

СУМІШ КАТІОННОЇ ТА АНІОННОЇ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНОЇ РЕЧОВИН: ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛОЇДНО-ХІМІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

У роботі проведено експериментальне визначення колоїдно-хімічних властивостей бінарної суміші поверхнево-активних речовин (ПАР). Досліджено особливості міцелоутворення на межі розподілу розчин/повітря в сумішах ПАР при різних мольних співвідношеннях, вплив на піноутворення, капілярні властивості та мийну здатність синтетичних тканин. Виявлено ефекти як негативного, так і позитивного відхилення від ідеальної поведінки при формуванні змішаних міцел. При дослідженні технологічних властивостей виявлено синергізм відносно окремих складових компонентів.

Experimental determination of the colloid and chemical properties of binary mixture of surfactants has been carried out. The features of the formation of micelles on the the interphase surface solution – air in mixtures of surfactants at different molar concentration have been studied, the influence of the treatment of textile materials by surfactants on foaming, capillary properties and washing ability of synthetic fabrics has been research. The negative and positive effects and the deviation from ideal behaviour at the forming of the mixed micelles have been observed. The condition of synergism in the binary mixtures of surfactants was determined while the fabric being treated.

Ключові слова: поверхнево-активна речовина, суміш, міцелоутворення, синергізм, піноутворення, капілярність.

Вступ

Вплив сумішей поверхнево-активних речовин (ПАР) на різні фізико-хімічні процеси у бінарних системах, зокрема міцелоутворення, викликає великий інтерес у науковців і їх дослідження є одним із перспективних напрямків в колоїдній хімії [1]. Для регулювання процесів, які відбуваються на межі розділу двох фаз, зазвичай використовують суміші ПАР, які мають різну поверхневу активність. Вивчення поверхневих явищ бінарних сумішей ПАР актуальне як із метою теоретичного обґрунтування, так і в прикладному аспекті, оскільки дозволяє цілеспрямовано підбирати та комбінувати ПАР у сумішах, які знижують міжфазову поверхневу енергію, яка головним чином визначає ефективність практичного використання сумішей різнотипних ПАР у багатьох технологічних процесах (опорядження та фарбування текстильних матеріалів, водоочищення і т.д) [2].

Більшість композицій, пов'язаних із дією ПАР, є складною сумішшю, до складу якої входять два та більше ПАР. Ефективність їх використання залежить від впливу багатьох факторів, включаючи багатофункціональні експлуатаційні властивості (однорідність, в'язкість, прозорість). Компоненти суміші, а особливо ПАР, взаємодіють один з одним, впливаючи на її характеристики, що проявляється в підвищеній поверхневій активності, змочуванні, утворенні піни, мийній здатності та ін.

Постановка завдання дослідження

Дослідження свідчать про те, що суміші катіонної та аніонної ПАР являють собою системи, в яких синергетичні ефекти виражені найбільш яскраво. Присутність ПАР, які мають протилежні заряди, призводить до різкої зміни властивостей суміші у порівнянні з однокомпонентними системами за рахунок сильних електростатичних взаємодій.

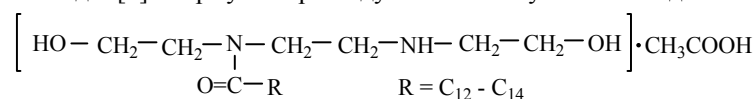
Зміна властивостей суміші досить непередбачувана, змішані системи можуть характеризуватись суттєво вищою поверхневою активністю в порівнянні з індивідуальними складовими, при цьому параметр взаємодії для змішаних міцел суттєво нижчий [3]. У інших випадках спостерігаються синергетичні ефекти, які характеризуються високими значеннями параметрів взаємодії [4], або значне негативне відхилення від ідеальності [5]. Мають місце і дані про відсутність синергетичних ефектів при міцелоутворенні [6].

Тому актуальним є дослідження, спрямоване на виявлення практичного застосування суміші з вітчизняних ПАР та виявлення синергетичних та антагонічних ефектів при утворенні піни, капілярності та мийній здатності.

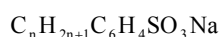
Об'єкти та методи дослідження

При проведенні досліджень використовували наступні ПАР:

1. Барвамід 2К (ТУ У 24.1-32257423-118-2005) – це поверхнево-активний компонент катіонного характеру; цей продукт одержують під час взаємодії β-оксіетилетилендіаміну та вищих жирних кислот (ВЖК) фракції C₁₀-C₁₃ або C₁₆-C₂₀ з подальшою нейтралізацією оцтовою кислотою. Процес одержання продукту складається з двох стадій [7]. Формула Барвамиду 2К має наступний вигляд:



2. Сульфонол НП-3 (ТУ У 24.6-20257936-022: 2006) – це аніоноактивна ПАР, натрій алкилбензосульфат на основі α-олефінів термічного крекінгу парафінів з вмістом в радикалі 8-12 атомів вуглецю. Формулу наведено нижче:



Дослідження проводили на білих зразках тканин з поліамідного та поліефірного волокна розмірами 5 см × 30 см. Частину з них піддали обробці у сумішах ПАР при різних температурах та розведеннях, далі ці зразки використовували для вимірювання капілярних властивостей. Іншу частину піддали обробці забруднювальною сумішшю на основі сажі і олії в уайт-спіриті.

Після обробки зразки тканин віджимали та підсушували при кімнатній температурі, після чого поміщали в сушильну шафу, а потім зразки витримували на повітрі протягом трьох діб. Рівномірно забруднені зразки тканин використовували для визначення ступеня видалення забруднення.

Миття забруднених та обробку чистих зразків проводили при температурах 15, 20, 25 та 30°C у сумішах ПАР складу Барвамід 2К (компонент А) Сульфонол НП-3 (компонент Б). Мольне співвідношення компонентів А-Б (%) у вихідних розчинах: 0-100, 20-80, 50-50, 80-20, 100-0. З вихідних розчинів готували розведення: $1 \cdot 10^{-4}$, $4 \cdot 10^{-4}$, $1,6 \cdot 10^{-3}$ та $4 \cdot 10^{-3}$ М.

Після миття зразки підсушували при кімнатній температурі, після чого витримували в сушильній шафі протягом 30 хв.

Поверхневий натяг визначали, використовуючи метод максимального тиску в бульбашці [8]. Для кожної суміші ПАР визначали максимальний тиск, при якому відбувається відрив бульбашки повітря, що вдувається в рідину через капіляр. Для визначення піноутворюючої здатності вимірювали висоту стовпа піни та стійкість піни, метод вимірювання та розрахунки проводили за ГОСТ 22567.1-77.

Суть методики визначення капілярності полягає у вимірюванні висоти підйому розчину калій біхромату по основі тканини через певні проміжки часу від 0 до 60 хвилин. Цей показник визначали згідно з методикою та вимогами ГОСТ 29104.11-91.

При дослідженні проведено визначення мийної здатності суміші ПАР оптичним методом, який базується на вимірюванні коефіцієнтів відбиття від вихідних, забруднених та оброблених у досліджуваних розчинах зразках тканин. Для вимірювань коефіцієнтів відбиття використали прилад ФОУ. Оцінку ступеня мийної здатності розчинів сумішей ПАР проводили за різними показниками [9].

Результати дослідження та їх обговорення

Дослідження ізотерми поверхневого натягу розчинів індивідуальних ПАР та їх сумішей типові для розчинів мицелюутворюючих ПАР, тобто зі зростанням концентрації ПАР поверхневий натяг спочатку знижується, а потім приймає постійне значення або слабо падає, що свідчить про досягнення ККМ. Експериментальні дані було оброблено графічним методом та отримано значення ККМ, які занесено у таблицю 1.

Таблиця 1

Величини ККМ (М) досліджених сумішей ПАР у дистильованій воді при різних температурах

Мольний вміст Барвамиду 2К у суміші з Сульфонолом НП-3	Температура, °С			
	15	20	25	30
0	$8 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
0,2	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$8,5 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$
0,3333	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$1,13 \cdot 10^{-3}$	$1,05 \cdot 10^{-3}$
0,5	$6,5 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$
0,6667	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$
0,8	$3 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$3,83 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$
1	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$

Дані таблиці 1 свідчать, що зі збільшенням температури ККМ індивідуальних ПАР зростає, для сумішей $W=20\%$ та $W=33,33\%$ в інтервалі температур від 15°C до 20°C теж зростає, а при 30°C зменшується. Для решти сумішей ПАР ККМ зі збільшенням температури знижується. Залежно від мольного вмісту Барвамиду 2К у суміші ККМ має тенденцію до зниження.

Для загальної оцінки піноутворювальної здатності наводимо графік залежності висоти і стійкості піни від мольної частки Барвамиду 2К в суміші з Сульфонолом НП-3 при загальній концентрації ПАР в розчині 0,004 М (рис. 1.).

Отже, усі досліджені суміші ПАР виявляють антагонічні властивості при дослідженні висоти утворення піни. Найбільший прояв антагонізму у дослідженні стійкості піни спостерігається при мольному вмісті Барвамиду 2К 50% у суміші із Сульфонолом НП-3, що пов'язано з утворенням комплексної солі з

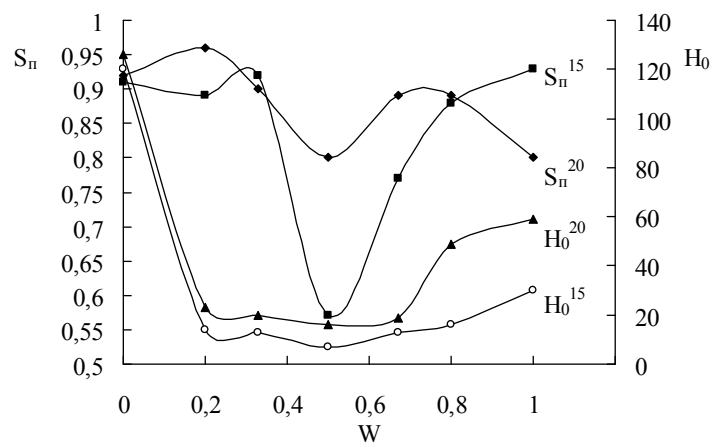


Рис. 1. Залежність висоти і стійкості піни від мольної частки Барвамиду 2К в суміші: $S_{п15}$, $S_{п20}$ – стійкість піни відповідно при 15°C та 20°C; H_0^{15} , H_0^{20} – висота утворення піни відповідно при 15°C та 20°C

поверхнево-активних іонів, яка погано розчиняється у воді. При цьому зниження температури до 15°C спричиняє посилення явище антагонізму при піноутворенні.

Капілярність текстильних матеріалів з поліефірних і поліамідних волокон визначено до та після обробки розчинами сумішей ПАР. Для прикладу на рис. 2 наведено результати експериментальних досліджень після обробки розчином ПАР загальною концентрацією 0,004 М при мольному вмісті Барвamide 2К 80 % у суміші з Сульфаноном НП-3 для тканини з поліефірних волокон та на рис. 3 – для тканин з поліамідних волокон. Фіксація висоти підйому розчину калій біхромату проводилась на початку дослідження та через такі проміжки часу в хвилинах: 0,5; 1; 2; 3; 5; 10; 20; 30.

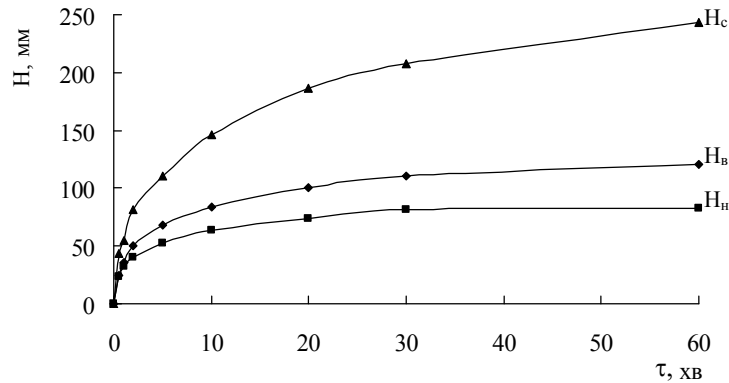


Рис. 2. Залежність висоти підйому змочуваної речовини по текстильному матеріалу з поліефірних волокон, попередньо обробленому в суміші ПАР: Н – висота підйому рідини, індекси: Н – необроблений (вихідний) зразок, В – зразок, оброблений у воді, С – зразок, оброблений у суміші ПАР

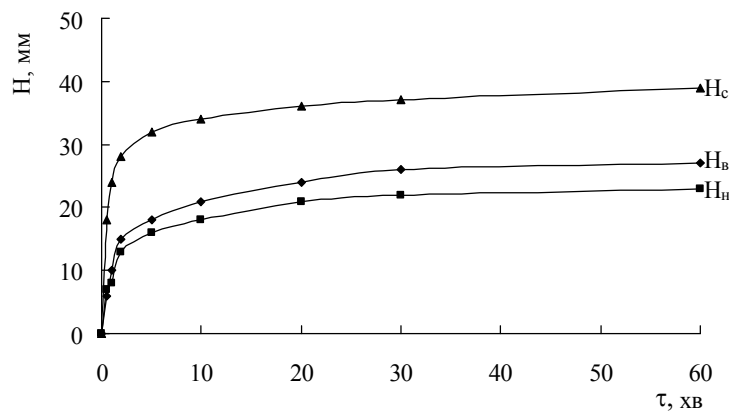


Рис. 3. Залежність висоти підйому змочуваної речовини по текстильному матеріалу з поліамідних волокон, попередньо обробленому в суміші ПАР: Н – висота підйому рідини, індекси: Н – необроблений (вихідний) зразок, В – зразок, оброблений у воді, С – зразок, оброблений у суміші ПАР

Криві на рисунках 2 та 3 мають характерний вигляд, висота підйому рідини по текстильному матеріалу, попередньо обробленому сумішшю ПАР наступного мольного складу: 80 % Барвamide 2К та 20 % Сульфаноном НП-3, значно вища у порівнянні з вихідним та обробленим у воді зразками, що свідчить про значне підвищення капілярних властивостей.

Судячи із рисунку 3, відрізок інтенсивного водопоглинання тканиною з поліамідного волокна менший у часі, ніж тканиною з поліефірного волокна, що пояснюється їх різною структурою.

Повністю експериментальні дані по визначенні капілярних властивостей для тканини з поліефірного волокна наведено у таблиці 2.

Проаналізувавши таблицю 2, відмітимо синергізм суміші ПАР відносно компонентів. Спостерігається тенденція до збільшення швидкості та висоти підйому рідини зі збільшенням концентрації суміші у розчині. Максимальні значення висоти підйому рідини виявлено при мольному вмісті Барвamide 2К у суміші 20 %.

Згідно з експериментальними значеннями з підвищенням температури попередньої обробки зразків капілярні властивості відносно збільшуються.

Проаналізувавши таблицю 2, відмітимо синергізм суміші ПАР відносно компонентів. Спостерігається тенденція до збільшення швидкості та висоти підйому рідини зі збільшенням концентрації суміші у розчині. Максимальні значення висоти підйому рідини виявлено при мольному вмісті Барвamide 2К у суміші 20 %. Згідно з експериментальними значеннями з підвищенням температури попередньої обробки зразків капілярні властивості відносно збільшуються.

**Капілярність текстильних матеріалів з поліефірних волокон
оброблених розчинами сумішей ПАР при температурі 20°C**

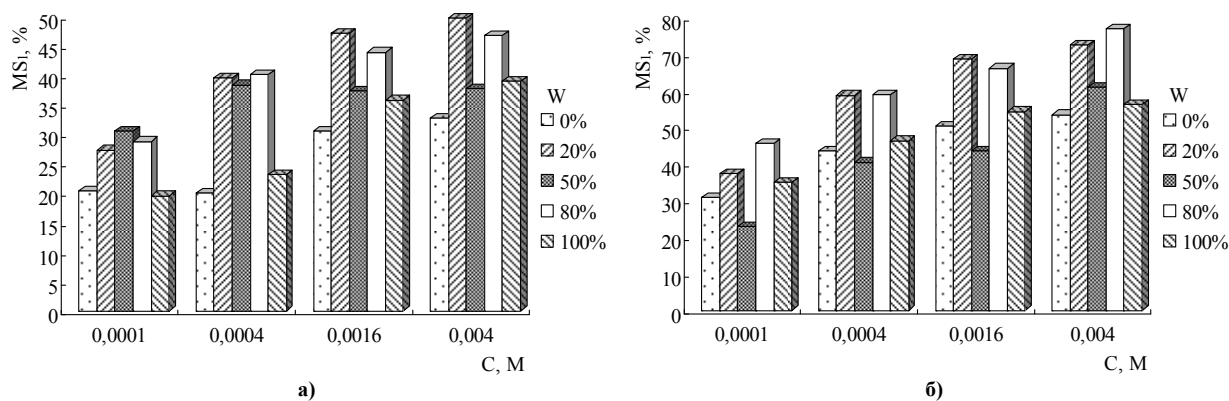
Мольний вміст Барв- миду 2К у суміші, %	Концентрація, М	Час після контакту зразка зі змочувальною рідиною, с								
		0	0,5	1	2	5	10	20	30	60
0	0,0001	0	30	43	58	85	112	140	156	173
	0,0004	0	38	51	64	100	137	160	182	205
	0,0016	0	43	58	72	107	140	180	200	229
	0,004	0	40	54	75	112	146	185	205	241
20	0,0001	0	44	58	76	108	135	167	182	223
	0,0004	0	47	60	82	119	154	193	215	253
	0,0016	0	48	63	84	120	154	194	216	255
	0,004	0	50	64	85	121	155	196	214	255
50	0,0001	0	30	43	61	85	112	147	165	202
	0,0004	0	42	56	78	135	161	192	208	238
	0,0016	0	41	58	79	103	150	192	214	248
	0,004	0	39	58	80	115	148	193	213	250
80	0,0001	0	28	36	51	96	112	131	158	167
	0,0004	0	44	59	84	111	144	178	201	238
	0,0016	0	34	50	75	130	152	181	203	242
	0,004	0	44	55	82	111	146	186	208	243
100	0,0001	0	31	50	61	94	113	140	156	167
	0,0004	0	32	48	63	90	121	148	160	170
	0,0016	0	36	52	70	100	123	153	163	179
	0,004	0	34	50	66	96	120	145	160	181

Мийна здатність являється комплексним показником, її визначаємо за ступенем відбивання білизни забрудненої тканини після прання в мийному розчині. Мийна здатність може бути виражена відношенням білизни (коефіцієнта відбивання) випраної тканини до білизни білої незабрудненої тканини (у відсотках). Мийна здатність залежить від поверхневої активності мийної речовини, її здатності емульгувати жирові та масляні забруднення, жорсткості води, температури, рН середовища та інших параметрів.

При проведенні експерименту використано оптичний метод, який полягає у вимірюванні коефіцієнтів відбиття від забруднених та вихідних зразків. На рисунках 4– 6 наведено оцінку ступеня мийної здатності суміші залежно від концентрації та мольному вмісті Барвмиду 2К у суміші (W) за формулою Кубелки-Мунка [9] для тканин з поліефірних та поліамідних волокон.

На рис. 4– 6 чітко відображений синергізм мийної дії суміші по відношенню до індивідуальних компонентів суміші. Найбільше значення ступеня мийної дії для тканини з поліефірного волокна проявляють суміші ПАР з мольним вмістом Барвмиду 2К 20 % та 80 %. Мийна дія суміші при вмісті катіоноактивного та аніоноактивного ПАР 1: 1 знижується з підвищенням концентрації у зв'язку з утворенням малорозчинної комплексної солі, яка має буре забарвлення та частково осідає на тканину. Різниця значень мийної здатності між видами волокон спричинена в основному відмінностями в структури текстильних матеріалів. У порівнянні з поліефірною тканиною, ступінь мийної дії для текстильних матеріалів з поліамідного волокна суттєво вищий.

З підвищенням температури до 25°C (рис. 5а) мийна здатність збільшилась у середньому на 5 %, а максимально – на 25 % у суміші з мольним вмістом Барвмиду 2К 80 % та при концентрації 0,0016 М. Спостерігається тенденція до зростання мийної здатності зі збільшенням концентрації суміші ПАР у розчині.



**Рис. 4. Оцінка ступеня мийної дії суміші ПАР для тканини
(а) з поліефірного волокна (б) поліамідного волокна при температурі 20°**

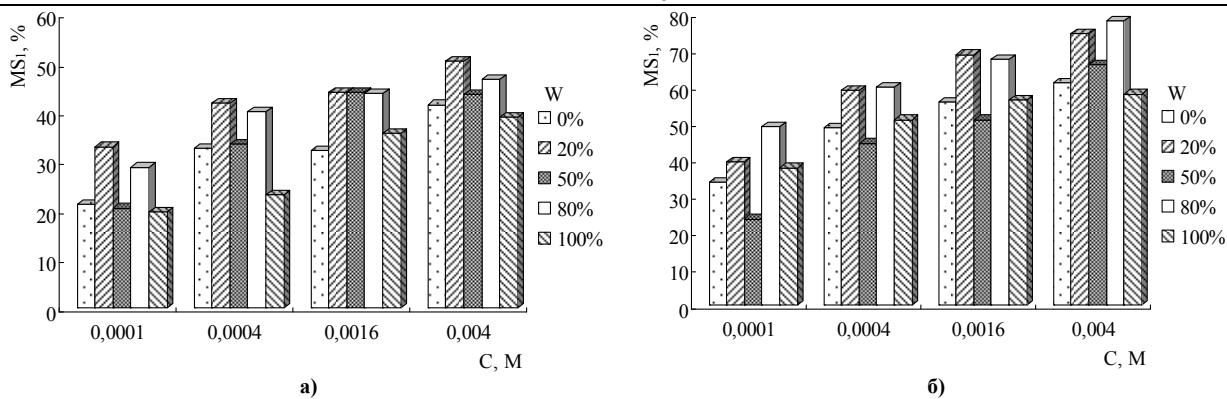


Рис. 5. Оцінка ступеня мийної дії суміші ПАР для тканини з (а) з поліакрилового волокна (б) поліамідного волокна при температурі 25°C

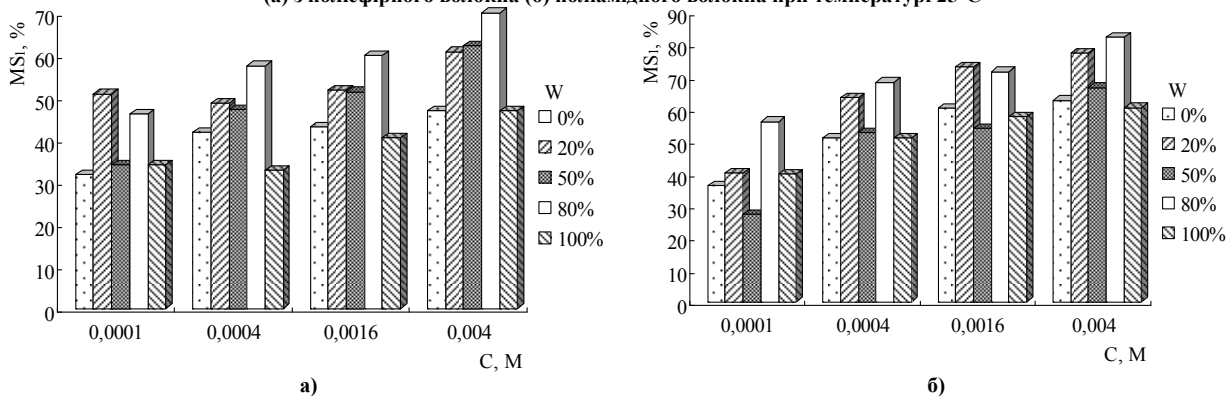


Рис. 6. Оцінка ступеня мийної дії суміші ПАР для тканини (а) з поліакрилового волокна (б) поліамідного волокна при температурі 30°C

На рис. 5,б показане суттєве зростання мийної здатності для суміші ПАР з мольним вмістом Барвamide 2К 20 % та 80 %, що підтверджує синергізм суміші відносно її складових. З підвищенням температури мийна дія зростає, проте суттєве збільшення мийної здатності спостерігається для тканин з поліакрилового волокон.

Висновки

Отже, проведені дослідження показали, що при обробці текстильних матеріалів з поліамідних та поліакрилових волокон в дослідженому інтервалі температур та концентрацій спостерігається синергізм суміші ПАР з мольним вмістом Барвamide 2К 20 % та 80 %. З підвищенням концентрації мийна здатність усіх досліджених розчинів підвищується, також відмічена тенденція до підвищення мийної дії зі збільшенням температури.

Дослідження свідчать про синергетичний ефект суміші катіоноактивної та аніоноактивної ПАР відносно компонентів при дослідженні ККМ, капілярності та мийної дії, а також виявлено антагонізм при піноутворенні. Згідно з результатами досліджень суміш можна використовувати в якості активного компоненту у мийних композиціях для текстильних матеріалів та інших технологічних процесах опорядження. Експеримент проведено в інтервалі температур від 15°C до 30°C, що свідчить про ресурсозберігаючі можливості використання даної суміші.

Література

1. Соболева О. А. Смешанные мицеллы и адсорбционные слои неионогенного поверхностно-активного вещества с катионным (мономерным и димерным) / О. А. Соболева, М. В. Кривобокова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. – 2004. – Т. 45. – № 5. – С. 344– 349.
2. Швердяев О. Н. Поверхностно-активные вещества. Свойства, технология, применение, экологически проблемы / Швердяев О. Н., Белов П. С., Шкитов А. М.; под ред. П. С. Белова. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 171 с.
3. Tomasic V. Adsorption, Association and Precipitation in Hexadecyltrimethylammonium Bromide/Sodium Dodecyl Sulfate Mixtures / V. Tomasic, I. Stefanie, N. Fllipovic-Vincekovic // ColloidPolym. Sei. – 1999. – V. 277. – P. 153– 163.
4. Cui Z. – G. Interfacial and Micellar Properties of Some Anionic/Cationic Binary Surfactant Systems. 1. Surface Properties and Prediction of Surface Tension / Z. – G. Cui, J. P. Canselier // Colloid Polym. Sei. – 2000. – V. 278. – P. 22– 29.
5. Rosen M. J. Molecular Interaction and Synergism in Binary Mixtures of Surfactants in Phenomena in Mixed Surfactant Systems / M. J. Rosen / ACS Symposium Series; American Chemical Society. – Washington: DC, 1986. – P. 144– 162.

6. Haque Md. E. Properties of Mixed Micelles of Binary Surfactant Combinations / Md. E. Haque, A. R. Das, A. K. Rakshit, S. P. Moulik // *Langmuir*. – 1996. – V. 12. – P. 4084– 4089.
7. Федорів А. С. Одержання катіонних ПАР взаємодією кубового залишку виробництва β -оксіетилетилендіаміду з жирами для застосування їх під час обробки поверхні шкіри та хутра [Електронний ресурс] / А. С. Федорів, Б. Л. Литвин, Р. М. Вишневський, І. Р. Соляник. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/4411/1/44.pdf>. – (Дата звернення: 18.07.2012).
8. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / [под ред. Ю. Г. Фролова, А. С. Гродского]. – М.: Химия, 1986. – 216 с.
9. Федорова А.Ф. Лабораторный практикум по технологии химической чистки и крашения одежды: [учебное пособие для студентов вузов] / А. Ф. Федорова, А. В. Мищенко. – М.: Легкая индустрия, 1977. – 216 с.

Надійшла 23.8.2012 р.
Рецензент: д.т.н. Параска Г.Б.

УДК 685.34

О.А. МИХАЙЛОВСЬКА, А.В. МОСТОВІЮК
Хмельницький національний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЙ ВЗУТТЯ НА СТОПУ ЛЮДИНИ

*Визначено напрямки дослідження раціональності конструкцій взуття шляхом соціопитування.
Certainly directions of research of rationality of constructions of shoe by the social questioning.*

Ключові слова: комфортність взуття, зручність взуття, раціональність взуття, конструкція взуття, соціопитування, респонденти

Постановка проблеми

Зростання життєвого рівня населення зумовлює високі вимоги до предметів індивідуального вжитку і особливо до одягу та взуття, що проявляється у збільшенні їх кількості та розширенні асортименту.

Проте індивідуальний асортимент взуття неоднаковий для статево-вікових і етнографічних груп населення. У молоді, які мешкає у великих містах, потреба в широкому асортименті взуття найвища, зокрема, у взутті повсякденному, для активного відпочинку. Крім того, сучасне населення мобільніше в питаннях моди, отже, і моральне зношування одягу та взуття у них відбувається найшвидше. При цьому не залишається поза увагою кожної людини і питання зручності (комфортності) взуття, що визначається значною кількістю факторів, серед яких найвагомішим є конструкція взуття. А тому, визначення основних конструктивних елементів взуття, що визначають його комфортність, є першочерговим при вирішенні проблеми створення комфортного взуття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В результаті аналізу літературних джерел [1, 2, 3] можна зробити висновок, що на сьогоднішній день питання розробки комфортного взуття є досить важливим і необхідним, оскільки нераціональність (не комфортність) викликає велику кількість деформацій стоп. Також виділено три групи властивостей, які визначають комфортність взуття:

- 1) фізіологічні, що забезпечують нормальне біомеханічне функціонування стопи;
- 2) гігієнічні, що впливають на безпеку умов носіння взуття;
- 3) антропометричні, що характеризують взуття з точки зору його раціональності та зручності.

Крім того, було встановлено, що комфортність взуття може оцінюватися на об'єктивному рівні, тобто за допомогою таких критеріїв як величина тиску взуття на стопу, зміна електричної провідності шкіри стопи, відносна деформація стопи і інші, так і на суб'єктивному рівні, де враховуються бажання і відчуття споживачів.

Формулювання цілі статті

З метою створення раціональних конструкцій взуття необхідно визначити напрямки його розробки, що відповідають комплексу вимог споживачів, що ґрунтуються на їх суб'єктивній оцінці.

Виклад основного матеріалу

Всю складність конструкції взуття по відношенню до стопи умовно розділяють на три частини, складові елементи яких виконують різні функції:

1. Опорна частина взуття (підшва, устілка і проміжні елементи).
2. Укріплююча частина (підносочок, задник).
3. Закріплююча частина (верх взуття).

Даний розподіл досить умовний, адже абсолютно розмежувати функції деяких елементів важко, оскільки вони виконують функції так би мовити змішаного характеру.

Щоб розглянути вплив конструкції взуття на здоров'я людини його можна розділити на деякі чинники: