutiya tekhnolohyy krasheniya tekstylnykh materialov* / B. N. Melnykov, M. N. Kurylova, A. P. Morghanov. – M.: Lehkaia y pyshchevaia promyshlennost, 1983. – 233 s.
12. Melnykov B. N. *Teoriya y praktyka vysokoskorostnoi fyksatsyy krasytelei na tekstylnykh materialakh* / B. N. Melnykov, A. P. Morghanov, Yu. A. Kalynnikov. – M.: Lehpromyzzdat, 1989. – 209 s.
13. Xerography: a novel technique for textile printing // *Text. Technol. Dig.* – 1996. – Vol. 53, №10. – R. 64.
14. Technical revolutions in textile printing // *Text. Technol. Dig.* – 1996. – Vol. 53, №6. – Pt. 1. – P. 56.
15. Smurnova O.K. *Dyffuziia dyspersnykh krasytelei v polyetilentereftalatnyi material v srede orhanycheskykh rastvorytelei* / O. K. Smurnova, N. S. Dymnykova // *RZhKh.* – 1986. – №12. – s. 54.
16. Zbrodyn S. A. *Vliyaniye elektrycheskogo toka na svoistva poluchaemykh okrasok pry krashenyy lavsana* / S. A. Zbrodyn, V. E. Miasoedov // *Yzvestiya vuzov. Tekhnolohiya tekstyl. prom-sty.* – 1992. – №2 (206) – s. 57-60.
17. Zbrodyn S. A. *Vliyaniye elektrycheskogo toka na svoistva poluchaemykh okrasok pry krashenyy lavsana* / S. A. Zbrodyn, V. E. Miasoedov // *RZhKh.* – 1991. – №9. – s. 58.
18. Horodnychaia T.Iu. *Yntensyfykatsiya protsessov okrasuvaniya dyspersnykh krasyteliamy trykotazhnykh poloten yz polyefimnykh volokon* : Dys...kand. tekhn. nauk: 05.19.03. – M., 1989. – 186 s.
19. A.s. 1636491, МКУ D O6 M 15/643, 13/144. *Sposob dlia obrabotky tekstylnykh materialov* / P. A. Hlubysh, Э. М. Rozhko, N. Y. Stepanchuk, F. B. Lynetskaia, L. R. Katanystaia. – opubl. 23.03.91.
20. Krychevskiy H. E. *Teoriya y praktyka podgotovky tekstylnykh materialov* / H. E. Krychevskiy, A. Nyktykov. – M.: Lehprombytzdat, 1989. – 33 s.
21. Pobedynskiy V. S. *Rol mochevyny v uskorenny protsess zaparnoi mykrovolnovoi fyksatsyy dyspersnykh krasytelei* / V. S. Pobedynskiy, H. A. Kolokhyna, A. V. Harelyn // *RZhKh.* – 1990. – №1. – s. 54.
22. Konovalova M. V. *Vliyaniye shchelochnoi obrabotky polyefimnykh tekstylnykh materialov na ykh kolorystycheskye kharakterystyky pry posleduiushchem krashenyy dyspersnykh krasyteliamy* / M. V. Konovalova, Y. V. Hlycheva, L. T. Kovtun // *RZhKh.* – 1996. – №11. – s. 58-59.
23. Anokhyn V. V. *Khymiya y fizyko-khymiya polymerov* / V. V. Anokhyn. – K.: Vyshcha shkola, 1987. – 389 s.
24. Tarutyna L. Y. *Spektralnyi analiz polymerov* / L. Y. Tarutyna, F. O. Pozdniakova. – L.: Khymiya, 1986. – 248 s.
25. Hanzhiuk A.Ia. *Intensyfikatsiia protsesu koloruvanniia poliefimnykh tekstylnykh materialiv dyspersnymy barvnykamy: dys...kand. tekhn. nauk: 05.19.03 / Hanzhiuk Alla Yaroslavivna.* – Kh. 2004. – 171 s.
26. *Orhanycheskye syntetycheskye krasytely: Katalog.* – M.: NYOPYK, 1984 – 67 s.
27. Sarybekov H. S. *Spravochnyk po otdelke tekstylnykh materialov* / H. S. Sarybekov. – K.: Tekhnika, 1984. – 350 s.
28. *Laboratormyi praktikum po khymycheskoi tekhnolohyy tekstylnykh materialov: Uchebnoe posobyе dlia vuzov* / T. S. Novoradovskaia y dr.; pod red. H. E. Krychevskoho. – M.: Lehprombytzdat, 1994. – 399 s.
29. *Metody yssledovaniya v tekstylnoi khymyy: Spravochnyk / Pod red. H. E. Krychevskoho.* – M.: Mezhdunarodnaia tekstylnaia akademiya NPO “Tekstylprogress” yzhenennoy akademyi Rossyy, Rossiyskiy zaochnyy unistyut tekstylnoi y lehkoй promyshlennosti, 1993. – 402 s.
30. *Fizyko-khymycheskye metody analiza. Prakticheskoe rukovodstvo: Uchebnoe posobyе dlia vuzov* / V. B. Aleskovskiy, V. V. Bardyn, N. Y. Bulatov ; pod red. Aleskovskoho V.B. – L.: Khymiya, 1988. – 376 s.
31. Akhnazarova S. L. *Optymyzatsiya eksperymenta v khymyy y khymycheskoi tekhnolohyy* / S. L. Akhnazarova, V. V. Kafarov. – M.: Vysshhaia shkola, 1998. – 320 s.
32. Rumshyskiy L.Z. *Matematycheskaia obrabotka rezultatov eksperymenta: Spravochnoe posobyе* / L. Z. Rumshyskiy. – M.: Nauka, 1981. – 192 s.
33. *Planirovaniye eksperymenta v tekhnike* / V. Y. Barabashchuk, B. P. Kredentser, V. Y. Myroshnychenko; pod red. B.P. Kredentsera. – K.: Tekhnika, 1984 – 200 s.
34. Venetskiy Y. H. *Osnovnyye matematyko-statystycheskye ponyatiya y formuly v ekonomycheskom analize: spravochnyk* / Y. H. Venetskiy, V. Y. Venetskaia. – 2-e yzd., pererab. y dop. – M.: Statystyka, 1989. – 448 s.
35. Yvakhnenko A. H. *Modelirovaniye slozhnykh system po eksperimentalnym dannym* / A. H. Yvakhnenko, Yu. P. Yurachkovskiy. – M.: Radio y sviaz, 1987. – 116 s.
36. Hanzhiuk A. Ya. *Vplyv intensyfykatoriv na dyfuziiu dyspersnykh barvnykiv v polietylentereftalatnyi material* / A. Ya. Hanzhiuk, H. S. Saribekov, O. I. Kulakov // *Problemy lehkoй y tekstylnoi promyshlennosti Ukrainy.* – 2003. – №1(7). – s. 34 – 36.
37. Askadskiy A. A. *Khymycheskoe stroeniye y fizycheskye svoistva polymerov* / A. A. Askadskiy, Yu. Y. Matveev. – M.: Khymiya, 1983. – 250 s.
38. Lutsyk R. V. *Temlassoobmen pry obrabotke tekstylnykh materialov* / R. V. Lutsyk, Э. S. Malkyn, Y. Y. Abazhy. – Kyev: Nauk. dumka, 1993. – 344 s.
39. Hanzhiuk A.Ia. *Vplyv riznykh faktoriv na hranychnu nafarbovanist poliefirnogo volokna* / Hanzhiuk A.Ia., Kulakov O.I. // *Visnyk Tekhnolohichnoho universytetu Podillia.* – 2004. – №1. – s.107–111.

Надійшла / Paper received : 15.11.2020 р. Надрукована/Printed :04.01.2021 р.