

Вероніка Єфімова, Тетяна Пилипенко, Олександра Нікора, Поліна Невпряга

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ЕМУЛЬСІЙНОГО КОСМЕТИЧНОГО ПРОДУКТУ НА ОСНОВІ КОЛОЇДНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ

Актуальність теми дослідження. Синтез нових емульсійних косметичних продуктів із заданими споживчими характеристиками залежить від колоїдно-хімічних властивостей як вихідних компонентів, так і готової продукції. При цьому особлива увага приділяється проблемам стійкості косметичних емульсій та підбору ефективного емульгатора. Тому розробка науково обґрунтованого підходу до створення нових рецептур вимагає знань про колоїдно-хімічні властивості як вихідних компонентів, так і кінцевих косметичних емульсій.

Постановка проблеми. Практика свідчить, що як стабілізатори косметичних емульсій найчастіше використовуються поверхнево-активні речовини та їх суміші, що дозволяє одержувати готові композиції із заданими властивостями. При цьому рецептури емульсійних засобів базуються на численних експериментальних даних, що значно ускладнює та здорожує випуск косметичної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Були розглянуті останні публікації у відкритому доступі.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Встановлення основних колоїдно-хімічних закономірностей синтезу косметичних емульсій та виявленні взаємозв'язку між колоїдно-хімічними властивостями вихідних компонентів і характеристиками кінцевої композиції.

Постановка завдання. Підбір стабілізатора, що складається із суміші поверхнево-активних речовин; визначення основних колоїдно-хімічних властивостей поверхнево-активних речовин і їх сумішей, а також поведінки індивідуальних поверхнево-активних речовин і їх сумішей на межі поділу фаз рідина – рідина.

Виклад основного матеріалу. З використанням даних поверхневого натягу на межі поділу фаз масло-вода обрано масляну фазу. За методом ваги-об'єму краплі визначено дані оптимального співвідношення стабілізаторів емульсії. Отримані емульсії досліджувались на колоїдну стабільність.

Висновки відповідно до статті. Відпрацьована методика отримання прямої емульсії, що стабілізована сумішшю поверхнево-активних речовин. Визначено значення параметрів адсорбційних шарів водорозчинних поверхнево-активних речовин на межі поділу фаз розчин-масло. Встановлена оптимальна концентрація суміші поверхнево-активних речовин, що дозволяє досягати максимальний стабілізуючий ефект. Визначено, що для отримання емульсії, стійких протягом декількох місяців, потрібно введення додаткового структуроутворювача, що буде темою наших подальших досліджень.

Ключові слова: поверхнево-активна речовина; константа адсорбційної рівноваги; емульгатор; емульсійний косметичний продукт; емульсія.

Рис.: 5. Табл.: 3. Бібл.: 13.

Постановка проблеми. Як відомо, косметичні емульсії є одним з найбільш поширених видів косметичної продукції. Нині відбувається постійна розробка нових композицій із заданими і покращеними споживчими характеристиками. При цьому особлива увага приділяється проблемам стійкості косметичних емульсій та підбору ефективного емульгатора. Практика свідчить, що як стабілізатори косметичних емульсій найчастіше використовуються поверхнево-активні речовини (ПАР) та їх суміші, що дозволяє одержувати готові композиції із заданими властивостями – розмірами емульсійних крапель, ступенем їхньої полідисперсності і вмістом масляної фази. Як свідчать літературні дані [1-3], рецептури емульсійних косметичних засобів базуються на численних експериментальних даних, що значно ускладнює та здорожує випуск косметичної продукції. Тому розробка науково-обґрунтованого підходу до створення нових рецептур вимагає знань про колоїдно-хімічні властивості як вихідних компонентів, так і кінцевих косметичних емульсій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останнім часом як стабілізатори косметичних емульсій все частіше застосовують бінарні суміші (ПАР). Це зумовлено тим, що суміші в порівнянні з індивідуальними ПАР часто виявляються ефективнішими при зниженні поверхневого натягу. Більшість дослідників пов'язують це з наявністю специфічних взаємодій між молекулами або іонами різної природи [4]. Дослідження сумішею ПАР нечисленні, і в основному присвячені вивченню міцелоутворенню й адсорбції на межі поділу фаз водний розчин – повітря [5; 6]. На сьогодні для теоретичного вибору ПАР єдиною можливістю є система ГЛБ (гідрофільно-ліпофільний баланс). Однак ця система, а також її модифікації дозволяє передбачити лише тип емульсії, що одержується з енергетичних позицій, тобто не враховує особливості будови ПАР [7]. Поведінка бінарних систем на межі поділу фаз водний розчин ПАР–масло практично не вивчена та не описана в літературі.

Мета статті. Встановлення основних колоїдно-хімічних закономірностей синтезу косметичних емульсій та виявленні взаємозв'язку між колоїдно-хімічними властивостями вихідних компонентів і характеристиками кінцевої композиції. А саме, підбір стабілізатора, що складається із суміші ПАР; визначення основних колоїдно-хімічних властивостей ПАР і їх сумішей, а також поведінки індивідуальних ПАР і їх сумішей на межі поділу фаз рідина – рідина.

Виклад основного матеріалу. Стабільність емульсій, як типових ліофобних систем, залежить від сукупності багатьох параметрів, таких як природа дисперсійного середовища і дисперсної фази, величини поверхневого натягу, в'язкості системи й деяких інших. Перераховані фактори, у свою чергу, істотно впливають на споживчі характеристики косметичної емульсії. При підборі компонентів косметичного продукту необхідно дотримання балансу між ціною і якістю.

Основними компонентами косметичних емульсій є олії та стабілізатори, роль останніх відіграють поверхнево-активні речовини або їх суміші.

При розробці складів косметичних прямих емульсій, передусім, ми зупинилися на виборі масляної фази і ПАР. Аналіз літератури, що стосується емульсійних систем [5–8], приводить до висновку про те, що при підборі масляної фази необхідно враховувати її полярність, тобто здатність диспергувати в інші рідини.

Як параметр, що характеризує полярність масла, в нашій роботі досліджувалася величина поверхневого натягу на межі поділу фаз масло-вода. Згідно з правилом Ребиндера [4], чим нижче його значення, тим більше полярне масло. Експеримент проводився за стандартною методикою на Тензіометрі К11. Дані експерименту представлені в табл. 1 (всі зазначені масла використовуються в складі косметичних кремів).

Таблиця 1

Величина поверхневого натягу на границі поділу фаз олія вода

Масла, що використовуються в технології косметичних засобів	Поверхневий натяг, σ , мДж/м ²
Парафінове масло /Paraffine oil	44,3
ППГ-15 стеариловий ефір (Arlamol E)	30,4
Сквалан/Squalane	46,2
Ізопропил мірістат /IPM	24,3
Ізопропил пальмітат/IPP	22,2
Каприловий/каприновий тригліцерид (Muritol 312)	21,1
Циклопентасилоксан/Cyclopentacyloksane	20,6

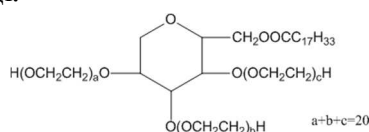
На підставі даних табл. 1 для отримання прямих модельних емульсій у ролі олійної фази був обраний циклопентасилоксан / Cyclopentacyloksane – полярне масло, з низьким поверхневим натягом на межі поділу фаз вода-масло, відносно дешеве, доступне та застосовується у виробництві косметичних продуктів.

При виборі ПАР для стабілізації прямих емульсій ми керувалися принципом чисел ГЛБ. З літературних джерел відомо кілька шкал ГЛБ, найбільш поширеними з яких є шкали Гріффіна і Девіса [9]. Для стабілізації прямих емульсій використовують водорозчинні ПАР з високими числами ГЛБ. Принцип підбору ПАР на основі чисел ГЛБ добре узгоджується з правилом Банкрофта [10], згідно з яким для стабілізації прямих емульсій слід використовувати водорозчинні ПАР, а для зворотних – маслорозчинні.

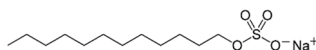
При цьому обрані для дослідження ПАР повинні використовуватися в технології косметичних засобів і бути індивідуальними та чистими сполуками. Дотримання другої обставини необхідно під час проведення фізико-хімічних розрахунків. Тому об'єктами дослідження були обрані дві водорозчинні ПАР – аніоногенна й неіоногенна.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Як неіоногенна поверхнево-активна речовина (НПАР) використовувався емульгатор Твін – 80 ($C_{64}H_{124}O_{26}$), з молекулярною масою 1308 г/моль. Це рідина світло-жовтого кольору, добре розчинна у воді.



Як іоногенна поверхнево-активна речовина (АПАР) застосовувався аніонний емульгатор триетаноламін лаурилсульфат ($C_{18}H_{41}NO_7S$), з молекулярною масою 415 г/моль. Це білий порошок, розчинний у воді.



Незважаючи на те, що дані ПАР є сполуками, що випускаються в промислових масштабах, їхні колоїдно-хімічні характеристики у відкритих джерелах відсутні. Знання цих характеристик необхідно для обґрунтованого підходу при розробці рецептур на їх основі, тому далі ми представляємо експериментальні результати з їх визначення.

Як колоїдно-хімічні характеристики ПАР ми розглядали такі параметри, як товщина адсорбційного шару, площу, що займає одна молекула ПАР в адсорбційному шарі на межі поділу фаз розчин ПАР – масло.

Поверхневий натяг на межі вода-масло визначалося методом ваги-об'єму краплі за відомою методикою [11]. Для розрахунку величин поверхневого натягу цим методом необхідно дані густини масла. За допомогою пікнометра номінальним об'ємом 3 мл була визначена густина чистого масла, яка становила: $\rho = 950 \text{ кг/м}^3$ при $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Першим етапом дослідження було визначення колоїдно-хімічних характеристик окремим ПАР на межі поділу фаз розчин – масло, що має велике значення при розробці рецептур емульсійних композицій. Для цього були приготовлені розчини АПАР та НПАР з різними концентраціями.

Значення величини максимальної адсорбції визначалося з використанням класичного рівняння Гіббса [12]:

$$\Gamma = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dc}, \quad (1)$$

де Γ – питома адсорбція речовини, моль/м², тобто надмірна концентрація розчиненої речовини в поверхневому шарі розчину порівняно з його об'ємною концентрацією c ; σ – поверхневий натяг розчину, мН/м; R – універсальна газова стала; T – абсолютна температура, К.

Площа, яку займає одна молекула в адсорбційному шарі, буде становити:

$$S_0 = \frac{1}{\Gamma_\infty \cdot N}, \quad (2)$$

де N – число Авогадро ($6,023 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹); Γ_∞ – величина граничної адсорбції, моль/м².

Товщина адсорбційного моношару (довжина молекули) відповідно визначалась як:

$$l = \frac{M \cdot \Gamma_\infty}{\rho}, \quad (3)$$

де M – молярна маса адсорбованої речовини, г/моль; ρ – густина адсорбованої речовини, кг/м³.

Вихідні експериментальні ізотерми поверхневого натягу наведені на рис. 1.

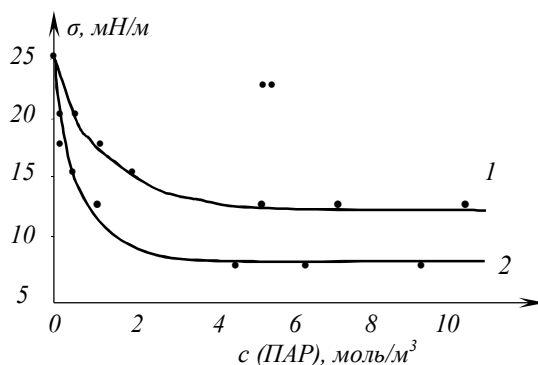


Рис. 1. Ізотерма поверхневого натягу НПАВ (1) та АПАВ (2)

Розрахунок параметрів адсорбційних шарів проводився з використанням рівнянь (1), (2) і (3). На рис. 2 представлені ізотерми гіббсовської адсорбції, коли ПАВ адсорбується на межі поділу фаз розчин-масло. Параметри адсорбційних шарів наведено у табл. 2.

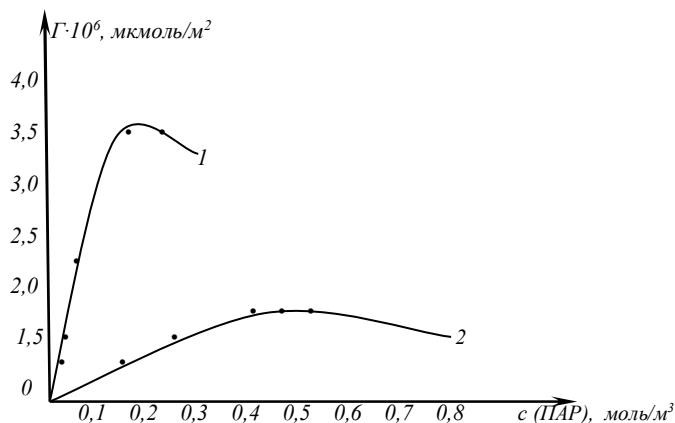


Рис. 2. Ізотерма гіббсовської адсорбції АПАВ(1) та НПАВ (2)

Таблиця 2

Значення параметрів адсорбційних шарів водорозчинних ПАВ на межі поділу фаз розчин-масло

ПАВ	$\Gamma_{\infty} \cdot 10^6, \mu\text{моль/м}^2$	$S_0, \text{нм}^2$	$l, \text{нм}$
АПАВ	1,85	1,25	1,25
НПАВ	3,57	8,31	3,54

Аналіз даних, представлених в таблиці, свідчить про те, що на міжфазній поверхні розчин АПАВ –адсорбується краще з утворенням більш щільного моношару, тому що посадочний майданчик його молекул істотно менше, ніж у НПАВ.

Ми вважаємо, що на межі поділу фаз рідина-рідина вуглеводневі радикали молекул ПАВ розташовані не зовсім перпендикулярно площині кордону розділу фаз, а переплітаються між собою, що добре узгоджується з відомими літературними даними [13].

Для визначення найкращого співвідношення АПАВ і НПАВ були отримані ізотерми поверхневого натягу з різним співвідношенням АПАВ і НПАВ. Поверхневий натяг визначалося на межі поділу фаз розчин – масло. Результати досліджень наведені на рис. 3.

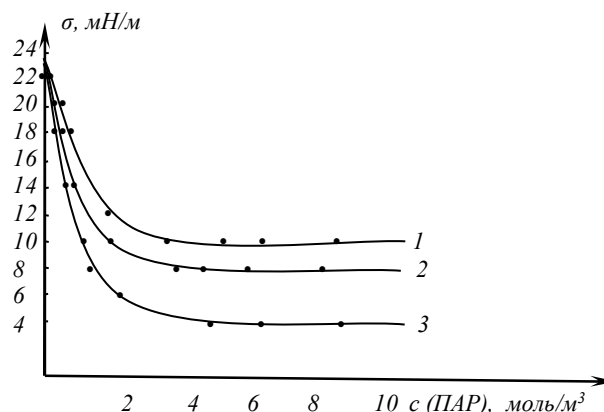


Рис. 3. Ізотерми поверхневого натягу суміші АПАР та НПАР:
 1 – АПАР:НПАР = 1:4; 2 – АПАР:НПАР = 1:1; 3 – АПАР:НПАР = 4:1

Дані рис. 3 свідчать, що найкращі результати спостерігаються при співвідношенні АПАР:НПАР як 4:1, оскільки ізотерма при цьому співвідношенні розташовується нижче всіх.

Додаткову інформацію про колоїдно-хімічних властивостях ПАР на границі поділу фаз розчин – олія можуть дати константи рівняння Шишковського. Згідно з цим рівнянням зниження поверхневого натягу зі зростанням концентрації ПАР має вигляд [12]:

$$\Delta\sigma = \sigma_0 - \sigma = B \ln(1 + Ac), \tag{4}$$

де σ_0 – поверхневий натяг чистого розчинника, мН/м; σ – поверхневий натяг розчину ПАР, мН/м; B – константа для всього гомологічного ряду ПАР; A – константа для відповідного ПАР; c – концентрація розчину ПАР, моль/л.

У диференційній формі це рівняння набуває вигляду:

$$\frac{d\sigma}{dc} = \frac{BA}{1 + Ac}. \tag{5}$$

Величина гіббсовської адсорбції пов’язана з константами рівняння Шишковського таким чином [12]:

$$\Gamma = \Gamma_\infty \cdot \frac{Kc}{1 + Kc}, \tag{6}$$

де K – константа адсорбційної рівноваги, що характеризує міжмолекулярну взаємодію в адсорбційних шарах, які складаються із суміші ПАР, м³/моль.

У табл. 3 наведені константи рівняння Шишковського, що розраховані для кожного співвідношення суміші ПАР.

Таблиця 3

Константи рівняння Шишковського для суміші ПАР у різних співвідношеннях

Співвідношення АПАР:НПАР	Константа K , м ³ /моль
4:1	298
1:1	102
1:4	18

Результати табл. 3 підтверджують, що збільшення вмісту в суміші НПАР призводить до послаблення взаємодії в міжфазному шарі, а зростання вмісту АПАР – до різкого зростання величини K та посилення взаємодії.

Максимальна величина константи відповідає співвідношенню АПАР:НПАР = 4:1, за якого ізотерма розташовується нижче всіх інших (рис. 3).

Константи рівняння Шишковського, що розраховані за даними рис. 3, добре узгоджуються з літературними даними [13].

Подальше збільшення вмісту АПАР у суміші не призводить до суттєвого зменшення поверхневого натягу, тому співвідношення АПАР:НПАР = 4:1 було обрано оптимальним з погляду цієї суміші.

Наступним етапом наших досліджень було визначення концентрації масляної фази, за якої утворюється стабільна емульсія.

У косметичних емульсійних продуктах вміст фази масла лежить в межах від 1–20 % об. залежно від виду продукції. У наших дослідженнях кількість фази масла, яка дозволяє отримувати стабільні емульсії, що стабілізовані сумішшю ПАР, визначалася експериментально, оскільки суміш ПАР раніше на використовувалася, отже, будь-які літературні дані відсутні.

Моделльні косметичні емульсії у широкому інтервалі концентрацій фази масла були отримані в присутності сумішей ПАР у різних співвідношеннях. Критерієм стійкості емульсії був час розшарування композиції, який визначався візуально.

Для отримання емульсійної бази косметичної композиції необхідну кількість компонентів водневої фази (Твін – 80 та триетаноламін лаурилсульфат) розчиняли у воді та нагрівали до температури 75 °С. Фазу олії, яка була представлена циклопентасілоксаном, нагрівали до температури 75 °С. Далі водневу фазу та фазу олії змішували та перемішували до температури 50 °С, а потім диспергували протягом 2 хвилин на гомогенізаторі зі швидкістю обертання 4000 об/хв. Отриману емульсію охолоджували до кімнатної температури. Після цього проводили візуальне спостереження за розшаруванням емульсій, що були отримані.

На рис. 4 наведена залежність часу розшарування емульсій, що стабілізовані індивідуальними ПАР, залежно від вмісту в них фази олії. Концентрація суміші НПАР та АПАР становить 4 моль/м³. Ця концентрація була обрана в результаті проведених нами раніше досліджень адсорбції суміші ПАР на межі поділу фаз розчин – масло. З рис. 4 випливає, що мінімальне значення поверхневого натягу досягається коли концентрація суміші ПАР становить 4 моль/м³.

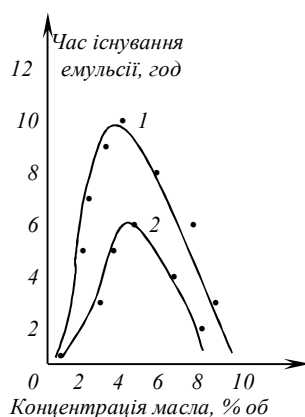


Рис. 4. Залежність часу існування модельних емульсій від концентрації фази масла:
1 – АПАР; 2 – НПАР

Концентрація фази олії була в інтервалі від 0,1 до 10 % об. У ролі стабілізатора першого дослідження було використано АПАР, а другого – НПАР. На кривих (рис. 4) спостерігається максимум, що відповідає концентрації фази олії 5 % об. При стабілізації емульсії АПАР час існування емульсії становить 12 годин, а при стабілізації НПАР – 6 годин.

На наш погляд, стабільність емульсії при однаковому вмісті фази масла зумовлена такими факторами. При низькій концентрації фази масла (до 5 % об.) в'язкість емульсії недостатньо велика та гідростатичний фактор стійкості не забезпечує стабільності сис-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

теми загалом. При досягненні вмісту фази масла 5 % об. та вище в'язкість емульсії зростає. При розгляданні АПАР час життя емульсії вище завдяки утворенню подвійного електричного шару на краплях масла. При подальшому зростанні концентрації масла емульсія розшаровується у зв'язку з недостатньою кількістю ПАР. Оскільки вміст фази масла 5 % об. задовольняє вимогам, що висуваються до більшості косметичних композицій, то саме воно і було вибрано для всіх досліджень.

Подальші експерименти показали, що максимальний час існування емульсії спостерігається при концентрації фази масла 5 % об та стабілізації сумішшю АПАР:НПАР = 4:1 (рис. 5). Цей стабілізатор дозволяє отримувати емульсії, стійких протягом кількох діб. Для отримання емульсій, стійких протягом декількох місяців, потрібне введення додаткового структуроутворювача, що буде подальшою темою наших досліджень.

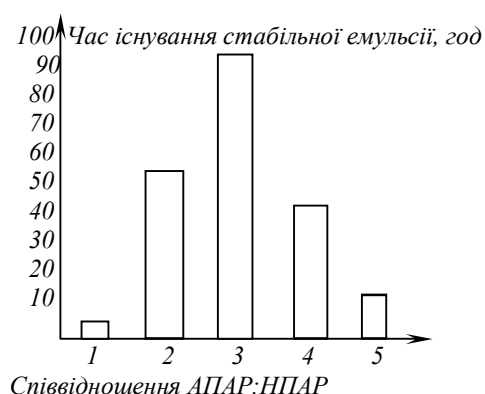


Рис. 5 Залежність часу існування емульсії, що містить 5 % об. фази масла: 1 – НПАР; 2 – АПАР:НПАР = 1:4; 3 – АПАР:НПАР = 4:1; 4 – АПАР:НПАР = 1:1; 5 – АПАР

Висновки відповідно до статті.

1. Відпрацьована методика отримання прямої емульсії, що стабілізована сумішшю АПАР і НПАР, та встановлено, що найкраща агрегативна стійкість емульсії спостерігається при концентрації фази олії 5 % об.

2. Визначено значення параметрів адсорбційних шарів водорозчинних ПАР на межі поділу фаз розчин-масло, яке дозволило встановити, що розчин АПАР адсорбується краще з утворенням щільного моношару.

3. Отримані дані колоїдно-хімічних властивостей суміші ПАР на межі поділу фаз розчин – масло, а саме константи рівняння Шишковського, які показали, що найбільше значення константи адсорбційної рівноваги досягається при співвідношенні АПАР:НПАР = 4:1.

4. З використанням ізотерм поверхневого натягу встановлено, що для отримання максимального стабілізуючого ефекту концентрація суміші ПАР становить 4 моль/м³.

5. У результаті проведених нами досліджень встановлено, що максимальний час існування емульсії становить 90 годин, яка стабілізована сумішшю ПАР у співвідношенні АПАР:НПАР = 4:1. Для отримання емульсій, стійких протягом декількох місяців, потрібно введення додаткового структуроутворювача, що буде темою наших подальших досліджень.

Список використаних джерел

1. Chudinova N. B. Control of some colloid-chemical behaviors when developing cosmetic creams / N. B. Chudinova, K. I. Kienskaya, G. V. Avramenko // **Proceedings** of the XXV-th International Symposium Physicochemical Methods of Separation «Ars Separatoria» (19-23 April 2010, Torun). – Torun, 2010. – Pp. 254–256.

2. Самуйлова Л. Н. Косметическая химия в 2 ч. Часть 1. Ингридиенты / Л. Н. Самуйлова, Т. М. Пучкова. – М. : Школа косметических химиков, 2005. – 336 с.

3. Кутц Г. Косметические кремы и эмульсии: состав, получение, методы испытаний / Г. Кутц. – М. : Косметика и медицина, 2004. – 267 с.
4. *Pre-clinical* formulation screening, development and stability of acetyl aspartic acid for cosmetic application / K. Cattley, L. Duracher, P. Camattari, A. Mavon, S. Grooby // *International Journal of Cosmetic Science*. – 2015. – Vol. 37. – Pp. 28–33.
5. *Cosmetic* emulsion from virgin olive oil: Formulation and bio-physical evaluation / S. Smaoui, H. B. Hlima, R. Jarraya, N. Grati Kamoun, R. Ellouze, M. Damak // *African Journal of Biotechnology*. – 2012. – Vol. 11 (40). – Pp. 9664–9671.
6. Тимофеев В. А. Новые эмульсионные продукты с функциональными свойствами / В. А. Тимофеев, О. С. Восканян // Управление торговлей: теория, практика, инновации : матер. IV Международной научно-практической конференции (15-19 ноября 2011 г., Москва). – М., 2011. – С. 381–384.
7. *Barel André O.* Handbook of Cosmetic Science and Technology, Fourth Edition / A. O. Barel, M. K. Paye, H. I. Maibach. – France : Taylor & Francis, 2009. – 600 p.
8. *Hibbott H. W.* Handbook of cosmetic science : an introduction to principles and applications / H. W. Hibbott. – New York, USA: Oxford, 2016. – 566 p.
9. Мухтарова С. Э. Дисперсность и агрегативная устойчивость косметических эмульсий, стабилизированных стеаратными мылами : дис. ... канд. хим. наук : спец. 02.00.11 / Мухтарова Светлана Эдгаровна ; [Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева]. – М., 2003. – 155 с.
10. *Bancroft W. D.* The theory of emulsification. VI / W. D. Bancroft // *Journal of Physical Chemistry*. – 1915. – Vol. 19. – Pp. 275–309.
11. Лютий Т. В. Лабораторний практикум з фізики. Частина 2 / Т. В. Лютий, О. С. Денисова. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 70 с.
12. Гомонай В. І. Фізична та колоїдна хімія / В. І. Гомонай. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 496 с.
13. *Jost F.* Synergisms in binary surfactant mixtures / F. Jost, H. Leiter, M. J. Schwuger // *Colloid and Polymer Science*. – 1988. – Vol. 266, issue 6. – Pp. 554–561.

References

1. Chudinova, N. B. (2010). Control of some colloid-chemical behaviors when developing cosmetic creams: *Proceedings of the XXV-th International Symposium on Physicochemical Methods of Separation «Ars Separatoria»* (pp. 63–64) [in English].
2. Samuilova, L. N. (2005). *Kosmeticheskaiia khimiia. Ingridienty [Cosmetic Chemistry. Ingredients]*. (Vols. 1-2). Moscow: MISIS [in Russian].
3. Kuttc, G. (2004). *Kosmeticheskie kremy i emulsii: sostav, poluchenie, metody ispytaniia [Cosmetic creams and emulsions: composition, preparation, test methods]*. Moscow: Cosmetics and medicine [in Russian].
4. Cattley, K., Duracher, L., Camattari, P., Mavon, A. & Grooby, S. (2015). Pre-clinical formulation screening, development and stability of acetyl aspartic acid for cosmetic application. *International Journal of Cosmetic Science* (Vols. 37), (pp. 28–33) [in English].
5. Smaoui, S., Hlima, H. B., Jarraya, R., Kamoun, N. Grati, E. R. & Damak, M. (2012). Cosmetic emulsion from virgin olive oil: Formulation and bio-physical evaluation. *African Journal of Biotechnology*, 11 (40), 9664–9671 [in English].
6. Timofeev, V. A. (2011). Novye emulsionnye produkty s funktsionalnymi svoistvami strumu [New emulsion products with functional properties]. Proceedings from *IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Upravlenie torgovlei: teoriia, praktika, innovatsii – The International Scientific and Practical Conference «Trade Management: Theory, Practice, Innovation»* (pp. 381–384). Moscow [in Russian].
7. Barel, A. O., Paye, M. K. & Maibach, H. I. (2009). *Handbook of Cosmetic Science and Technology. (4th Ed.)*. France: Taylor & Francis [in English].
8. Hibbott, H. W. (2016). *Handbook of cosmetic science: an introduction to principles and applications*. New York: Oxford [in English].
9. Mukhtarova, S. E. (2003). Dispersnost i agregativnaia ustoichivost kosmeticheskikh emulsii, stabilizirovannykh stearatnymi mylami. [Dispersion and aggregative stability of cosmetic emulsions]

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

stabilized with stearate soaps]. *Candidate's thesis*. Russian University of Chemical Technology named after D. I. Mendeleev's. Moscow [in Russian].

10. Bancroft, W. D. (1915). The theory of emulsification. *Journal of Physical Chemistry*, 19, 275–309 [in English].

11. Liutii, T. V. & Denisova, O. S. (2012). *Laboratornii praktikum z fiziki. Chastina 2 [Laboratory practical work in physics. Part 2]*. Sumi: SDU [in Ukrainian].

12. Gomoni, V. I. (2012). *Fizichna ta koloïdna khimiia [Physical and colloidal chemistry]*. Vinnytsa: The New Book [in Ukrainian].

13. Jost, F., Leiter, H. & Schwuger, M. J. (1988). Synergisms in binary surfactant mixtures. *Colloid and Polymer Science*, 266 (6), 554–561 [in English].

UDC 544.773.32

Veronika Yefimova, Tatyana Pilipenko, Oleksandra Nikora, Polina Nevpryaga

DEVELOPMENT OF EMULSION COSMETICS PRODUCT BASED ON COLLOIDAL REGULARITIES

Urgency of the research. Synthesis of new emulsion cosmetic products with given consumer characteristics depends on colloidal and chemical properties of both source components and finished products. In this case, particular attention is paid to the problems of the stability of cosmetic emulsions and the selection of effective emulsifier. Therefore, the development of a scientifically grounded approach to the creation of new formulations requires knowledge of the colloidal and chemical properties of both the source components and the final cosmetic emulsions.

Target setting. Practice shows that as stabilizers of cosmetic emulsions, surface-active substances and their mixtures are most often used to obtain ready-made compositions with given properties. At the same time, the recipes of emulsion cosmetics are based on numerous experimental data, which greatly complicates and costs cosmetic production.

Actual scientific researches and issues analysis. The latest open access publications were considered.

Uninvestigated parts of general matters defining. Establishment of the basic colloid-chemical laws of the synthesis of cosmetic emulsions and the identification of the relationship between the colloid-chemical properties of the initial components and the characteristics of the final composition.

The research objective. Selection of a stabilizer, consisting of a mixture of surfactants; determination of the main colloid-chemical properties of surfactants and their mixtures, as well as the behavior of individual surfactants and their mixtures at the interface between the phases of the liquid-liquid.

The statement of basic materials. Using the surface tension data, an oil phase is selected at the interface between oil and water phases. According to the method of weight-volume of the drop, the data of the optimal ratio of emulsion stabilizers are determined. The obtained emulsions were investigated for colloidal stability.

Conclusions. Exhausted method for obtaining a direct emulsion stabilized by a mixture of surface-active substances. The values of the parameters of adsorption layers of water-soluble surfactants at the interface between the solution-butter phases are determined. An optimal concentration of a mixture of surface-active substances has been established, which allows achieving the maximum stabilizing effect. It is determined that in order to obtain emulsions, stable for several months, the introduction of additional structural formulation, which will be the subject of our further research, is required.

Keywords: surface-active substance; adsorption equilibrium constant; emulsifier; cosmetic product; emulsion.

Fig.: 5. Tab.: 3. References: 13.

УДК 544.773.32

Вероника Ефимова, Татьяна Пилипенко, Александра Никора, Полина Невпрыга

РАЗРАБОТКА ЭМУЛЬСИОННОГО КОСМЕТИЧЕСКОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ КОЛЛОИДНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

Актуальность темы исследования. Синтез новых эмульсионных косметических продуктов с заданными потребительскими характеристиками зависит от коллоидно-химических свойств как исходных компонентов, так и готовой продукции. При этом особое внимание уделяется проблемам устойчивости косметических эмульсий и подборе эмульгатора. Поэтому разработка научно обоснованного подхода к созданию новых рецептур косметической продукции является актуальным заданием.

Постановка проблемы. Практика показывает, что в качестве стабилизаторов косметических эмульсий чаще всего используются поверхностно-активные вещества и их смеси. При этом рецептуры эмульсионных косметических средств базируются на многочисленных экспериментальных данных, что значительно усложняет и удорожает выпуск косметической продукции.

Анализ последних исследований и публикаций. Были рассмотрены последние публикации в открытом доступе.

Выделение неисследованных ранее частей общей проблемы. Установление основных коллоидно-химических закономерностей синтеза косметических эмульсий и выявлении взаимосвязи между коллоидно-химическими свойствами исходных компонентов и характеристиками конечной композиции.

Постановка задачі. *Подбор стабилизатора, состоящего из смеси поверхностно-активных веществ; определение основных коллоидно-химические свойства поверхностно-активных веществ и их смесей, а также поведения индивидуальных поверхностно-активных веществ и их смесей на границе раздела фаз жидкость - жидкость.*

Изложение основного материала. *С использованием данных поверхностного натяжения на границе раздела фаз масло-вода избрали масляную фазу. Методом веса-объема капли определены данные оптимального соотношения стабилизаторов эмульсии. Полученные эмульсии исследовались на коллоидную стабильность.*

Выводы соответствию со статьей. *Отработана методика получения прямой эмульсии, стабилизирована смесью поверхностно-активных веществ. Определены значения параметров адсорбционных слоев водорастворимых поверхностно-активных веществ на границе раздела фаз раствор-масло. Установлена оптимальная концентрация смеси поверхностно-активных веществ, что позволяет достигать максимальный стабилизирующий эффект.*

Ключевые слова: *поверхностно-активное вещество; константа адсорбционного равновесия; эмульгатор; эмульсионный косметический продукт; эмульсия.*

Рис.: 5. Табл.: 3. Библ.: 13.

Єфімова Вероніка Гаріївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Ефимова Вероника Гарриевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Yefimova Veronika – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Physical Chemistry Department, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kiev, Ukraine).

E-mail: yefimovavg@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2372-8398>

Scopus Author ID: 56049696800

Пилипенко Тетяна Миколаївна – кандидат наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Пилипенко Татьяна Николаевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Pilipenko Tatyana – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Physical Chemistry Department, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kiev, Ukraine).

E-mail: pilipenkotm@bigmir.net

Нікора Олександра Вікторівна – студент магістратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Никора Александра Викторовна – студент магистратуры, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Nikora Oleksandra – student, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kiev, Ukraine).

E-mail: aleksandra.nikora17@gmail.com

Невпряга Поліна Юріївна – студент магістратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Невпряга Полина Юрьевна – студент магистратуры, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Nevpryga Polina – student, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kiev, Ukraine).

E-mail: nevpraga@gmail.com