УДК 543.395:677.075

О.Я. СЕМЕШКО, Н.С. СКАЛОЗУБОВА, Ю.Г. САРІБЄКОВА
Херсонський національний технічний університет

РОЗРОБКА КОМПОЗИЦІЙ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ПІДГОТОВКИ БАВОВНЯНОГО ТРИКОТАЖУ

У статті наведені результати розрахунку композиційних складів поверхнево-активних речовин для підготовки бавовняного трикотажного полотна на основі методу математичного планування експерименту – симплекс-решітчастого плану Шеффе другого порядку. Отримані математичні моделі залежностей основних властивостей композицій (часу змочування трикотажного полотна, мийної здатності, поверхневого натягу, піноутворюючої здатності, стійкості піни) від їх складу. Проведена оптимізація математичних моделей «склад-властивості» за змочувальною і мийною здатністю та розраховані оптимальні значення натуральних часток компонентів в композиціях поверхнево-активних речовин для підготовки бавовняного трикотажу.

Ключові слова*: трикотажне полотно, поверхнево-активні речовини, підготовка трикотажу, композиція поверхнево-активних речовин, план Шеффе.*

O.YA. SEMESHKO, N.S. SKALOZUBOVA, YU..G. SARIBYEKOVA
Kherson National Technical University

DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF SURFACTANTS FOR THE PRE-TREATMENT OF COTTON KNITTED FABRICS

The goal of this study is to calculate the compositions of surfactants for the preparation of cotton knitted fabric based on the method of mathematical planning of the experiment, namely the second-order simplex-lattice Sheffe plan. To create the compositions, effective surfactants, such as a wetting agent and a detergent agent as the main components, as well as a defoamer and anti-crease agent, were selected as additional constituents of the composition. In order to develop effective compositions for scouring knitwear, three surfactants of different classes (non-ionic, amphoteric, cryptanionic) were chosen as a detergent, and the remaining constituents were repeated in each composition. As initial parameters of mathematical planning, the wetting time of the knitted fabric, washing ability, surface tension, foaming ability and foam stability were chosen. As a result of the experiment, mathematical models of dependencies of the main properties of compositions on their composition were calculated, and their adequacy was verified and established. It has been established that surface tension, foam formation and foam stability have little effect on the efficiency of the process during the preparation of cotton knitted fabric. Wetting and washing abilities of the surfactant composition are the main indicators for optimizing the complex composition. As a result, optimization of mathematical models «composition-property» for wetting and washing abilities was carried out and optimum values of natural parts in compositions were calculated. Complex surfactant compositions designed for the scouring process of grey cotton knitted fabric, which provide the fastest possible wetting and removal of natural and technological contaminants, have been developed. This will contribute to the intensification of the scouring process of knitwear and will ensure high quality indicators.

Keywords: knitted fabric, surface-active substances, preparation of knitwear, composition of surfactants, Scheffe plan.

Вступ

Трикотажна промисловість є найбільшою галуззю світового виробництва завдяки тому, що вироби з трикотажу володіють унікальними споживчими властивостями.

Важливими складовими хіміко-технологічного процесу підготовки трикотажного полотна є текстильно-допоміжні речовини (ТДР), застосування яких сприяє видаленню масел, жирів, воскоподібні речовин і твердих забруднень. Тому при підготовці текстильних матеріалів існує ряд важливих проблем: підбір ефективних і біологічно розщеплюються поверхнево-активних речовин (ПАР); зниження деструктивного впливу відбілюючих агентів і ТДР; зниження обсягів водоспоживання та інших видів матеріальних ресурсів; пошук нових, більш ефективних способів підготовки та ін. [1].

Однак ТДР, що застосовуються на вітчизняних трикотажних виробництвах, не завжди забезпечують необхідну якість підготовки текстильного матеріалу, що в подальшому негативно позначається на якості фарбування та в цілому на якості готових виробів. В даний час міжнародні стандарти якості висувають високі вимоги до текстильної продукції, що обумовлено необхідністю створення і застосування нових екологічно безпечних ТДР для забезпечення сучасного рівня проведення технологічних процесів, зокрема при підготовці трикотажного полотна [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Підвищення якості продукції, що випускається в процесі попередньої підготовки трикотажних полотен пов'язано з розробкою високоефективних технологій з використанням нових композиційних ТДР на основі різних класів ПАР [3, 4]. Необхідність створення таких препаратів обумовлена складною фізико-хімічною будовою оброблюваного матеріалу і багатостадійністю процесу його обробки. До складу таких композицій входять компоненти, які або діють адитивно або синергічно на одній стадії процесу, або активізуються на різних його стадіях.

Найбільш широко в операціях підготовки застосовують ПАР, що володіють цілим комплексом властивостей (миючі, диспергуючі, емульгуючі, змочують, протизаломлюючі).

Препарати, що застосовуються на трикотажних підприємствах України для промивання трикотажних полотен, характеризуються значною вартістю і нерідко є неекологічними. Необхідність пошуку і розробки нових ефективних та економічно вигідних композиційних препаратів ПАР для підготовки трикотажних полотен визначається актуальність даного дослідження [5–7].

Формулювання мети дослідження

Мета даної роботи полягала в розробці композиційного складу ПАР для підготовки трикотажного полотна методом математичного планування експерименту.

Матеріали і методи дослідження

На основі аналізу раніше отриманих результатів [8] для створення композицій були вибрані наступні високоефективні ПАР: у якості змочувача – Ultravon TC, у якості піногасника – Albaflow FFC-01, у якості протизаломлювача – Albafluid CD. Для забезпечення високих показників мийної здатності композиції для промивання бавовняного трикотажу, а також з метою встановлення кращого мийного агента були вибрані Оксипав А1214С.50 – неіоногенна ПАР (НПАР), Бетапав А.30 – амфотерна ПАР(АмПАР) та Карбоксипав АФ6.35 – криптоаніонна ПАР (КрПАР). У табл. 1 наведена характеристика вибраних ПАР.

Таблиця 1

Характеристика вибраних ПАР

Назва ПАВ	Виробник	Клас	Зовнішній вигляд	Хімічний склад
Ultravon TC	«Huntsman NMG»	НПАР	Прозора рідина	Суміш неіоногенних ПАР
Albaflow FFC-01		АПАР	Рідина білого кольору середнього ступеня в’язкості	Склад з похідних жирних спиртів з алканолом та модифікованих метилполісілоксанів
Albafluid CD		АПАР	Прозора в’язка емульсія	Препарат на основі співполімеру поліефіру
Оксипав А1214С.50	ТОВ НВО «НИИ ПАВ»	НПАР	Прозора світло-жовта рідина	Алкілдиметиламіноксид
Бетапав А.30		АмПАР	Прозора світло-жовта рідина	Алкілбетаїн
Карбоксипав АФ6.35		КрПАР	Прозора світло-жовта рідина	Карбоксилати оксиетильованих алкілфенолів

Визначення поверхневого натягу розчинів проводилось методом відриву кільця (метод Дю-Нуї) шляхом встановлення сили, яка необхідна для відриву кільця радіусу R від поверхні рідини за допомогою вагів Дю-Нуї та розраховувалась за формулою:

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{H_2O} \times \varphi_x}{\varphi_{H_2O}}, \tag{1}$$

де φ_x, φ_{H2O} – сила відриву кільця від дистильованої води і від досліджуваного розчину;

σ_{H2O} – поверхневий натяг дистильованої води [9].

Визначення змочувальної здатності розчинів ПАР проводилося методом занурення Дрейвза, який полягає в почерговому введенні зразків суворого трикотажного полотна в підготовлені водні розчини ПАР з подальшою фіксацією часу до повного їх занурення [9].

Для визначення мийної здатності ПАР зразки трикотажного полотна зважувалися з точністю до 4-го знаку. Потім зразки відварювались у водних розчинах досліджуваних ПАР (0,2-5 г/л) при М=50, Т=80^{o}С протягом 30 хв. з наступним промиванням теплою водою і повторним визначенням маси.

Миюча здатність ПАР визначалася за формулою:

$$T_{миюч} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100, \tag{2}$$

де m_1 і m_2 – маса зразка до і після відварювання, г [9]

З метою визначення піноутворюючої здатності розчинів ПАР і стійкості піни в градуйований циліндр місткістю 100 мл з притертою пробкою поміщали 20 мл розчину концентрацією 2 г/л при температурі 20°С. Після цього циліндр з розчином енергійно струшували протягом 10 с. Об’єм піни, яка утворилася, заміряли негайно після струшування та через 30 хв. Піноутворююча здатність (П) і стійкість піни (С) обчислювалися за формулами:

$$П = \frac{V_1 \times 100}{V_0}, \tag{3}$$

$$C = \frac{V_2 \times 100}{V_1}, \tag{4}$$

де V_1 – об’єм піни після струшування, мл;

V_0 – початковий об’єм розчину, мл;

V_2 – об’єм піни після 30 хв після струшування, мл [9].

Результати дослідження та їх обговорення

Для розробки багатокомпонентних складів найбільш перспективним вважається використання методів математичного планування [10, 12], які дозволяють значно скоротити об’єм експерименту, виключають необхідність в просторовому уявленні складних поверхонь, так як властивості розробленої композиції можна представити у вигляді поверхні. В даний час для оптимізації розрахунку складів композицій на основі математичної моделі «склад-властивість» найбільше застосування отримали симплекс-решітчасті плани, запропоновані Г. Шеффе [10]. Плани Шеффе забезпечують рівномірний розкид експериментальних точок по (q-1)-мірному симплексу. Експериментальні точки представляють $\{q, n\}$-решітки на симплексі, де n – ступінь полінома.

Наведемо розрахунок складу композиції, що буде включати змочувач Ultravon TC, піногасник Albaflow FFC-01, протизаломлювач Albafluid CD та миючий агент Оксипав А1214С.50 (НПАР).

Дослідження проводили на локальній області факторного простору, яка була обмежена зверху і знизу межами концентрацій обраних речовин (в г/л):

$$\begin{aligned}&0{,}02\le x_1(\text{Ultravon TC})\le 0{,}5;\\&0{,}02\le x_2(\text{Albafluid CD})\le 0{,}5;\\&0{,}02\le x_3(\text{Albaflow FFC-01})\le 0{,}1;\\&0{,}02\le x_4(\text{Оксипав А1214С.50})\le 0{,}35.\end{aligned} \qquad (5)$$

Тобто, область дослідження представляла собою багатокутник з вісьмома вершинами і сторонами, який був приведений до симплексу з числом вершин $m\cdot n=q$. Оскільки симплекс-дослідження є малочисельними в порівнянні з усією областю дослідження, то необхідно зробити перехід від компонентів x_i до псевдокомпонентів z_i. Симплекс-решітчастий план Шеффе другого порядку для чотирьохкомпонентного складу представлений в табл. 2.

Таблиця 2

Симплекс-решітчастий план Шеффе другого порядку для чотирьохкомпонентного складу

Номер досліду	z_1	z_2	z_3	z_4	Позначення відгуку
1.	1,00	0,00	0,00	0,00	y_1
2.	0,00	1,00	0,00	0,00	y_2
3.	0,00	0,00	1,00	0,00	y_3
4.	0,00	0,00	0,00	1,00	y_4
5.	0,50	0,50	0,00	0,00	y_{12}
6.	0,50	0,00	0,50	0,00	y_{13}
7.	0,50	0,00	0,00	0,50	y_{14}
8.	0,00	0,50	0,50	0,00	y_{23}
9.	0,00	0,50	0,00	0,50	y_{24}
10.	0,00	0,00	0,50	0,50	y_{34}

Властивості складу композиції оцінювали згідно з рядом вихідних параметрів Y_i: час змочування ПАР трикотажного полотна, $T_{\text{змоч.}}$, с; мийна здатність ПАР трикотажного полотна, $T_{\text{миюч.}}$, %; поверхневий натяг ПАР, ПН, σ, мН/м; піноутворююча здатність ПАР, П, %; стійкість піни ПАР, С, %. Кожен дослід був повторений двічі. Результати дослідження у вигляді середніх значень вихідних параметрів представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Значення вихідних параметрів

Номер досліду	$T_{\text{змоч.}}$, с	$T_{\text{миюч.}}$, %	ПН, σ, мН/м	П, %	С, %
1.	242,0	0,73	45,1	120	83,3
2.	874,0	0,85	47,6	180	61,1
3.	143,5	0,95	50,9	230	73,9
4.	102,5	0,52	47,9	150	66,7
5.	179,5	0,15	49,9	100	100,0
6.	917,0	0,34	52,2	100	100,0
7.	598,0	0,67	47,9	100	100,0
8.	407	0,37	47,8	100	100,0
9.	202,5	0,57	47,3	100	100,0
10.	328,5	0,64	51,7	150	66,7

Після розрахунків отримані моделі (6)–(10) залежностей від складу композиції:

- часу змочування трикотажного полотна:

$$T_{\text{змоч.}}=242{,}0z_1+874{,}0z_2+143{,}5z_3+102{,}5z_4-1514{,}0z_1z_2+2897{,}0z_1z_3+1703{,}0z_1z_4-407{,}0z_2z_3-1143{,}0z_2z_4+\\+822{,}0z_3z_4; \qquad (6)$$

- мийної здатності:

$$T_{\text{миюч.}}=0{,}73z_1+0{,}85z_2+0{,}95z_3+0{,}52z_4-2{,}56z_1z_2+2{,}00z_1z_3+0{,}18z_1z_4-2{,}12z_2z_3-0{,}46z_2z_4-0{,}38z_3z_4; \qquad (7)$$

- поверхневого натягу:

$$\sigma=45{,}1z_1+47{,}6z_2+50{,}9z_3+47{,}9z_4+14{,}4z_1z_2+16{,}8z_1z_3+5{,}7z_1z_4-5{,}9z_2z_3-1{,}7z_2z_4+9{,}5z_3z_4; \qquad (8)$$

- піноутворювальної здатності:

$$П=120{,}0z_1+180{,}0z_2+230{,}0z_3+150{,}0z_4–200{,}0z_1z_2–300{,}0z_1z_3–140{,}0z_1z_4–420{,}0z_2z_3–260{,}0z_2z_4–160{,}0z_3z_4; \quad (9)$$

- стійкості піни:

$$С=83{,}3z_1+61{,}1z_2+73{,}9z_3+66{,}7z_4+111{,}1z_1z_2+85{,}5z_1z_3+100{,}0z_1z_4+130{,}0z_2z_3+144{,}5z_2z_4–14{,}4z_3z_4. \quad (10)$$

З точки зору обробки текстильного матеріалу в водних розчинах ПАР піноутворення і стійкість піни впливають на ефективність процесу не більше 10% [12]. Для ефективного проведення процесу обробки текстильних матеріалів у водних розчинах ПАР їх поверхневий натяг має бути менше поверхневого натягу води на 20 одиниць і становити близько 52 мН/м. Результати, представлені в табл. 3, показують, що значення поверхневого натягу розчинів композицій змінюються в діапазоні від 45 до 52 мН/м. Отже, ці моделі можна виключити з оптимізації. Тому з метою визначення оптимального складу композиції доцільно провести оптимізацію моделей «склад-властивість» за змочувальною і миючою властивостями. Крім того, на основі аналізу механізму дії ПАР у процесі промивання бавовняного трикотажу, визначальними були встановлені саме ці властивості ПАР.

Для перевірки адекватності моделі другого порядку за змочувальною і мийною властивостями проведений дослід у додатковій контрольній точці та встановлено, що розраховані математичні моделі є адекватними.

Завдання оптимізації можна сформулювати наступним чином: необхідно знайти в області допустимих значень факторів Ω ті значення, для яких вихідні параметри приймають мінімальні або максимальні значення. З метою отримання достовірних даних щодо оптимізації складу композиції ПАР необхідно проводити оптимізацію одиночних моделей «склад-властивість». Для змочувальної здатності необхідно визначити оптимальний склад композиції при мінімальних значеннях часу змочування: $Т_{\text{змоч.}} \to \min$, $0 \le z_i \le 1$. Для мийної здатності необхідно визначити оптимальний склад композиції при максимальному значенні ступеня видалення забруднень: $Т_{\text{миюч.}} \to \max$, $0 \le z_i \le 1$.

Після розрахунків знайдені оптимальні значення натуральних часток компонентів в композиції: $x_1=0{,}26$; $x_2=0{,}1$; $x_3=0{,}14$; $x_4=0{,}5$. Розрахунок композицій на основі миючих речовин Бетапав А.30 та Карбоксипав АФ6.3 виконувався аналогічно.

У табл. 4 наведені результати оптимізації моделей «склад-властивість», виражені у натуральних компонентах, для композицій на основі змочувача Ultravon TC, піногасника Albaflow FFC-01, протизаломлювача Albafluid CD та миючих речовин: Оксипав А1214С.50 (НПАР), Бетапав А.30 (АмПАР) та Карбоксипав АФ6.35 (КрПАР).

Таблиця 4

Склади розроблених композицій ПАР

№	Складові	Призначення ПАР	Клас ПАР	Склад, частки одиниці		
				Композиція		
				№ 1	№ 2	№ 3
1.	Ultravon TC	змочувач	НПАР	0,26	0,33	0,33
2.	Albafluid CD	протизаломлювач	АПАР	0,14	0,09	0,09
3.	Albaflow FFC-01	піногасник	АПАР	0,10	0,31	0,31
4.	Оксипав А1214С.50	миюча речовина	НПАР	0,50	-	-
	Бетапав А.30		АмПАР	-	0,27	-
	Карбоксипав АФ6.35		КрПАР	-	-	0,27

Таким чином, за допомогою математичного планування, а саме з використанням симплекс-решітчастих планів Шеффе, були знайдені склади композицій ПАР для промивання суворого бавовняного трикотажного полотна, що забезпечують максимально швидке змочування та видалення забруднень. Це сприятиме інтенсифікації процесу промивання трикотажу та забезпечить високі показники його якості.

Склад композиції №1 захищений патентом України [13].

Висновки

Встановлено, що для підготовки бавовняного трикотажного полотна у водних розчинах ПАР поверхневий натяг, піноутворення та стійкість піни мало впливають на ефективність процесу. Змочувальна та мийна здатності ПАР є головними показниками для оптимізації композиційного складу. З метою визначення оптимального складу композиції проведена оптимізація математичних моделей «склад-властивість» за змочувальною і мийною здатностями ПАР.

Методом математичного планування із застосуванням симплекс-решітчастих планів Шеффе визначено оптимальні склади композицій ПАР для підготовки бавовняного трикотажного полотна:

- композиція №1 на основі НПАР Оксипав А1214С.50 (у частках одиниці): Ultravon TC – 0,26, Albafluid CD – 0,14, Albaflow FFC-01 – 0,10, Оксипав А1214С.50 – 0,5;
- композиція на №2 основі АмПАР Бетапав А.30 (у частках одиниці): Ultravon TC – 0,33, Albafluid CD – 0,09, Albaflow FFC-01 – 0,31, Бетапав А.30 – 0,27;
- композиція на №3 основі КрПАР Карбоксипав АФ6.35 (у частках одиниці): Ultravon TC – 0,33, Albafluid CD – 0,09, Albaflow FFC-01 – 0,31, Карбоксипав АФ6.35 – 0,27.

Література

1. Киселев А.М. Основы пенной технологии отделки текстильных материалов / А.М. Киселев. – СПб : СПГУТД, 2003. – 551 с.
2. Смирнова О.К. Вспомогательные вещества в химико-текстильных процессах. Современный ассортимент отечественных текстильных вспомогательных веществ / О.К. Смирнова, Н.П. Пророкова // Рос. хим. ж. – 2002. – № 1. – Т. XLVI. – С. 88–95.
3. Zika H. T. The use of biodegradable linear alcohol surfactants in textile wet processing / H.T. Zika // Journal of the American Oil Chemists Society. – 1971. – Vol. 48. – P. 273–278.
4. Reyhaneh A. Type and application of some common surfactants / A. Reyhaneh, A. Ashjaran // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. – 2015. – Vol. 7(2). – P. 632–640.
5. Кулаков О. І. Розробка ефективних змочувачів для текстильної промисловості / О.І. Кулаков, А.Я. Ганзюк // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2005. – № 1(10). – С. 181–183.
6. Khatri A. Sustainable dyeing technologies / A. Khatri, M. White // Sustainable Apparel. – 2015. – P. 135–160.
7. Fakin D. The effect of pretreatment on the environment and dyeing properties of a selected cotton knitted fabric / D. Fakin, D. Golob, Z. Stjepanovič // Fibres and Textiles in Eastern Europe. – 2008. – Vol. 16. – P. 101–104.
8. Скалозубова Н.С. Определение моющей и смачивающей способности ПАВ, используемых в процессах подготовки трикотажного полотна / Н.С. Скалозубова, А.Н. Куник, Г.С. Сарибеков // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2014. – № 1. – С. 18–21.
9. Крикунова К.Ф. Технический анализ при отделке тканей и трикотажных изделий / К.Ф. Крикунова, И.В. Крикунова. – М. : Легпромбытиздат, 1989. – 256 с.
10. Ахназарова С.Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М. : Высшая школа, 1978. – 320 с.
11. Кулаков О.І. Розробка складів текстильно-допоміжних речовин методом математичного моделювання їх властивостей / О.І. Кулаков, А.Я. Ганзюк // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2007. – № 1(13). – С. 31–35.
12. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена / Н. Шенфельд. – М. : Химия, 1982. – 749 с.
13. Патент №115669 UA,. МПК D06M 9/04 (2006/01). Композиція поверхнево-активних речовин для підготовки бавовняного трикотажного полотна / Н.С. Скалозубова, О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарібєкова (Україна). – № u 2016 10932. – Заявл. 31.10.2016 ; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 8. – 4 с.

References

1. Kiselev A.M. Osnovy pennoj tekhnologii otdelki tekstil'nyh materialov / A.M. Kiselev. – SPb: SPGUTD, 2003. – 551 s.
2. Smirnova O.K. Vspomogatel'nye veshchestva v himiko-tekstil'nyh processah. Sovremennyj assortiment otechestvennyh tekstil'nyh vspomogatel'nyh veshchestv / O.K. Smirnova, N.P. Prorokova // Ros. him. zh. – 2002. – №1. – T. XLVI. – S. 88–95.
3. Zika H. T. The use of biodegradable linear alcohol surfactants in textile wet processing / H.T. Zika // Journal of the American Oil Chemists Society. – 1971. – Vol. 48. – P. 273–278.
4. Reyhaneh A. Type and application of some common surfactants / A. Reyhaneh, A. Ashjaran // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. – 2015. – Vol. 7(2). – P. 632–640.
5. Kulakov O. I. Rozrobka efektivnih zmochuvachiv dlya tekstil'noї promislovosti / O.I. Kulakov, A.YA. Ganzyuk // Problemy legkoj i tekstil'noj promyshlennosti Ukrainy. – 2005. – №1(10). – S.181–183.
6. Khatri A. Sustainable dyeing technologies / A. Khatri, M. White // Sustainable Apparel. – 2015. – P.135–160.
7. Fakin D. The effect of pretreatment on the environment and dyeing properties of a selected cotton knitted fabric / D. Fakin, D. Golob, Z. Stjepanovič // Fibres and Textiles in Eastern Europe. – 2008. – Vol. 16, Issue 2, P. 101–104.
8. Skalozubova N.S. Opredelenie moyushchej i smachivayushchej sposobnosti PAV, ispol'zuemyh v processah podgotovki trikotazhnogo polotna / N.S. Skalozubova, A.N. Kunik, G.S. Saribekov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizajna. Seriya 1. Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2014. – №1. – S. 18-21.
9. Krikunova K.F. Tekhnicheskij analiz pri otdelke tkanej i trikotazhnyh izdelij / K.F. Krikunova, I.V. Krikunova. – M.: Legprombytizdat, 1989. – 256 s.
10. Ahnazarova S.L. Optimizaciya ehksperimenta v himii i himicheskoj tekhnologii / S.L. Ahnazarova, V.V. Kafarov. – M.: Vysshaya shkola, 1978. – 320 s.
11. Kulakov O.I. Rozrobka skladiv tekstil'no-dopomizhnih rechovin metodom matematichnogo modelyuvannya їh vlastivostej / O.I. Kulakov, A.YA. Ganzyuk // Problemy legkoj i tekstil'noj promyshlennosti Ukrainy. – 2007. – №1(13). – S. 31-35.
12. SHenfel'd N. Poverhnostno-aktivnye veshchestva na osnove oksida ehtilena / N. SHenfel'd. – M.: Himiya, 1982. – 749 s.
13. Patent №115669 UA,. MPK D06M 9/04 (2006/01). Kompoziciya poverhnevo-aktivnih rechovin dlya pidgotovki bavovnyanogo trikotazhnogo polotna / N.S. Skalozubova, O.YA. Semeshko, YU.G. Saribєkova (Ukraїna). № u 2016 10932. – Zayavl. 31.10.2016; Opubl. 25.04.2017, Byul. №8. – 4 s.

Рецензія/Peer review : 18.02.2018 р. Надрукована/Printed :23.03.2018 р.
Стаття рецензована редакційною колегією