

- химический журнал. – 2002. – Т. XLVI. – № 2. – С. 62–65.
8. Разуваев А. В. Бицидная отделка текстильных материалов / А. В. Разуваев // Рынок легкой промышленности. – 2009. – № 64. – С. 22–25.
 9. Разуваев А. В. Природные антимикробные свойства натуральных волокон и вопрос их дополнительной бицидной отделки / А. В. Разуваев // Текстильная промышленность. – 2011. – № 5. – С. 38–42.
 10. Проданчук М. Г. Сучасні проблеми безпечності текстильних матеріалів та одягу в рамках гармонізації з вимогами стандартів країн європейського співтовариства / М. Г. Проданчук, Л. Г. Сененко, О. П. Кравчук, І. В. Лепьошкін // Сучасні проблеми токсикології. – 2004. – № 1. – С. 3–8.
 11. Поліщук С. О. Сучасні технології остаточної обробки текстильних матеріалів, що забезпечують їх конкурентоспроможність / С. О. Поліщук, Б. Д. Семак, Н. І. Ксенжук, В. І. Барановський // Легка промисловість. – 2003. – № 1. – С. 56–57.
 12. Проданчук М. Г. Гігієнічні вимоги щодо дослідження безпечності текстильних, шкіряних та хутрових матеріалів і виробів з них в проекті ДСАНПІН «Матеріали та вироботи текстильні, шкіряні і хутрові. Гігієнічні регламенти використання» / М. Г. Проданчук, Л. Г. Сененко, Н. Є. Дишнієвич, Т. І. Кравченко та ін. // Современные проблемы токсикологии. – 2010. – № 2–3. – С. 96–108.
 13. Живетин В. В. Лен и его комплексное использование / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, О. М. Ольшанская. – М. : Информ-Знание, 2002. – 400 с.
 14. Ольшанская О. М. Критерии оценки экологической чистоты льняной текстильной продукции / О. М. Ольшанская, В. В. Котин, А. В. Артемов // Российский химический журнал. – 2002. – Т. XLVI. – № 2. – С. 66–76.
 15. Кузьміна Т. О. Якість і стандартизація модифікованих лляних волокон : монографія / Т. О. Кузьміна, Л. А. Чурсіна, Г. А. Тіхосова. – Херсон : Олді-плюс, 2009. – 416 с.
 16. Кабанець В. М. Галузі льонарства та коноплярства України: стан та перспективи / В. М. Кабанець // Збірник наукових праць Інституту луб'яних культур УААН. – Вип. 5. – Суми : ВАТ «СОД», 2009. – С. 3–7.
 17. Семак Б. Б. Економічні та екологічні проблеми виробництва та переробки конопель в Україні / Б. Б. Семак // Агросвіт. – 2012. – № 3. – С. 29–32.
 18. Семак З. М. Фарбування текстильних матеріалів рослинними барвниками : навч. посіб. / З. М. Семак, Б. Б. Семак. – Львів : Світ, 2005. – 368 с.
 19. Глубіш П. А. Хімічна технологія текстильних матеріалів (Завершальне оброблення) : навч. посіб. / П. А. Глубіш. – К. : Арістей, 2006. – 304 с.
 20. Смеречинська Н. Р. Текстильно-допоміжні сполуки : навч. посіб. / Н. Р. Смеречинська, Я. В. Редько, О. О. Гараніна. – К. : КНУТД, 2012. – 210 с.

УДК 677.014.2

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕКСТИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕЧНІСТЬ ТЕКСТИЛЮ, ЛЮДИНИ ТА ДОВКІЛЛЯ

І. С. Галик, кандидат технічних наук;

Б. Д. Семак, доктор технічних наук; З. М. Семак

Окрім екологічної безпечності текстильної сировини (волокон, барвників, текстильно-допоміжних сполук) та технологій їх виробництва, а також екологічної безпечності виготовленої з неї продукції, негативний вплив

на людину та довкілля, як свідчить аналіз інформаційних джерел [1–4], можуть мати і самі технології текстильного виробництва. Особливо шкідливим, як відомо, для людини та довкілля виявилися технології їх вибілювання,

фарбування, друкування, а також спеціального оброблення текстильних матеріалів формальдегідумісними обробними препаратами. Тому не випадково останнім часом у практиці текстильного виробництва всіх країн особлива увага приділяється застосуванню екологобезпечних ресурсо- та енергозберігаючих, безформальдегідних, а також перспективних нано-, біо- і хімічних технологій. І, навпаки, обмежується застосування або навіть відмовляються від тих окремих технологій текстильного виробництва, які є шкідливими для людини та довкілля, хоча з їх використанням раніше випускалася крупнотоннажна продукція. Мова йде передусім про фарбування чи друкування текстильних матеріалів високотоксичними марками синтетичних барвників та оброблення їх токсичними формальдегідними препаратами.

Відомо, що, на відміну від механічної технології (прядіння, ткацтва, в'язання та інших), хімічна технологія волокнистих матеріалів суттєво впливає не тільки на умови праці робітників і фахівців текстильних обробних підприємств і навколишнє середовище, але й екологічну безпечність готової продукції, яка випускається на цих підприємствах. Практично всі хімічні технології текстильного виробництва (вибілювання, фарбування, заключне та спеціальне оброблення) нерозривно пов'язані з великими затратами води, тепла, хімікатів; вони, як правило, шкідливі в тій чи іншій мірі для здоров'я людини, забруднюють атмосферу, водні басейни та ґрунти. В цих технологіях використовуються тисячі різноманітних марок синтетичних барвників, сотні апретів і текстильно-допоміжних сполук, виробництво та застосування яких також пов'язано з різноманітними екологічними проблемами. При цьому основним чинником шкідливого впливу обробного текстильного виробництва на людину та довкілля є скиди стічних вод і викиди шкідливих газів.

Отже, нині актуальним є завдання вибору такої технології в текстильному обробному виробництві, яка б гарантувала не тільки випуск екологобезпечної продукції, але й унеможливила або зводила до мінімуму негативний шкідливий вплив на здоров'я людини та

забруднення довкілля (повітря, води, ґрунтів). При цьому вибір екологоорієнтованих технологій багатьма текстильними підприємствами став основним гарантом успіху їх продукції не тільки на вітчизняному, але й на зарубіжних ринках.

Мета статті – пошук способів мінімізації негативного впливу на здоров'я людини, довкілля та текстильні матеріали основних технологій виробництва екологобезпечної продукції.

Як свідчить вітчизняний і зарубіжний досвід, в арсеналі нинішніх хіміків-технологів текстильного обробного виробництва існує широкий перелік перспективних способів підвищення екологічної безпечності існуючих технологій оброблення текстильних матеріалів і виробів різних способів виробництва, волокнистого складу та призначення. Назвемо основні з них:

1. В останні роки в обробному текстильному виробництві України, як і в багатьох зарубіжних країнах, чітко намітилася тенденція використання екологоорієнтованих, ресурсо- та енергозберігаючих технологій. Їх ефективність і доцільність ширшого впровадження доведена результатами досліджень властивостей бавовняних, лляних і змішаних тканин білизняного та платтяно-сорочкового призначення науковцями Херсонського національного технічного університету, Луцького національного технічного університету, Львівської комерційної академії та ін. При цьому встановлено, що найбільш виправдано використовувати названі технології для вибілювання целюлозовмісних текстильних матеріалів [5–7].

Екологічно виправданим є використання в текстильному виробництві різноманітних видів інтенсифікаторів, які не тільки прискорюють процеси підготовки, вибілювання, фарбування та заключного оброблення цих матеріалів, але й сприяють суттєвій економії витрат води, теплової енергії та інших ресурсів. Для інтенсифікації названих технологічних процесів можуть використовуватись як хімічні, так і фізичні інтенсифікатори. Причому більш поширені в практиці текстильного виробництва фізичні методи інтенсифікації (особливо в обробному виробництві). Серед

них найбільшого поширення набули такі технології [1, 3]:

- ультразвукова – ґрунтується на використанні акустичних коливань із частотою 15–20 кГц; найчастіше використовується для інтенсифікації процесів вибілювання (швидкість зростає майже вдвічі);

- високочастотні – базуються на використанні дії струмів високої частоти з метою інтенсифікації процесів мерсеризації, вибілювання, фарбування та малозминального оброблення целюлозовмісних текстильних матеріалів;

- лазерна – найчастіше використовується для покращення фіксації барвників текстильними матеріалами із термопластичних волокон, а також для закріплення на текстильних матеріалах вибивної фарби при їх вибиванні. Використовується лазерна технологія і для локального підігріву текстилю в процесі його оброблення полімерними препаратами;

- цифрова технологія здебільшого використовується під час вибивання текстильних матеріалів спеціальними чорнилами, які наносять на текстильний матеріал за допомогою комп'ютерної програми;

- біотехнології ґрунтуються на використанні для оброблення текстильних матеріалів (розшліхтування, відварювання, вибілювання, фарбування, вибивання, апретування і інших) різних за будовою типів ферментів.

2. Екологічно виправданою виявилася також технологія фарбування текстильних матеріалів у малотоннажному виробництві рослинними барвниками замість високотоксичних марок синтетичних барвників, оскільки заготівля рослинних барвників, їх первинна переробка та використання в обробному виробництві, на відміну від синтетичних барвників, є нешкідливим ні для людини, ні для довкілля. Проведені в Львівській комерційній академії в співдружності з Львівською національною академією мистецтв широкомасштабні дослідження (усього було використано більше шістдесят видів рослин-барвників і кілька рецептурно-технологічних режимів фарбування ними текстильних матеріалів одягового, інтер'єрного та декоративного призначення із білкових, целюлозних і синтетичних волокон). Це дозволило [8–10]:

- вибрати найбільш перспективні види барвників і технології фарбування текстильних матеріалів різного волокнистого складу та призначення;

- вивчити вплив виду рослинного барвника, виду протравлювача та способу протравлювання на формування широти колірної гами забарвлень і їх стійкість до дії різних фізико-хімічних чинників (світлопогоди, мокрих обробок, підвищеної температури);

- врахувати зарубіжний досвід широкого використання рослинних барвників у текстильному виробництві з метою екологізації асортименту та властивостей текстильних матеріалів різного цільового призначення;

- виявити можливості збільшення обсягів заготівлі рослин-барвників текстильного призначення з дикорослої сфери, запаси яких поки в нашій країні використовуються нерационально;

- обґрунтувати сфери найбільш раціонального застосування рослинних барвників у різних підгалузях текстильного виробництва.

Встановлено, що більшість із досліджених нами рослинних барвників відноситься до кислотно-протравних, а тому у процесі їх використання більш широка гама забарвлень і більш високої стійкості до дії різних фізико-хімічних чинників досягається на білкових субстратах (вовняних і шовкових тканинах), ніж на целюлозних (бавовняних, лляних, віскозних тканинах) і поліамідних субстратах (капронових тканинах). Доведено також, що розширювати та збагачувати колірну гаму забарвлень, а також світлостійкість і екологічну безпечність пофарбованих рослинними барвниками на текстильних матеріалах можна досягати і за рахунок відповідного підбору виду протравлювача і їх композицій, а також способів протравлювання (одночасно з фарбуванням матеріалів, перед їх фарбуванням або після фарбування). Виявлено також, що світлостійкість отриманих рослинними барвниками забарвлень на текстильних матеріалах різного волокнистого складу залежить не тільки від виду рослинного барвника чи протравлювача, а й від тієї частини рослини, з якої отримано барвник (квіток, трави, плодів, кори, коренів). Для прикладу в табл. 1 наведені дані, які характеризують світлостійкість

забарвлень на вовняній костюмній тканині, отриманих екстрактами квіток, оплоднів, плодів і кори каштану кінського після її опромінення на апараті штучної погоди ШП-3 протягом 50 і 100 год [8, 9]. Отримані дані свідчать про те, що задану екологічну безпечність, як

і інші властивості пофарбованих рослинними барвниками текстильних матеріалів, можна регулювати в бажаному напрямі залежно від умов їх експлуатації відповідним підбором виду барвника, виду протравлювача та виду субстрату (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив барвника, протравлювача і тривалості штучного опромінення на світлостійкість забарвлення вовняних тканин, пофарбованих екстрактами кінського каштану

Барвник, протравлювач	Загальний колірний контраст (од. DE) після опромінення, год	
	50	100
1. Тканина, пофарбована екстрактом квіток кінського каштану без протравлювання	3,8	6,1
Те саме, із одночасним протравлюванням $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	6,9	11,1
Те саме, $K_2Cr_2O_7$	1,7	2,0
Те саме, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	4,1	6,1
Те саме, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	4,2	6,1
2. Тканина, пофарбована екстрактом оплоднів кінського каштану без протравлювання	9,5	10,5
Те саме, з одночасним протравлюванням $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	9,0	11,3
Те саме, $K_2Cr_2O_7$	5,6	6,5
Те саме, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	5,2	6,2
Те саме, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	3,2	4,6
3. Тканина, пофарбована екстрактом кори кінського каштану без протравлювання	1,4	2,1
Те саме, з одночасним протравлюванням $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	2,3	3,3
Те саме, $K_2Cr_2O_7$	1,0	1,6
Те саме, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	1,6	1,8
Те саме, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	1,4	4,7
4. Тканина, пофарбована екстрактом плодів кінського каштану без протравлювання	9,0	9,9
Те саме, з одночасним протравлюванням $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	9,5	11,5
Те саме, $K_2Cr_2O_7$	8,7	12,0
Те саме, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	5,9	7,8
Те саме, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	6,4	9,7

3. Використання різноманітних екологоорієнтованих ресурсозберігаючих суміщених технологій оброблення текстильних матеріалів різного цільового призначення та волокнисто-го складу. При цьому в практиці вітчизняного текстильного виробництва найбільшого поширення набули такі суміщені технології [1, 3, 11–13]:

- суміщення технології вибілювання та фарбування платтяно-сорочкових бавовняних і лляних тканин і трикотажних полотен;

- суміщення технологій фарбування та заключного оброблення (апретування) платтяно-сорочкових бавовняних, лляних і змішаних тканин і трикотажних полотен;

- суміщення фарбування та антимікробного оброблення текстильних матеріалів при їх фарбуванні фунгіцидними марками синтетичних барвників;

- суміщення водоопірного й антимікробного оброблення плащових, курткових, пальтових, наметових, брезентових та інших за

призначенням тканин при їх обробленні поліфункціональними силіконовими препаратами.

Встановлено, що внаслідок суміщення технологічних процесів фарбувально-оздоблювального виробництва та їх інтенсифікації в 2–3 рази підвищується продуктивність праці і в 1,5–2 рази зменшуються витрати води й енергоресурсів при збереженні високої якості продукції [1].

У табл. 2 наведені результати оцінки водостійкості та біостійкості бавовняної плащової тканини, поверхнево модифікованої деякими поліфункціональними силіконовими препаратами [13].

4. Особливо шкідливим для людини та довілля, як свідчить світовий і вітчизняний досвід, виявилось застосування в практиці обробного текстильного виробництва формальдегідмістких технологій. Відомо, що до складу всіх формальдегідмістких препаратів, які використовуються для заключних і спеціальних видів обробок текстильних матеріалів, зараховують не тільки зв'язаний, але й вільний формальдегід. Причому вільний формальдегід у цих препаратах, що не повністю взяв участь у реакції у процесі їх виробництва, а також часткового гідролізу цих препаратів.

Таблиця 2

Вплив поверхневої модифікації кремнійорганічними препаратами на зміну гідрофобності і біостійкості плащової бавовняної тканини

№ з/п	Назва препарату	Водостійкість, Па	Водопоглинання, %	Чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів, тис./1 г абсолютно сухої тканини		
				гриби	бактерії	загальна кількість
1	Без оброблення	0	67,7	3,45	2,10	5,55
2	Алкілсиліконат натрію (ГКР-10)	2805	43,2	0,80	0,40	1,20
3	Поліалкілгідросилоксан (ГКР-94)	3158	32,5	1,05	0,42	1,47
4	Поліізононілсесквіазан (ПІНЗ)	2442	60,5	2,50	1,20	3,70
5	Хромолан	2629	38,2	2,75	1,12	3,87

Тому не випадково вміст газоподібного (вільного) формальдегіду у виробничих приміщеннях обробних текстильних підприємств, які використовують формальдегідмісткі препарати, строго регламентується (не більше 0,5 мільйонної частки). Регламентується вміст вільного формальдегіду і в житлових приміщеннях, а також у самих текстильних матеріалах і виробках, оскільки перевищення гранично допустимих концентрацій його в повітрі може викликати не тільки подразнення дихальних шляхів, але й більш серйозні захворювання [3].

Уся складність проблеми полягає в тому, що в існуючих нині технологіях у більшості випадків для надання текстильним матеріалам незмінності, малоусадковості, гідрофобності, вогнетривкості та інших властивостей поки що використовуються формальдегідмісткі препарати, які містять вільний формальде-

гід, частина якого потрапляє в повітря в процесі сушки текстильних матеріалів, а друга частина зв'язується з цими матеріалами. Саме цей вільний формальдегід у процесі зберігання текстильних матеріалів, їх переробки у швейній або трикотажній промисловості, а також у процесі експлуатації виробів при певних концентраціях може негативно впливати на самопочуття людини.

З метою зниження негативного впливу вільного формальдегіду на людину та довілля в останні роки в багатьох країнах створено нові типи безформальдегідних і малоформальдегідних обробних препаратів різного цільового призначення [1, 3]. При цьому виникла потреба в перегляді всіх тих технологій, які базуються на використанні формальдегідмістких обробних препаратів. В результаті проведених у цьому напрямі робіт в останні роки в різних зарубіжних країнах було створено достатньо

широкий асортимент безформальдегідних і малоформальдегідних обробних препаратів різного цільового призначення [1–3].

Слід відзначити, що норми вмісту вільного формальдегіду будуть різними: для обробних препаратів і модифікованих ними текстильних матеріалів, для робочої зони їх застосування у виробничих цехах, в атмосфері цих цехів, а також у їх стічних водах. Ці норми періодично переглядаються і уточнюються у відповідних національних і міжнародних екологічних стандартах. З іншого боку, під час оцінки

ефективності використання будь-якого виду безформальдегідного препарату обов'язково повинен враховуватися його вплив не тільки на формування тих чи інших функціональних властивостей (формостійкості, гідрофобності, негорючості та інших), але й на зміну інших властивостей цих матеріалів (механічних, фізичних, колористичних). У табл. 3 для прикладу наведені дані, які характеризують доцільність використання деяких типів безформальдегідних препаратів для формостійкої обробки лляної сорочкової тканини [6, 7].

Таблиця 3

Вплив безформальдегідного оброблення лляної сорочкової тканини на зміну її властивостей

№ з/п	Досліджувані показники	Вид обробки тканини		
		вибілена	вибілена з обробкою фортексом	вибілена з обробкою отексідом БФ
1	Розривальне навантаження, Н основа	226,0	160,0	148,0
	уток	188,0	131,0	126,0
2	Стійкість до витирень, цикли	2920	1930	1850
3	Усадка після десяти прань, % основа	4,2	1,5	0,2
	уток	3,0	1,5	2,0
4	Сумарний кут відхилення (основа + уток), град.	104,8	222,6	208,8
5	Гігроскопічність, %	10,0	9,2	11,2
6	Водопоглинання, %	63,0	39,5	44,0

Слід зауважити, що в реальних умовах роботи обробного підприємства шкідливий вплив на працюючих і довкілля буде мати не тільки вільний формальдегід, алей інші шкідливі речовини (барвники, апрети, ТДС і інші), які щоденно треба приймати, зберігати, готувати з них робочі розчини та використовувати на відповідному обладнанні. Тому в існуючих правилах безпеки будь-якого обробного текстильного підприємства негативний вплив всіх цих чинників обов'язково слід врахувати.

5. У практиці текстильного виробництва останнім часом широко почали застосовувати екологоорієнтовані біотехнології [3, 4, 14]. Зазвичай, ці технології застосовують в обробному виробництві, у виробництві хімічних волокон, синтезі барвників і текстильно-допоміжних сполук, при очищенні стічних вод

тощо. Вони характеризуються рядом суттєвих переваг порівняно з традиційними хімічними реагентами. Наприклад, на відміну від хімічних реагентів, ферментні обробні препарати можна застосовувати за більш низької (30–70 °С) температури та в нейтральному середовищі. Вони не спричиняють деструкції полімерних волокон. Використання ферментних препаратів для оброблення текстильних матеріалів дозволяє суттєво скоротити витрати води, пари, теплової енергії [14].

Доведена можливість використання ферментів у процесах фарбування текстильних матеріалів, їх використання для котонізації лляного волокна, надання біостійкості вовняним матеріалам [14, 15].

У практиці обробного текстильного виробництва використовуються різноманітні за походженням і будовою типи ферментів. При

цьому їх використовують на різних стадіях обробного виробництва (підготовчих, основних, заключних). При цьому ферменти одного і того ж типу можуть бути використані для досягнення різних цілей. Найбільшого поширення в практиці обробного виробництва набули такі типи ферментів:

- амілази – ферменти гідролітичної дії, які здатні розщеплювати крохмаль при розшлітковці текстильних матеріалів;
- целюлази – комплекс целюлозорозкладаючих ферментів, результатом дії яких є деградація целюлози та її похідних;
- протеази – група ферментів, які гідролізують білкові волокна до низькомолекулярних пептидів;
- ліпази – ферменти, які здатні гідролізувати тваринні та рослинні жири у водорозчинні похідні;
- пектинази – комплекс ферментів, здатних гідролізувати високомолекулярні пектинові речовини;
- лігнінази – комплекс ферментів, здатних гідролізувати лігнін.

Завдяки досягненню генної інженерії в останні роки в деяких країнах (США, Японії, Китаї та інших) вже створені генетично модифіковані сорти бавовни, льону, вовни та інших волокон із заданими раніше не існуючими властивостями (механічними, фізичними, колористичними, технологічними).

Особливо економічно та екологічно виправданним виявилось широке використання біотехнологій у процесах розшлітки, відварки та вибілювання целюлозомістких текстильних матеріалів.

Автори праці [15] обґрунтували можливість використання ферментних препаратів різної каталітичної дії для інтенсифікації процесу фарбування лляної тканини прямими барвниками при низьких температурах. Показано вибірково дію ферментів залежно від хімічної будови прямих барвників. Доведено можливість підвищення сорбції деяких марок прямих барвників (прямого чорного 2С і прямого чорного 23) лляною тканиною на 10–13 % після її ферментного оброблення. Показана економічна та екологічна доцільність застосуван-

ня ферментного оброблення лляних тканин у процесі їх фарбування прямими барвниками.

6. Як підтверджує світова та вітчизняна практика текстильного виробництва, більш детально та глибок слід вивчити вплив сучасних нанотехнологій на формування екологічної безпечності текстильних матеріалів і виробів, а також на самопочуття людини та забруднення цими технологіями довкілля. Необхідність безвідкладного розв'язання цих проблем зумовлена низкою причин, а саме [4, 2]:

- актуальністю та новизною для науки та практики текстильного виробництва піднятих питань і потребою їх найшвидшого вирішення;
- фрагментарністю та відсутністю в літературних джерелах необхідної інформації про економічну та екологічну доцільність і технологічну можливість широкого впровадження нанотехнологій у практику вітчизняного текстильного виробництва;
- обмеженістю інформації про вплив різноманітних нанотехнологій на формування властивостей (включаючи екологічну безпечність) текстильних волокон, матеріалів і готових виробів.

Відомо, що сфери застосування нанотехнологій у практиці текстильного виробництва різних країн досить широкі. Для прикладу обмежимося тільки розглядом деяких із тих екологоорієнтованих нанотехнологій, які застосовуються в практиці сучасного обробного текстильного виробництва [4]. Так, замість надання необхідного гідрофобного ефекту плащовій або куртковій тканині за допомогою різноманітних гідрофобізаторів, її можна виготовити із поліефірних, поліпропіленових або поліамідних мікро- чи нанорозмірних за діаметром волокон із наявністю в них мікропор, діаметр яких – менше одного нанометра. Якщо врахувати, що крапля води має діаметр 3 нм, то така тканина буде здатна пропускати пари води («дихати») і не пропускати рідинну воду.

Оригінальну нанотехнологію надання текстильним матеріалам і виробам багатократних відновлюваних біоцидних властивостей запропонували на початку ХХІ ст. американські вчені на основі використання похідних хала-

міну [4]. Халамін – це гетероструктури, близькі за будовою до N-метилольних препаратів, які використовуються для малозминального оброблення целюлозовмісних текстильних одягових матеріалів. Використання цього препарату забезпечує одночасне досягнення на текстильному матеріалі декількох корисних ефектів – пригнічення життєдіяльності небажаних мікроорганізмів, захист від біодеструкції цими мікроорганізмами та усунення небажаного запаху.

Найбільш виправданим виявилось використання цієї технології для багаторазового оброблення медичного текстилю – одягу медперсоналу та хірургів, рукавичок, масок, антимікробної білизни хворих, постільної білизни в лікарнях, перев'язочних матеріалів тощо [4].

7. Багаторічний вітчизняний і зарубіжний досвід свідчить, що екологічно та економічно виправданим є повторне використання в текстильному виробництві барвників, ТДС, тепла й води. Це дозволяє не тільки знизити собівартість готової продукції, більш економічно витратити сировину та теплову енергію, але й суттєво знизити навантаження на навколишнє середовище. Не випадково практика повторного використання енергоресурсів, барвників і хімікатів поширена в текстильному обробному виробництві Західної Європи.

У практиці вітчизняного обробного виробництва прикладами повторного використання хімікатів і барвників можуть бути [3]:

- повторне використання лугів при мерсеризації бавовняних і лляних тканин;
- повторне використання шліхти;
- повторне використання фарбувальних розчинів (особливо з прямими та активними барвниками при використанні періодичного способу фарбування);
- повторне використання вибивальної фарби;
- повторне використання теплової енергії на всіх етапах обробного виробництва (у процесі вибілювання, фарбуванні, заключного оброблення).

Разом з тим досягнення певних екологічних ефектів при повторному використанні хімікатів, барвників, тепла та води не повинно приводити до зниження якості готової продукції.

8. Застосування екологоорієнтованих технологій очищення стічних вод і викидів газів на текстильних обробних підприємствах, як свідчить вітчизняна та зарубіжна практика, тісно пов'язано з формуванням рівня екологічної безпечності текстильної сировини, матеріалів і виробів, а також впливом технологій їх виробництва на здоров'я людини та забруднення довкілля. Тому не випадково ефективність і екологічність тієї чи іншої технології обробного текстильного виробництва обов'язково оцінюється з урахуванням ефективності та екологічності технологій очищення стоків їх вод і викидів газів.

Зупинимося на більш детальному розгляді сучасних екологоорієнтованих технологій очищення стічних вод і газів на обробних текстильних підприємствах. Наприклад, у праці [2] подана класифікація методів (фізичних, хімічних і біологічних) очищення стічних вод і характеристика найбільш поширених. При цьому серед фізичних методів найбільш поширеними виявилися методи фільтрації, флоатації і адсорбції; серед хімічних методів – окислення, відновлення та електролізу, а серед біологічних – аеровані лагуни і активованій мул.

У праці [4] підкреслюється, що перспективним нано-, біо- і хімічним технологіям текстильного виробництва, як і традиційним, притаманні ті самі недоліки, пов'язані з негативним їх впливом на здоров'я людини та забруднення довкілля. Враховуючи специфіку названих технологій, їх новизну та недостатнє вивчення їх впливу на самопочуття людини та навколишнє середовище, наголошується на необхідності подальшого вдосконалення техніки безпеки на тих обробних текстильних підприємствах, де ці технології впроваджуються, а також внесення необхідних коректив в існуючу нормативну екологічну документацію, в якій регламентуються вимоги до ліцензування та сертифікації названих текстильних підприємств. Це в повній мірі стосується і специфіки очищення стічних вод, атмосфери і забруднення ґрунтів сучасними нано-, біо- і хімічними технологіями текстильних обробних підприємств.

Отже, підсумовуючи вищевикладене, зазначимо, що в статті розкрита роль основних видів екологоорієнтованих технологій текстильного обробного виробництва у формуванні екологічної безпечності текстильних матеріалів різного волокнистого складу та призначення та обґрунтовані рекомендації з метою подальшого вдосконалення цих технологій. Вивчено вплив на самопочуття людини та забруднення довкілля сучасних технологій обробного текстильного виробництва, виявлено способи мінімізації їх негативної дії та обґрунтована доцільність їх екологізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глубіш П. А. Хімічна технологія текстильних матеріалів. Завершальне оброблення : навч. посіб. / П. А. Глубіш. – К. : Арістей, 2005. – 300 с.
2. Глубіш П. А. Високотехнологічні, конкурентоспроможні і екологічно-орієнтовані волокнисті матеріали та вироби з них / П. А. Глубіш, В. М. Ірклей, Ю. Я. Клейнер та ін. – К. : Арістей, 2007. – 264 с.
3. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов : учеб. для вузов в : 3-х т. Т. 3. Заключительная отделка текстильных материалов. – М. : РосЗИТЛП, 2001. – 298 с.
4. Кричевский Г. Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды : монография / Г. Е. Кричевский. – М. : Известия, 2011. – 528 с.
5. Демкович О. В. Ресурозберігаюча технологія вибілювання лляних платтяно-сорочкових тканин / О. В. Демкович, С. О. Поліщук // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2009. – № 2. – С. 104–118.
6. Демкович О. В. Шляхи розширення асортименту льоновомісних товарів / О. В. Демкович, Б. Д. Семак // Товари і ринки. – 2007. – № 1. – С. 31–36.
7. Пахолук О. В. Товарознавчі спекти формування асортименту та якості лляних тканин : монографія / О. В. Пахолук. – Луцьк : Вид-во Луц. нац. техн. ун-ту, 2011. – 186 с.
8. Семак З. М. Фарбування текстильних матеріалів рослинними барвниками : навч. посіб. для вузів / З. М. Семак, Б. Б. Семак. – Львів : Світ, 2005. – 368 с.
9. Семак Б. Б. Наукові засади формування ринку рослинної технічної сировини та його окремих сегментів в Україні : монографія / Б. Б. Семак. – Львів : Вид-во Львів. комерц. акад., 2007. – 512 с.
10. Семак Б. Б. Роль стандартизації у формуванні вітчизняного ринку рослинних барвників / Б. Б. Семак, З. М. Семак // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. – 2012. – № 1 (19). – С. 93–98.
11. Галик І. С. Екологічна безпека та біостійкість текстильних матеріалів : монографія / І. С. Галик, О. Б. Концевич, Б. Д. Семак. – Львів : Вид-во Львів. комерц. акад., 2006. – 232 с.
12. Міщенко Г. В. Кремнійорганічні сполуки в сучасних технологіях гідрофобного оброблення тканин / Г. В. Міщенко, В. В. Назарова. – Херсон : Грінв Д. С., 2011. – 190 с.
13. Галик І. С. Роль силіконів у формуванні асортименту та якості одягових текстильних матеріалів / І. С. Галик, Б. Д. Семак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2012. – № 5. – С. 81–87.
14. Биотехнологии в текстильной промышленности. Перспективы и преимущества [Электронный ресурс] // Снабжение. – 2004. – Режим доступа: <http://www.snab.e>. – Назва з екрана.
15. Чечина І. Г. Вплив ферментів різної каталітичної дії на сорбцію прямих барвників лляною тканиною / І. Г. Чечина, О. В. Скропишева, Г. В. Міщенко, О. М. Чабан // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 3–4 (33). – С. 51–53.