

УДК 677.047.2

О.Я. СЕМЕШКО, Н.С. СКАЛОЗУБОВА, Ю.Г. САРИБЕКОВА
Херсонський національний технічний університет**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ РОЗЧИНІВ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ПРИ СТВОРЕННІ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ПРОМИВАННЯ БАВОВНЯНОГО ТРИКОТАЖУ**

Основною метою даного дослідження є вивчення зміни поверхневого натягу та критична концентрація міцелоутворення розчинів поверхнево-активних речовин різних класів, що застосовуються в композиційних складах для промивання бавовняного трикотажного полотна. Поверхневий натяг розчинів поверхнево-активних речовин визначався методом відриву кільця (метод Дю-Нуї), а критична концентрація міцелоутворення – графічним методом шляхом побудови залежностей поверхневого натягу від концентрації поверхнево-активних речовин у напівлогарифмічних координатах. Встановлено, що найбільше зменшують поверхневий натяг неіоногенні та деякі аніонактивні поверхнево-активні речовини, а їх критична концентрація міцелоутворення складає близько 1-2 г/л.

Ключові слова: поверхнево-активні речовини, поверхневий натяг, критична концентрація міцелоутворення, промивання трикотажного полотна.

О.Я. СЕМЕШКО, Н.С. СКАЛОЗУБОВА, Ю.Г. САРИБЕКОВА
Херсонский национальный технический университет**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРОВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СОЗДАНИИ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОМЫВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОГО ТРИКОТАЖА**

Основной целью данного исследования является изучение изменения поверхностного натяжения и критической концентрации мицеллообразования растворов поверхностно-активных веществ различных классов, применяемые в композиционных составах для промывки хлопчатобумажного трикотажного полотна. Поверхностное натяжение растворов поверхностно-активных веществ определялся методом отрыва кольца (метод Дю-Нуи), а критическая концентрация мицеллообразования – графическим методом путем построения зависимостей поверхностного натяжения от концентрации поверхностно-активных веществ в полулогарифмических координатах. Установлено, что наиболее уменьшают поверхностное натяжение неионогенные и некоторые анионактивные поверхностно-активные вещества, а их критическая концентрация мицеллообразования составляет около 1-2 г/л.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, поверхностное натяжение, критическая концентрация мицеллообразования, промывание трикотажного полотна.

O.YA. SEMESHKO, N.S. SKALOZUBOVA, YU.G. SARIBYEKOVA
Kherson National Technical University**INVESTIGATION OF SURFACE TENSION OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES SOLUTIONS IN CREATION OF COMPOSITIONS FOR SCOURING COTTON KNITTED FABRIC**

The main purpose of this research is to study the change in surface tension and the critical concentration of micelle formation of solutions of surfactants of various classes used in compositions for scouring cotton knitted fabric. The surface tension of surfactant solutions was determined by the ring-detachment method (Du-Nui method), and the critical concentration of micelle formation – by the graphical method by plotting the surface tension dependences on the concentration of surfactants in semi-logarithmic coordinates. It was established that the non-ionic and some anionic surfactants most reduce the surface tension, and their critical micelle concentration is about 1-2 g/l.

Keywords: surface-active substances, surface tension, critical concentration of micelle formation, scouring of knitted fabric.

Постановка проблеми

Суворі бавовняні трикотажні полотна погано змочуються у водних розчинах внаслідок присутності в волокнах гідрофобних природних домішок целюлози і замаслюючих речовин. Знижена капілярність волокнистих матеріалів ускладнює біління, фарбування, друкування і заключну обробку

цих матеріалів, а також викликає дефекти при проведенні цих процесів (плями, нерівномірність забарвлення та ін.). Крім того, деякі замаслюючі речовини надають волокнистим матеріалам неприємного запаху і погіршують гриф [1].

Процес промивання призначений для видалення з трикотажу природних домішок і замаслюючів і має, як правило, на меті підвищення його капілярності. Промивання для бавовняних текстильних матеріалів проводять зазвичай при високій температурі, тому часто називають відварюванням. Цей процес відбувається в апаратах періодичної дії, які служать для подальшого відбілювання і фарбування [2]. Відварювання бавовняних трикотажних полотен може проходити в лужному або в нейтральному середовищі.

Режим відварювання бавовняних трикотажних матеріалів в нейтральному середовищі відбувається в присутності поверхово-активних речовин (ПАР) і складається з наступних операцій:

1) наповнення апарату теплою (40°C) або холодною водою з нагріванням до цієї температури, введення розчину ПАР і завантаження волокнистого матеріалу;

2) нагрівання розчину до кипіння;

3) відварювання в киплячому розчині протягом 30-60 хв.;

4) спуск розчину для відварювання і промивання текстильного матеріалу теплою водою [1, 3, 4].

Теплий промивний розчин забезпечує швидке змочування волокнистого матеріалу під час завантаження його в апарат. Злив розчину через верхні переливні пристрої при промиванні дозволяє попередити осідання на матеріалі гідрофобних складових замаслювачів, воскоподібних речовин і забруднень, що спливали на поверхню розчину.

Таким чином, для ефективного проведення процесу промивання бавовняного трикотажного полотна необхідно, щоб промивний розчин мав високу змочувальну та мийну здатність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

ПАР, що використовуються у процесі підготовки, повинні володіти не тільки властивостями змочувача, а й емульгатора і мийного агента.

В обробці трикотажу найчастіше застосовуються аніонні ПАР і неіоногенні ПАР. Слід мати на увазі, що при обробці волокон катіонними ПАР на поверхні волокна або в розчині не повинно міститися аніонних ПАР. В іншому випадку катіонні і аніонні ПАР будуть взаємодіяти один з одним, ПАР перестануть грати роль поверхнево-активних активаторів, що може привести до виробничого браку [5-7].

У порівнянні з аніонними неіоногенні ПАР мають багато особливостей. Наприклад, у них порівняно невисока піноутворююча здатність, висока поверхнева активність при низькій температурі. За змочувальною, емульгуючою, диспергуючою здатностями до виведення плям вони цілком порівняні з АПАР, але при цьому мають певну спорідненість до багатьох барвників і можуть перешкоджати отриманню якісного забарвлення при подальшому фарбуванні [8].

Основною кількісною характеристикою ПАР є поверхнева активність, яка визначає їх здатність знижувати поверхневий натяг, викликати емульгування, піноутворення, диспергування і стабілізацію, змочування та інші явища і процеси [9, 10].

ПАР, маючи полярні групи, добре розчиняються в полярних рідинах і, відповідно, у воді. При їх розчиненні, в силу їх специфічної несиметричної будови, ПАР при певній концентрації в розчині починають концентруватися на зовнішній поверхні розділу рідина-газ, орієнтуючись полярною частиною до полярної рідини і гідрофобною – до повітря, що призводить до зниження поверхневого натягу на цій межі [5-7].

При повному заповненні поверхні рідини молекулами ПАР утворюється їх орієнтований моношар. Ступінь заповнення поверхні рідини орієнтованими молекулами ПАР, а отже і ефективність зниження поверхневого натягу залежать від наступних умов: хімічної будови ПАР (довжини гідрофобної частини, природи гідрофільної частини), температури, концентрації, величини поверхні розділу [5-7].

Важливою характеристикою є концентрація ПАР, яка пов'язана з поверхневим натягом рівнянням Гіббса:

$$C_{II} = -\frac{C}{RT} \frac{d\gamma}{dC}, \quad (1)$$

де C_{II} – концентрація ПАР на поверхні;

C – концентрація ПАР в розчині;

γ – поверхневий натяг розчину.

У міру накопичення ПАР на поверхні, межа розділу вода-повітря замінюється межею розділу вуглекислого повітря і поверхневий натяг рідини знижується.

ПАР в розчинах схильні до міцелоутворення. Будова міцел, що мають сферичну, кристалічну, пластинчасту та інші форми залежить від хімічної природи ПАР і складу розчину. Міцелоутворення настає при певній концентрації ПАР, яке називається критичною концентрацією міцелоутворення

(ККМ). Для більшості ПАР ККМ лежить в інтервалі 0,05-1,5 г/л, тому концентрації робочих розчинів, використовуваних для підготовки текстильних матеріалів, не повинна перевищувати ККМ [9, 10].

Видалення гідрофобних, нерозчинних у воді забруднень, що містяться в бавовняному волокні, неможливе без участі ПАР, що володіють комплексом змочуючих, емульгуючих, диспергуючих і мийних властивостей [2, 11-13]. В одному препараті ПАР перераховані властивості поєднати досить складно, оскільки молекули ПАР для прояву кожної з них повинні мати специфічну хімічну будову. Тому в сучасних умовах для промивання трикотажу використовують композиційні складі ПАР. Створення вискоелективних композицій ПАР для підготовки бавовняного трикотажу є складним завданням, рішення якого вимагає системного підходу, який полягає в методичному дослідженні властивостей індивідуальних ПАР.

Змочування суворого текстильного матеріалу технологічними розчинами є важливим етапом підготовки, що визначає швидкість та повноту проникнення промивного розчину всередину волокна та ускладнюється присутністю на ньому забруднень різної природи і походження. Тому в процесі промивання суворого трикотажного полотна важливою характеристикою як індивідуальних ПАР, так і їх композицій є їх властивість знижати поверхневий натяг водних розчинів.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є визначення поверхневого натягу та ККМ розчинів поверхнево-активних речовин різних класів для застосування в композиційних складах для промивання бавовняного трикотажного полотна.

Викладення основного матеріалу дослідження

З метою створення ефективної композицій для промивання трикотажного полотна були обрані ПАР різних класів: аніоноактивні, неіоногенні, амфотерні та криптоаніонні. Їх характеристика наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика ПАР

Назва ПАВ	Виробник	Зовнішній вигляд	Хімічний склад
1	2	3	4
Аніоноактивні			
Albaflow FFC-01	«Huntsman NMG»	Рідина білого кольору середнього ступеня в'язкості	Склад з похідних жирних спиртів з алканолом та модифікованих метилполісілоксанів
Eriopon R		Прозора, жовтувата, рідина середньої в'язкості	Натрієва сіль модифікованої поліакрилової кислоти
Albatex		Прозора рідина	Водний розчин поліакрилатів та комплексоутворювачів
Invatex		Прозора рідина	Препарат на основі органічних кислот
Albafluid CD		Прозора в'язка емульсія	Рідкий препарат на основі співполімеру поліефіру
Неіоногенні			
Ultravon TC	«Huntsman NMG»	Прозора рідина	Суміш неіоногенних ПАР
Lutensol	«BASF»	Прозора рідина	Алкоксилати на основі розгалуженого спирту
Оксилав А1214С.50	ТОВ НВО «НИИ ПАВ»	Прозора світло-жовта рідина	Алкілдиметиламіноксид
Оксилав А1214.30		Прозора або світло-жовта рідина	Алкілдиметиламіноксид
Синтанол АЛМ-10	ВАТ ВО «ТОС»	Однорідна паста білого кольору	Суміш поліоксиетиленгліколевих ефірів синтетичних первинних вищих жирних спиртів фракції C ₁₂ -C ₁₄
Стеарокс-6		В'язка маса світло-коричневого кольору	Поліоксиетиленгліколеві ефіри стеаринової кислоти
ОС-20 Б		Прозора світло-жовта рідина	Суміш поліоксиетиленгліколевих ефірів вищих жирних спиртів

Продовження табл. 1.

1	2	3	4
Амфотерні			
Бетапав АП.30	ТОВ НВО «НИИ ПАВ»	Прозора рідина	Кокамідопропілбетаїн
Бетапав А.30		Прозора світло-жовта рідина	Алкілбетаїн
Криптоаніонні			
Карбоксипав АФ6.35	ТОВ НВО «НИИ ПАВ»	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:

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{H_2O} \cdot \varphi_x}{\varphi_{H_2O}}, \quad (2)$$

де φ_{H_2O} і φ_x – сила відриву кільця від дистильованої води і від досліджуваного розчину;

σ_{H_2O} – поверхневий натяг дистильованої води [6, 14, 15].

Ізотерми поверхневого натягу розчинів ПАР дозволяють оцінити поверхню активність окремих ПАР і прогнозувати їх кількість в композиції шляхом визначення критичної концентрації міцелотворення (ККМ). На рис. 1-4 представлені ізотерми зміни поверхневого натягу розчинів ПАР різних класів при температурі 20°C.

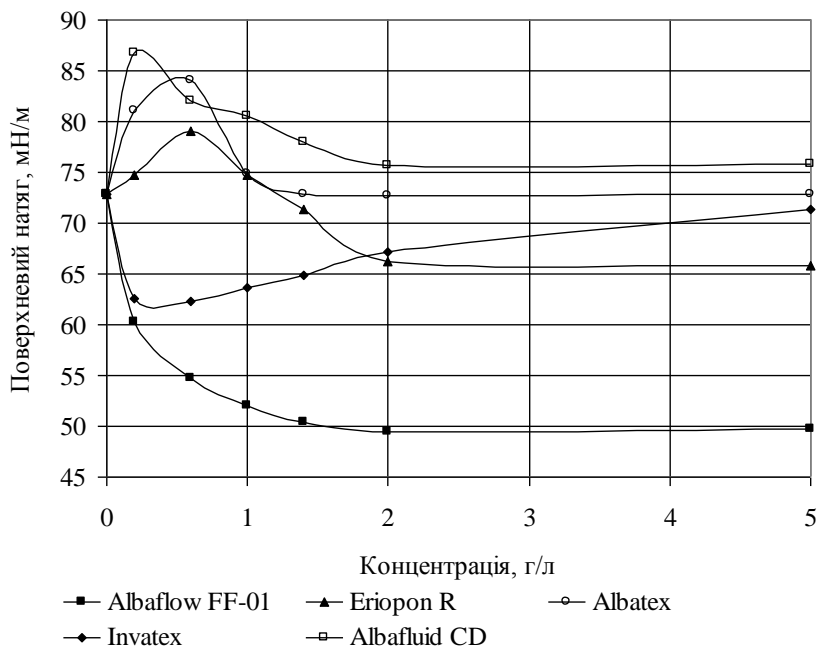


Рис. 1. Ізотерми поверхневого натягу розчинів аніонактивних ПАР

Отримані дані (рис. 1) свідчать про те, що серед аніонактивних ПАР найбільше зниження поверхневого натягу викликають Invatex та Albatex FF-01. При чому у розчині Albatex FF-01 зі зростанням концентрації ПАР поверхневий натяг пропорційно зменшується до максимального значення 44,5 мН/м при концентрації 2 г/л, після чого показник не змінюється. Для Invatex спостерігається максимальне зниження поверхневого натягу при 0,4 г/л, а подальше збільшення концентрації ПАР у розчині приводить до підвищення поверхневого натягу. Для Eriopon R, Albatex CD та Albatex при низькому вмісті у розчині спостерігається зростання поверхневого натягу, а збільшення концентрації призводить до зниження його значень, але отримані показники є близькими до значень поверхневого натягу води.

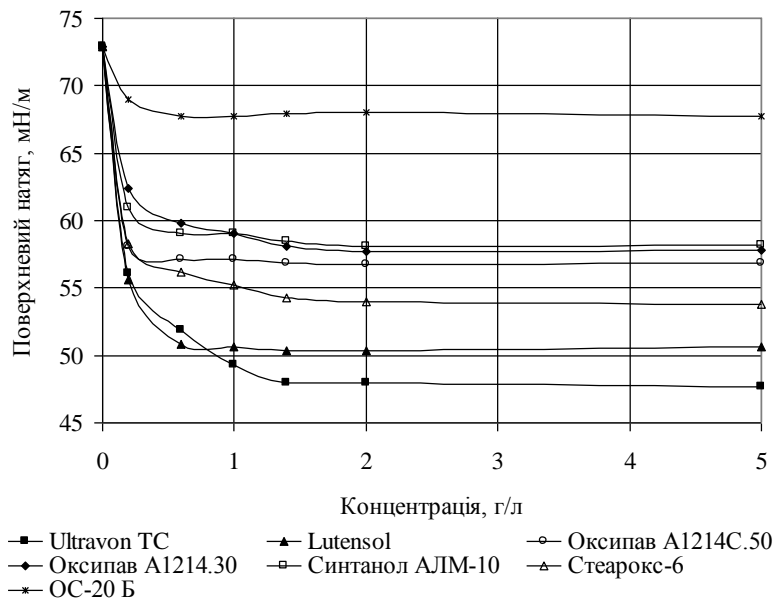


Рис. 2. Ізотерми поверхневого натягу розчинів неіоногенних ПАР

Результати дослідження впливу неіоногенних ПАР (рис. 2) показують, що всі досліджувані речовини знижують поверхневий натяг з підвищенням їх концентрації у розчині до певного значення, після якого досліджуваний показник більше не змінюється і залишається на досягнутому рівні. Найкраще знижує поверхневий натяг до значень 48 мН/м при 1,6-2 г/л, а отже є найефективнішим змочувачем, Ultravon TC. Також значні результати щодо зниження поверхневого натягу досягаються при застосуванні Оксипав А1214С.50, Lutensol та Стеарокс-6.

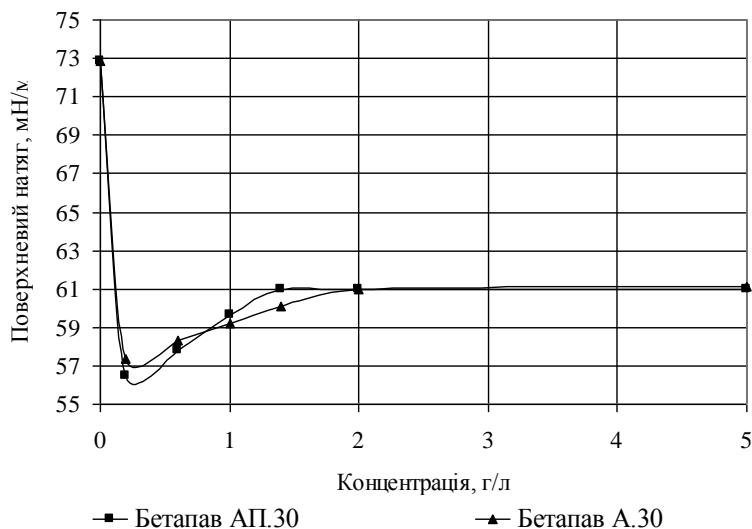


Рис. 3. Ізотерми поверхневого натягу розчинів амфотерних ПАР

Отримані ізотерми поверхневого натягу досліджуваних ПАР (рис. 3) показують, що додавання малої концентрації 0,2 г/л амфотерних ПАР стрімко знижує поверхневий натяг. Подальше збільшення концентрації ПАР сприяє незначному підвищенню даного показника. Досліджувані амфотерні ПАР Бетапав АП.30 та Бетапав А.30 майже однаково знижують поверхневий натяг у нейтральному середовищі.

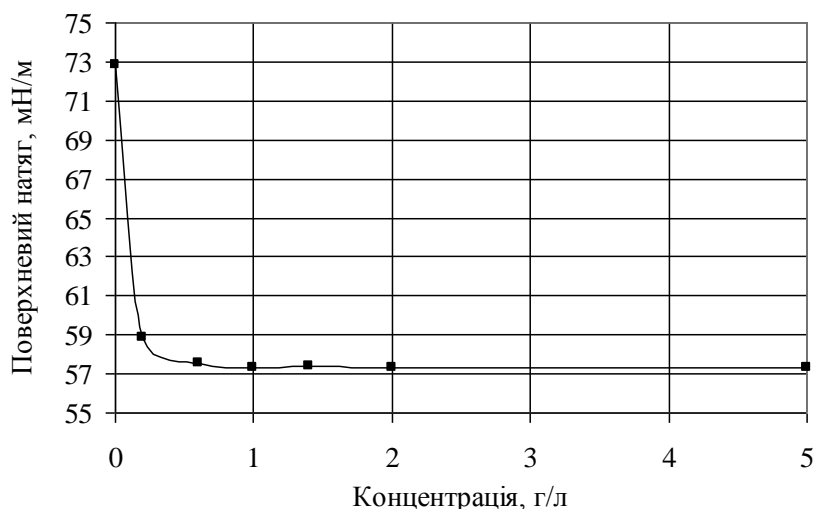


Рис. 4. Ізотерми поверхневого натягу розчинів криптоаніонного ПАР Карбоксипав АФ6.35

Криптоаніонні ПАР одночасно володіють властивостями аніонних та неіоногенних ПАР. Дослідження впливу концентрації Карбоксипав АФ6.35 на поверхневий натяг свідчить про те, що значення досліджуваного показника пропорційно зменшується зі збільшенням його концентрації у розчині.

Таким чином, можна зробити висновок, що найбільше зменшують поверхневий натяг неіоногенні ПАР, крім ОС-20. Серед аніонактивних ПАР слід виділити Albaflow FFC-01, застосування якого сприяє значному зниженню поверхневого натягу.

Слід відмітити, що Albafluid CD, Albatex та Eгіорон R сприяють підвищенню поверхневого натягу, що пояснюється їх хімічною будовою та призначенням. Так, дані ПАР виробляються «Huntsman NMG» і мають наступне призначення: Albaflow FFC-01 є прискорювачем проникнення інших речовин (гідротропом), Albatex слугує захисним колоїдом, а Eгіорон R – післяочисним агентом.

Інші досліджувані аніонактивні, амфотерні ПАР та криптоаніонний Карбоксипав АФ6.35 сприяють незначному збільшенню поверхневого натягу.

ККМ визначається здатністю до міцелоутворення, при якій відбувається зміна фізико-хімічних, колоїдних та технологічних властивостей розчину ПАР, а отже є важливою характеристикою. З метою оцінки ККМ ПАР залежність поверхневого натягу від концентрації речовини у розчині $\sigma=f(C)$ представляють у напівлогарифмічних координатах, тобто $\sigma=f(\ln C)$ [16, 17].

На рис. 5. представлені ізотерми поверхневого натягу розчинів ПАР, обраних для розроблення композицій у напівлогарифмічних координатах.

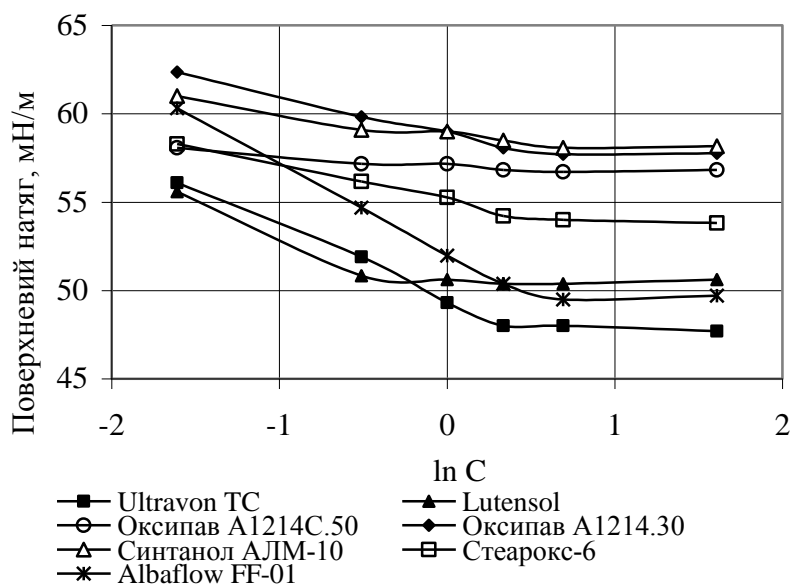


Рис. 5. Ізотерми поверхневого натягу розчинів ПАР

На ізотермах поверхневого натягу у напівлогарифмічних координатах можна відмітити дві характерні точки. Перша – точка переходу від криволінійної до прямолінійної ділянки ізотерми, що характеризується максимальним зниженням поверхневого натягу σ_m та досягненням граничної адсорбції C_m . Друга точка – при переході від похилої ділянки ізотерми до горизонтальної, яка вказує на ККМ. Точка граничної адсорбції C_m являє собою концентраційну межу стабілізуючої дії ПАР, вище якої ПАР проявляють свої емульгуючі, мийні та піноутворюючі властивості [9, 10, 16, 17].

Отримані результати (рис. 5) показують, що ККМ ПАР, що найкраще знижують поверхневий натяг водних розчинів знаходяться у межах концентрацій 1-2 г/л.

Висновки

Таким чином, можна зробити висновок, що найбільше зменшують поверхневий натяг неіоногенні ПАР, крім ОС-20. Найкраще знижує поверхневий натяг до значень 48 мН/м при 1,6-2 г/л, Ultravon ТС. Також значні результати щодо зниження поверхневого натягу досягаються при застосуванні Оксипав А1214С.50, Lutensol та Стеарокс-6. Серед аніонактивних ПАР слід виділити Albaflow FFC-01, застосування якого сприяє максимальному зниженню поверхневого натягу до значення 44,5 мН/м при концентрації 2 г/л. Таким чином, аніонактивний ПАР Albaflow FFC-01 є найефективнішим змутувачем.

Шляхом побудови ізотерм поверхневого натягу ПАР напівлогарифмічних координатах встановлено, що ККМ речовин, вибраних для створення композицій ПАР у якості змутувачів, знаходяться у межах концентрацій 1-2 г/л.

Список використаної літератури

1. Абрамов С.А. Технология отделки трикотажных изделий / С.А. Абрамов, В.П. Гусев. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 472 с.
2. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: учеб. для вузов в 3-х т. Т. 1. Теоретические основы технологии. Волокна. Загрязнения. Подготовка текстильных материалов / Г.Е. Кричевский. – М.: Росс. заоч. ин-т. текстильной и легкой промышленности, 2000. – 436 с.
3. Ковтун Л.Г. Технология отделки трикотажа / Л.Г. Ковтун. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 400 с.
4. Ковтун Л.Г. Химическая технология отделки трикотажных изделий / Л.Г. Ковтун. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 232 с.
5. Плетнев М.Ю. Косметико-гигиенические моющие средства / М.Ю. Плетнев. – М.: Химия, 1990. – 272 с.
6. Поверхностно-активные вещества: [под ред. Абрамзон А.А., Гаевого Г.М.]. – Л.: Химия, 1979. – 379 с.
7. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение: [под ред. Зайченко Л.П.]. – СПб.: Профессия, 2004. – 240 с.
8. Одинцова О.И. Снижение миграции красящих веществ в крашении хлопколавсановых тканей / О.И. Одинцова, О.В. Козлова, Б.Н. Мельников // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995. – №2. – С. 48-51.
9. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю.Г. Фролов. – М.: Химия, 1988. – 464 с.
10. Красовский И.В. Физическая и коллоидная химия / И.В. Красовский, Е.И. Вайль, В.Д. Безуглый. – К.: Вища школа, 1983. – 352 с.
11. Отделка хлопчатобумажных тканей. В 2-ух частях. Ч. 1. Технология и ассортимент хлопчатобумажных тканей: [под ред. Мельникова Б.Н.]. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 432 с.
12. Садов Ф.И. Химическая технология волокнистых материалов / Ф.И. Садов, М.В. Корчагин, А.И. Матецкий. – М.: Легкая индустрия, 1986. – 784 с.
13. Сафонов В.В. Облагораживание текстильных материалов / В.В. Сафонов. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 288 с.
14. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг. – Л.: Химия, 1974. – 352 с.
15. Rakowska J. Surface tension, wettability and absorptivity of basic components of wetting agents / J. Rakowska, B. Porycka, B. Twardochleb // Badania i rozwój. – 2007. – Vol. 3 – P. 34-46.
16. Мищенко А.В. Методическое пособие к выполнению лабораторных работ по курсу «Коллоидная химия» / А.В. Мищенко, Ю.Г. Шпилов – Херсон: ХДТУ. – 2003 г. – 64 с.
17. Баранова В.И., Бибик Е.Е., Кожевникова Н.М. Практикум по коллоидной химии: [под ред. Лаврова И.С.]. – М.: Высшая школа. – 1983. – 213 с.