

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-295-9-91-99>

УДК 677.21.027.5:628.337

СТВОРЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИБИВАННЯ БАВОВНЯНОЇ ТКАНИНИ ПІГМЕНТАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ КАТОЛІТУ - ПРОДУКТУ ЕЛЕКТРОАКТИВАЦІЇ ВОДИ

Коваль М.Г., Романенко Н.Г., Столяренко Г.С.

CREATION OF A RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY FOR DYEING COTTON FABRIC WITH PIGMENTS USING CATHOLITE, A PRODUCT OF WATER ELECTROACTIVATION

Koval M.H., Romanenko N.H., Stoliarenko H.S.

Текстильна промисловість займає одну з провідних позицій у виробничому секторі як світу, так і України. Підвищений попит на якісні тканини внаслідок стрімкого розвитку швейної та взуттєвої промисловості вимагає нових технологічних рішень для їх виготовлення, що приведе до зменшення собівартості готової продукції, зменшення витрат барвників (пігментів) та екологічності процесів фарбування та вибивання фарбувально-опоряджувальних виробництв. Актуальність роботи визначається необхідністю створення ресурсозберігальних технологій пігментного вибивання текстильних матеріалів що передбачає зменшення витрат пігментів та допоміжних речовин, усунення їдких шкідливих для людського організму інгредієнтів вибивної фарби, зменшення екологічного навантаження на довкілля. Метою статті є створення ресурсозберігальної технології вибивання бавовняної тканини бязь пігментними барвниками шляхом мінімізації складу пігментної вибивної фарби з використання рідкого продукту електроактивації води – католіту; дослідження вибитих зразків тканин за стійкістю та інтенсивністю одержаних забарвлень. У роботі наведені результати експериментальних досліджень, здійснених у виробничих умовах діючого текстильного підприємства, щодо створення нового складу вибивної пігментної фарби, в якій токсичний і шкідливий 25%-ний розчин амоніаку замінений на рідкий продукт електроактивації води католіт ($pH=10\pm0,5$), що дало можливість зменшити витрати компонентів вибивної фарби (загусника, зв'язуючого компоненту і пігменту) на 10% кожного у порівнянні із базовою технологією. У статті представлено, що запропонована композиція вибивної фарби із новим складом з використанням

католіту забезпечує інтенсивність забарвлення на рівні 97-103% (у порівнянні із інтенсивністю 100% за базовим складом), стійкість забарвлення бавовняної тканини до сухого й мокрого тертя, прання з використанням мила та «потовиділення» на рівні 3-5 балів, що свідчить про перспективність створення ресурсозберігальної технології пігментного вибивання бавовняних тканин з використанням католіту.

Ключові слова: пігментна фарба, вибивання, бавовняна тканина, електроактивація води, католіт, розчин амоніаку, ресурсозберігальна технологія.

Вступ. Конкурентоспроможність текстильної продукції на світовому ринку визначається перш за все її економічними та екологічними показниками. Текстильна продукція, яка випускається в Україні, характеризується високою собівартістю, великими витратами води й тепла, що значно впливає на її конкурентну спроможність. Тому, розробка ресурсозберігальних технологій, що передбачають зменшення витрат текстильних барвників й води є актуальним питанням технології текстильних матеріалів.

Найбільш ефективною та перспективною технологією кольорування тканини є технологія пігментного вибивання. Тканини, оздоблені вибиванням пігментами, становлять 50–90 % від усього об'єму вибитих тканин в різних країнах. В Європі майже половина всіх матеріалів (тканин, трикотажу, нетканих матеріалів)

кольоруються пігментами. З їх допомогою досягаються яскраві забарвлення на всіх видах текстильних матеріалів [1].

Вибивання тканини пігментами – технічно не складний спосіб візерунчастого кольорування тканини й економічно більш вигідний щодо обробної вартості використання матеріалів [2]. Проте, використання технології пігментного вибивання тканини має ряд недоліків: наявність екологічно небезпечної речовини у складі зв'язуючих компонентів і стабілізаторів – їдкого та шкідливого для людського організму 25%-ного розчину амоніаку, що вимагає значних витрат на організацію виробництва й утилізацію відходів; невисока стійкість кольору до сухого та мокрого тертя (особливо в темних кольорах); жорсткість пофарбованого матеріалу; значні витрати складових вибивної фарби: пігментів, загусника, зв'язуючого компоненту [3].

Актуальність роботи визначається необхідністю створення ресурсозберігальної технології вибивання текстильних матеріалів із використанням електроактивованих водних систем, що передбачає зниження собівартості текстильної продукції, зменшення витрат пігментів та допоміжних речовин, усунення їдких шкідливих для людського організму інгредієнтів вибивної фарби, зменшення екологічного навантаження на довкілля.

Електрохімічна активація водних середовищ є відносно новою технологією. Досліджено, що лужна частина активованого середовища (католіт) має мийні властивості. Католіт є екологічно чистою альтернативою звичайним мийним засобам на основі фосфатів. У роботі [4] науковці досліджували мийні властивості католіту, як рідкого продукту електрохімічно активованого середовища води, як можливої альтернативи традиційним пральним порошкам. Нефарбований поліамід був забруднений кукурудзяним крохмалем, мінеральною олією, олеїновою кислотою, морфоліном, рослинним жиром, бутанолом. Частина забрудненої тканини була збережена як контрольна і не піддавалася пранню. Забруднена тканина була випрана при температурах 30 °C й 40 °C з використанням дистильованої води. Мийний засіб створений шляхом змішування католіту й нефосфатного мийного засобу в пропорції 50/50. Під час експериментальних досліджень встановлено, що розчин католіт/нефосфатний мийний засіб у співвідношенні 50/50 був більш ефективним для видалення бруду і плям при температурі 40 °C.

У роботі [5] науковці досліджували вплив католіту на деякі властивості тканини поліамід. Результати показують, що прання з католітом призвело до втрати міцності на розрив, хоча ця втрата не була значно більшою, ніж втрати, спричинені мийним засобом. Тканина стала жорсткішою після прання з католітом, хоча все ще не такою жорсткою, якщо порівнювати з тією ж тканиною, відіпраною з мийним засобом. Відновлення складок тканини поліамід покращується після прання з католітом. Зміна розмірів, що відбулися при пранні тканини поліамід католітом, була незначною.

Науковці [6] експериментальним шляхом довели, що католіт – це електрохімічно активоване водне середовище, яке не має шкідливого впливу на водні системи. рН і мийні властивості католіта залишаються в зміненому стані метастабільності протягом 48 год, згодом повертаючись до стану до активації. Вплив католіту на зовнішні властивості фарбованої бавовни порівнювали з безфосфатним мийним засобом та оцінювали. Прання бавовни з католітом викликало дещо меншу стійкість кольору, вищу стійкість до прання (з барвником реактивним чорним) та менше фарбування (з барвником прямим чорним). Використання безфосфатного мийного засобу привело до меншого фарбування. Вплив католіту та мийного засобу на стійкість кольору до сухого та вологого тертя був практично однаковим. Католіт має високий потенціал як екологічно чиста альтернатива пральним порошкам для сталого споживання бавовняного текстилю.

Науковиця Черкаського державного технологічного університету (Україна) [7] досліджувала можливість використання рідких продуктів електроактивації води католіту й аноліту у складі фарбувальних фанн як інтенсифікаторів процесу фарбування текстильних матеріалів прямими, активними та дисперсними барвниками.

Метою статті є створення ресурсозберігальної технології вибивання бавовняної тканини бязь пігментними барвниками шляхом мінімізації складу пігментної вибивної фарби з використання рідкого продукту електроактивації води – католіту; дослідження вибитих зразків тканин за стійкістю та інтенсивністю одержаних забарвлень.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Термін „активація” означає тимчасове відхилення властивостей речовини,

індукційоване зовнішньою дією, від стану термодинамічної рівноваги при незмінній температурі і хімічному складі елементів до і після виконаної дії. Речовина в термодинамічно нерівноважному (метастабільному чи активованому) стані володіє надлишком внутрішньої потенційної енергії, яка поступово розсіюється, або може витрачатися при різних фізико-хімічних взаємодіях. Ці властивості і зумовлюють аномальну активність води. На відміну від традиційного електролізу, головною задачею якого є отримання в чистому вигляді продуктів електрохімічних реакцій, електрохімічна активація застосовується для надання воді обумовлених вище функціональних властивостей [4].

З метою інтенсифікації технологічних процесів фарбування та вибивання текстильних матеріалів, зменшення концентрації барвників та об'ємів використаної при цьому води, все більшого поширення набувають електрохімічні методи фізичної та фізико-хімічної активації технологічних розчинів. Одним із таких ефективних методів є використання електроактивованих водних систем, застосування яких не тільки інтенсифікує сорбційно-дифузійні процеси опорядження текстильних матеріалів, а й надає можливість досягти стабільних результатів при більш низьких концентраціях реагентів [7].

Для визначення можливості використання рідких продуктів електроактивації води у фарбувально-опоряджувальному виробництві та з метою інтенсифікації процесів фарбування та вибивання текстильних матеріалів були проведені дослідження щодо використання католіту у складі вибивних композицій.

Процес електрохімічної активації водопровідної води здійснювався на лабораторному діафрагмовому електролізері. Блок-схема включає: перетворювач ПТО-М-230-50-У4, ванну, мідні штанги, на яких кріпляться електроди, електроди (катод – сталь Х12Н18Т10; анод – титан). Габаритні розміри електролізера: 380 мм х 260 мм х 330 мм. Катодна і анодна камери мають зливні отвори. Після відключення напруги рідкі продукти активації зливаються в спеціальні ємкості (рис. 1).

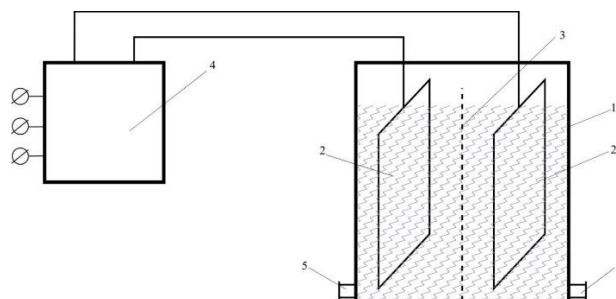


Рис. 1. Схема електролізера:

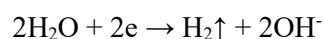
1 – корпус ванни; 2 – електроди; 3 – діафрагма;
4 – перетворювач; 5 – зливні отвори

Діафрагмою є пориста діелектрична перегородка із бейлінгового полотна, розміщена між електродами електролізера, яка перешкоджає змішуванню об'ємів води та продуктів активації у анодній та катодній електродних камерах після припинення подачі енергії.

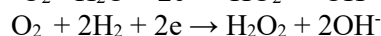
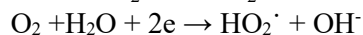
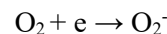
У лабораторних умовах процес електроактивації полягав у тому, щоб пропустити постійний електричний струм силою 22А, напругою 200-220В упродовж 40 хвилин через відповідний об'єм води в електролізері.

Рідкими продуктами електроактивації води є католіт ($\text{pH} = 10 \pm 0,5$) та аноліт ($\text{pH} = 3 \pm 0,5$).

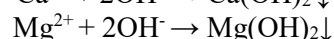
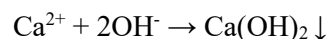
Внаслідок процесу катодна камера насичується продуктами катодних електрохімічних реакцій: воднем, гідроксид-іонами, гідроксидами металів, які утворюються із розчинних у воді солей:



Розчинений у воді кисень може відновлюватись:

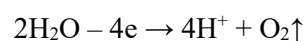


У питній (водопровідній) воді знаходяться розчинені солі лужних та лужно-земельних металів, зокрема солі Ca^{2+} , Mg^{2+} , які утворюють біля катоду відповідні гідроксиди:

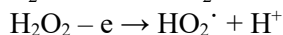
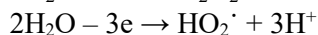
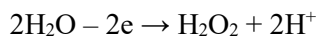


Утворений розчин називають католітом.

В анодній камері вода насичується продуктами окислення:



На поверхні електроду протікають реакції:



Утворений розчин називається анолітом. Похибка досліду складає від 0,5 до 1,5%.

Базовою вибивною фарбою, з якою проводилися дослідження, є композиція пігментної фарби фірми "Ciba" (Швейцарія), за якою працює ПрАТ "Черкаський шовковий комбінат" («ЧШК», м. Черкаси, Україна) [8]. Рецептuru базової пігментної фарби наведена в табл. 1. Кількість пігменту у фарбі визначається кількістю зв'язуючого компоненту. Кількість чорного пігменту на 1000г фарби складає 40г, кількість кольорових пігментів (червоного, зеленого) – 20г.

Таблиця 1

Склад базової вибвної фарби

Назва компоненту	Маса, г
Загусник Alcoprint PTP	18
Зв'язуючий компонент Alcoprint РВ-НС	180
Фіксатор Alcoprint PFL	20
Пом'якшувач Alcoprint PSC	15
25% розчин амоніаку	5
Вода водопровідна	762
Всього:	1000

Технологія приготування пігментної вибвної фарби полягає у наступному. У бачок (скляний, фарфоровий, керамічний) з необхідною кількістю водопровідної води, додають 25% розчин амоніаку. При постійно працюючій швидкісній мішалці тоненькою цівкою заливається частина загусника та інші компоненти фарби в такій послідовності: зв'язуючий компонент, пом'якшувач, залишкова кількість загусника, фіксатор. Утворену суміш ретельно перемішують до одержання однорідної маси. Додають пігмент і знову ретельно перемішують до одержання маси з рівномірним кольором. У лабораторних умовах в якості швидкісної мішалки використовувався електрозмішувач "Еліта" ВР-201 (Україна) [9].

Для виконання досліджень використовувалися пігментні суспензії UNISPERSE G LIQ чорного, UNISPERSE G LIQ червоного, UNISPERSE GL LIQ зеленого.

Загусник Alcoprint PTP є синтетичною сполукою у вигляді рідкої дисперсії на основі акрилових полімерів – рідкозшитий співполімер

бутилакрилату і метакрилової кислоти (рис. 2) виробництва фірми "Ellade Colloid" (Великобританія), в якій загусник у неіонізованій формі диспергований у вуглецево-водневому розчиннику:

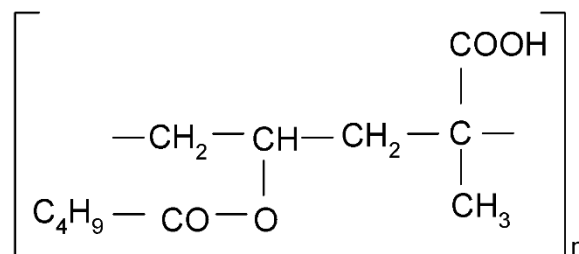
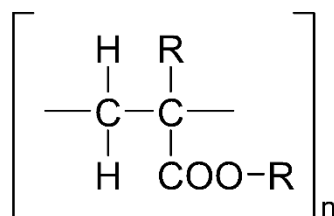


Рис. 2. Структурна схема співполімеру бутилакрилату та метакрилової кислоти

Концентрація дисперсії загусника складає 50-60% [10]. Дисперсія відрізняється високою однорідністю частинок, розмір яких (до 1 мкм) зумовлює велику поверхню контакту загусника з розчинником, що сприяє його швидкому набухання під час додавання води та лужного компоненту.

Зв'язуючий компонент Alcoprint РВ-НС. Це полімерний плівкоутворюючий поліакрилат, який утримує пігмент на текстильному матеріалі.



де R – вуглеводневий радикал

Фіксатор Alcoprint PFL. Препарат, що забезпечує поперечне зшивання зв'язуючого компоненту і текстильного матеріалу, покращує показники міцності.

Пом'якшувач Alcoprint PSC використовується для збереження природної м'якості текстильних матеріалів.

Стабілізатор – 25% розчин амоніаку $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Водний розчин стабілізатора є середовищем для найбільш ефективного набухання загусника. Наявність стабілізатора усуває агрегацію частинок барвника (пігменту), розшаровування і обсихання загустки, гальмує

передчасну полімеризацію і поліконденсацію зв'язуючого компоненту.

Тканина, яку піддавали пігментному вибиванню Бязь (арт. 5107), виготовлена на ПрАТ «ЧШК».

Робота виконувалася у реальних виробничих умовах вибивного цеху ПрАТ «Черкаський шовковий комбінат» (м. Черкаси, Україна)

В якості інтенсифікатора процесу вибивання тканини використовувався рідкий продукт електроактивації води – католіт ($\text{pH}=10\pm0,5$). На основі базової фарбувальної композиції створювався новий склад вибивних фарб із заміною 25% розчину амоніаку і водопровідної води на католіт та зменшенням кількості деяких компонентів. Склад вибивних фарб наведено в табл. 2, 3, 4, де позначено:

1* - базова композиція вибивної фарби (ПрАТ «ЧШК»);

2* - вибивна фарба із заміною 25% розчину амоніаку та водопровідної води католітом;

3* - вибивна фарба із заміною 25% розчину амоніаку та водопровідної води католітом із зменшенням загусника і зв'язуючого компоненту на 10%;

4* - вибивна фарба із заміною 25% розчину амоніаку та водопровідної води католітом із зменшенням загусника, зв'язуючого компоненту і пігментного барвника на 10% кожного.

Таблиця 2

**Склад вибивних фарб із пігментом чорним
UNISPERSE G LIQ**

Склад, г	1*	2*	3*	4*
Назва компонентів				
Пігмент чорний UNISPERSE G LIQ	40	40	40	36
Загусник Alcoprint PTP	18	18	16,2	16,2
Зв'язуючий компонент Alcoprint PB-NC	180	180	162	162
Фіксатор Alcoprint PFL	20	20	20	20
Пом'якшувач Alcoprint PSC	15	15	15	15
25%-ний розчин амоніаку	5	-	-	-
Вода водопровідна	762	-	-	-
Католіт	-	767	786,8	786,8

Таблиця 3

**Склад вибивних фарб з пігментом червоним
UNISPERSE G LIQ**

Склад, г	1*	2*	3*	4*
Назва компонентів				
Пігмент червоний UNISPERSE G LIQ	20	20	20	18
Загусник Alcoprint PTP	18	18	16,2	16,2
Зв'язуючий компонент Alcoprint PB-NC	180	180	162	162
Фіксатор Alcoprint PFL	20	20	20	20
Пом'якшувач Alcoprint PSC	15	15	15	15
25%-ний розчин амоніаку	5	-	-	-
Вода водопровідна	762	-	-	-
Католіт	-	767	786,8	786,8

Таблиця 4

**Склад вибивних фарб з пігментом зеленим
UNISPERSE G LIQ**

Склад, г	1*	2*	3*	4*
Назва компонентів				
Пігмент зелений UNISPERSE G LIQ	20	20	20	18
Загусник Alcoprint PTP	18	18	16,2	16,2
Зв'язуючий компонент Alcoprint PB-NC	180	180	162	162
Фіксатор Alcoprint PFL	20	20	20	20
Пом'якшувач Alcoprint PSC	15	15	15	15
25%-ний розчин амоніаку	5	-	-	-
Вода водопровідна	762	-	-	-
Католіт	-	767	786,8	786,8

Вибивання зразків тканини Бязь арт. 5107 здійснювалося на лабораторному столі за допомогою плоского сіткового шаблону та раклі. Після вибивання зразки сушили на повітрі протягом 10 хв., а потім стабілізували в сушильній шафі протягом 3 хв. при температурі 160°C.

Кольорові характеристики зразків тканини визначалися на автоматичній комп'ютерній системі об'єктивного вимірювання кольору "VN-Color Magic" (Данія). Відносна похибка вимірювань становить $\pm 0,5\%$. Показники значень кольорових характеристик наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Колірні характеристики вибитих зразків тканини

Тканина	Пігмент	Склад вибивної фарби	Зміни колірних характеристик одержаних забарвлень			
			Світлота	Чистота	Відтінок	Інтенсивність забарвлення, % (відповідно до еталону за складом $1 * 100\%$)
Бязь арт. 5107	Чорний UNISPERSE G LIQ	2*	2,17	-0,12	0,17	69,76
		3*	0,55	-0,14	0,06	97,50
		4*	0,41	-0,47	0,17	99,01
	Червоний UNISPERSE G LIQ	2*	-0,72	4,45	2,58	91,72
		3*	-0,55	2,60	2,02	113,29
		4*	-1,2	4,25	3,22	103,53
	Зелений UNISPERSE GL LIQ	2*	1,12	-0,84	0,71	89,74
		3*	0,74	-0,68	0,19	94,63
		4*	0,55	-0,12	0,04	97,50

Таблиця 6

Якісні показники одержаних забарвлень тканини Бязь арт. 5107

Пігмент	Склад вибивної фарби	Міцність пофарбувань, бали			
		Сухе тертя	Мокре тертя	Прання з використанням мила	Стійкість кольору до «потовиділення»
Чорний UNISPERSE G LIQ	1*	4	3	5	5
	2*	4-5	3	5	5
	3*	3-4	3-4	5	5
	4*	4	3-4	5	5
Червоний UNISPERSE G LIQ	1*	3	3	5	5
	2*	2-3	3	5	5
	3*	2	3-4	5	5
	4*	3	3-4	5	5
Зелений UNISPERSE GL LIQ	1*	3-4	3	5	5
	2*	4	3	5	5
	3*	3-4	3-4	5	5
	4*	4	3-4	5	5

Згідно отриманих результатів найкращі показники інтенсивності вибивання мають зразки тканин вибиті пігментами за складом 3* і 4* з використанням червоного пігменту UNISPERSE G LIQ. Близькими за інтенсивністю вибивання до базової рецептури показники вибитих зразків на тканині Бязь за складом 3* і 4* з використанням пігментів чорного UNISPERSE G LIQ і зеленого UNISPERSE GL LIQ. Показники інтенсивності фарбування зразків, пофарбованих вибивними фарбами 3* і 4* можна пояснити ймовірністю переходу молекул пігментних барвників та інших компонентів фарби у збуджений стан в активованому водному середовищі католіту [11].

Якість та стійкість одержаних забарвлень визначалися шляхом їх порівняння з еталонем,

якими слугували зразки ПрАТ «ЧШК», та визначенням стійкості фарбування згідно з діючими державними стандартами України та міжнародними стандартами ISO (ДСТУ 3998-2000 [12], ДСТУ ISO 105-X12:2016 (до сухого тертя) [13], ДСТУ ISO 105-A02:2005 («Шкала сірих еталонів») [14], ДСТУ EN ISO 105-C10:2020 (прання з використанням мила) [15], ДСТУ ISO 11641:2012 (стійкість кольору до потовиділення) [16]. Стійкість забарвлення до сухого тертя вимірюють на приладі "Stainingtester" (фірма «Computex», Угорщина) згідно до ДСТУ ISO 105-X12:2016 [13]: по зразку досліджуваної тканини довжиною 10см головка приладу, яка обтягнута білою бавовняною тканиною, під навантаженням 9Н здійснює 10 ходів вперед і назад. Для випробування беруть не менше трьох зразків. За

результат приймають середнє арифметичне всіх вимірювань. Результати досліджень представлені в таблиці 6.

Зразки тканин, забарвлених пігментними фарбами за складом 4* мають міцність пофарбувань на рівні 3-4 балів, відношення до прання з використанням мила і до «потовиділення» – 5 балів у порівнянні із еталонним 1*.

Висновки. Рідкими продуктами електрохімічної активації води є католіт та аноліт. Католіт має лужне середовище ($\text{pH} = 10 \pm 0,5$), аноліт кисле середовище ($\text{pH} = 3 \pm 0,5$).

На основі базової вибивної композиції створено новий склад вибивних фарб із заміною 25%-ного розчину амоніаку і водопровідної води на католіт, що дало можливість зменшити витрати загусника, зв'язуючого компоненту і пігменту на 10% кожного у порівнянні із базовою технологією.

Запропонована композиція вибивної фарби із новим складом з використанням католіту та зменшеною кількістю загусника, зв'язуючого компоненту і пігменту на 10% кожного забезпечує інтенсивність забарвлення на рівні 97-103% (у порівнянні із базовим складом 100%), стійкість забарвлення бавовняної тканини до дії сухого й мокрого тертя, прання з використанням мила та «потовиділення» на рівні 3-5 балів.

Використання католіту, як рідкого продукту електроактивації води, та вилучення шкідливого для людського організму компоненту у складі вибивної фарби 25%-ного розчину амоніаку, дозволяє зменшувати кількості основних складових компонентів та власне пігментного барвника, що свідчить про перспективність створення ресурсозберігальної технології пігментного вибивання бавовняних тканин.

Л і т е р а т у р а

1. Качук Д.С., Міщенко Г.В., Назарова В.В. Дослідження можливості зниження енерговитрат при друкуванні пігментними складами на основі акрилових сополімерів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2012, №4. С. 178-182. URL: https://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2012_4/36kac.pdf.
2. Поліщук С.О. Прогресивні зміни у колоризації текстильних матеріалів під впливом екологічних та економічних вимог. *Легка промисловість*. 2003. №4. С. 53.
3. Nur N. Textile Pigment Printing: Chemistry of Binders. 2021. URL: <https://textilefocus.com/textile-pigment-printing-chemistry-binders/>. (дата звернення 20.09.2025).
4. Heerden N., Steyn H., Schall R. Soil Removal Efficacy of Catholyte on Polyamide 6.6 Fabric. *Chinese Business Review*. 2012, Vol. 11, No. 7, P. 682-689. URL: <https://doi.org/10.17265/1537-1506/2012.07.008>.
5. Cronje N., Steyn H., Schall R. A comparison of the influence of catholyte vs phosphate detergent on the mechanical properties of polyamide 6,6 woven fabric. *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences*. 2013. Vol 41. P. 1-10. URL: <https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/EJC140363>.
6. Cronjé N., Steyn H., Schall R. Catholyte as an environmentally friendly detergent: effect on the colourfastness of black dyed textiles. *The Journal of The Textile Institute*. 2020. Vol. 111, P. 1462-1469. URL: <https://doi.org/10.1080/00405000.2019.1703489>.
7. Романенко Н.Г. Фізико-хімічні основи застосування електроактивованих водних систем в технологіях опорядження текстильних матеріалів: Дис... докт. техн... наук: 05.19.03 Херсон, 2003. 374с.
8. Пігменти Unisperse і композиція для пігментного вибивання Alcoprint P System. Технічна інформація. 2020. 8с.
9. Діхтяренко (Коваль) М.Г. Інтенсифікація процесу вибивання текстильних матеріалів пігментними барвниками завдяки використанню електроактивованих водних систем. *Легка промисловість*. 200. № 3. С. 44-45.
10. Міщенко А.В., Сарібеков Г.С. Пігментна технологія колорирування текстильних матеріалів: переваги та перспективи використання в Україні. *Легка промисловість*. 2000. №1. С. 56.
11. Діхтяренко (Коваль) М.Г., Романенко Н.Г. Дослідження стану пігментних барвників в католіті. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2007. № 3-4. С. 200 – 204.
12. DSTU 3998-2000. Державний стандарт України. Матеріали та вироби текстильні, трикотажні, швейні та шкіряні. Терміни та визначення, чинний від 2001. URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=94911>. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2001. 20 с. (дата звернення 01.10.2025).
13. DSTU ISO 105-X12:2016. International Standard. Textile materials. Determination of colour fastness. Part X12. Method for determining the friction resistance of colouring. International Organization for Standardization. Technical Committee ISO/TC 38. 2016. Textiles. Geneva, Switzerland. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:105:-X12:ed-6:v1:en> (дата звернення 01.10.2025).

14. DSTU ISO 105 A02:2005. International Standard. Textile materials. Determination of colour fastness. Part A02. Grey scale for assessing colour change. 2005. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:105:-A02:ed-4:v1:cor:2:v1:en>. (дата звернення 01.10.2025).
 15. DSTU EN ISO 105-C10:2020 (EN ISO 105-C10:2007, IDT; ISO 105-C10:2006, IDT. International Standard. Materials are textile. Test method for colour fastness. Part C10. Colour fastness to washing with soap or soap and soda. 2007. Geneva, Switzerland. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_en_iso_105-c10_2020.pdf. (дата звернення 01.10.2025).
 16. ISO 11641:2012. Colour fastness tests. Colour fastness to sweating. 2012. URL: <https://www.iso.org/standard/54445.html>. (дата звернення 01.10.2025).
- References
1. Kachuk D.S., Mishchenko G.V., Nazarova V.V. Research into the possibility of reducing energy consumption when printing with pigment compositions based on acrylic copolymers. *Bulletin of Khmelnytsky National University*. 2012, № 4. P. 178–182. URL: https://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2012_4/36kac.pdf.
 2. Polischuk S.O. Progressive changes in the colouring of textile materials under the influence of environmental and economic requirements. *Light Industry*. 2003. № 4. P. 53.
 3. Nur N. Textile Pigment Printing: Chemistry of Binders. 2021. URL: <https://textilefocus.com/textile-pigment-printing-chemistry-binders/>. (дата звернення 20.09.2025).
 4. Heerden N., Steyn H., Schall R. Soil Removal Efficacy of Catholyte on Polyamide 6.6 Fabric. *Chinese Business Review*. 2012, Vol. 11, No. 7, P. 682–689. URL: <https://doi.org/10.17265/1537-1506/2012.07.008>.
 5. Cronje N., Steyn H., Schall R. A comparison of the influence of catholyte vs phosphate detergent on the mechanical properties of polyamide 6,6 woven fabric. *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences*. 2013. Vol 41. P. 1–10. URL: <https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/EJC140363>
 6. Cronjé N, Steyn H., Schall R. Catholyte as an environmentally friendly detergent: effect on the colourfastness of black dyed textiles. *The Journal of The Textile Institute*. 2020. Vol. 111, P. 1462–1469. URL: <https://doi.org/10.1080/00405000.2019.1703489>.
 7. Romanenko N.G. Physicochemical fundamentals of the application of electroactivated aqueous systems in textile finishing technologies: Doctoral thesis in technical sciences: 05.19.03 Kherson, 2003. 374 p.
 8. Unisperse pigments and composition for pigment printing Alcoprint P System. Technical information. 2020. 8 p.
 9. Dikhtyarenko (Koval) M.G. Intensification of the process of printing textile materials with pigment dyes through the use of electroactivated water systems. *Light Industry*. 200. No. 3. P. 44–45.
 10. Mishchenko A.V., Saribekov G.S. Pigment technology for colouring textile materials: advantages and prospects for use in Ukraine. *Light Industry*. 2000. No. 1. P. 56.
 11. Dikhtyarenko (Koval) M.G., Romanenko N.G. Study of the state of pigment dyes in the catholyte. *Bulletin of Cherkasy State Technological University*. 2007. № 3–4. P. 200–204.
 12. DSTU 3998-2000. State Standard of Ukraine. Textile, knitted, sewing and leather materials and products. Terms and definitions, effective since 2001. URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?idoc=94911>. Official publication. Kyiv: UkrNDNC, 2001. 20 p. (accessed on 01.10.2025).
 13. DSTU ISO 105-X12:2016. International Standard. Textile materials. Determination of colour fastness. Part X12. Method for determining the friction resistance of colouring. International Organization for Standardization. Technical Committee ISO/TC 38. 2016. Textiles. Geneva, Switzerland. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:105:-X12:ed-6:v1:en> (дата звернення 01.10.2025).
 14. DSTU ISO 105 A02:2005. International Standard. Textile materials. Determination of colour fastness. Part A02. Grey scale for assessing colour change. 2005. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:105:-A02:ed-4:v1:cor:2:v1:en>. (дата звернення 01.10.2025).
 15. DSTU EN ISO 105-C10:2020 (EN ISO 105-C10:2007, IDT; ISO 105-C10:2006, IDT. International Standard. Materials are textile. Test method for colour fastness. Part C10. Colour fastness to washing with soap or soap and soda. 2007. Geneva, Switzerland. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_en_iso_105-c10_2020.pdf. (дата звернення 01.10.2025).
 16. ISO 11641:2012. Colour fastness tests. Colour fastness to sweating. 2012. URL: <https://www.iso.org/standard/54445.html>. (дата звернення 01.10.2025).

**Koval M.H., Romanenko N.H., Stoliarenko H.S.
Creation of a resource-saving technology for dyeing
cotton fabric with pigments using catholyte, a product
of water electroactivation**

The textile industry occupies one of the leading positions in the manufacturing sector both globally and in Ukraine. The increased demand for high-quality fabrics due to the rapid development of the clothing and footwear industries requires new technological solutions for their manufacture, which will lead to a reduction in the cost of finished products, a reduction in the consumption of dyes (pigments) and the environmental friendliness of dyeing and printing processes in dyeing and finishing industries. The relevance of the work is determined by the need to create resource-saving technologies for pigment printing of textile materials, which involves reducing the consumption of pigments and auxiliary substances, eliminating corrosive ingredients in printing ink that are harmful to the human body, and reducing the environmental impact. The aim of the article is to create a resource-saving technology for printing cotton calico fabric with pigment dyes by minimising the composition of pigment printing paint using a liquid product of water electroactivation – catholyte; to study printed fabric samples for the stability and intensity of the colours obtained. The paper presents the results of experimental studies conducted in the production conditions of an operating textile enterprise on the creation of a new composition of discharge pigment dye, in which the toxic and harmful 25% ammonia solution is replaced by a liquid product of water electroactivation, catholyte ($pH = 10 \pm 0.5$), which

made it possible to reduce the consumption of printing ink components (thickener, binder and pigment) by 10% each compared to the basic technology. The article shows that the proposed composition of discharge dye with a new formula using catholyte provides a colour intensity of 97-103% (compared to 100% intensity with the basic formula), colour fastness of cotton fabric to dry and wet friction, washing with soap and 'sweating' at a level of 3-5 points, which indicates the promise of creating a resource-saving technology for pigment printing on cotton fabrics using catholyte.

Keywords: pigment dye, beating, cotton fabric, electroactivation of water, catholyte, ammonia solution, resource-saving technology.

Коваль Мирослава Григорівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри хімічних технологій та водоочищення Черкаського державного технологічного університету. m.koval@chdtu.edu.ua

Романенко Наталія Григорівна – д.т.н., професор, професор кафедри дизайну Черкаського державного технологічного університету. romanenko_n_g@ukr.net

Столяренко Геннадій Степанович – д.т.н., професор, професор кафедри хімічних технологій та водоочищення Черкаського державного технологічного університету. radikal@ukr.net

Стаття подана 17.10.2025.