

Р. В. ГАРГАУН, О. М. КУНИК, Д. Г. САРИБЕКОВА, З. М. ПОПОВА  
Херсонський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИЛІКОНІВ НА ВЛАСТИВОСТІ КОСМЕТИЧНИХ ЕМУЛЬСІЙ ПРЯМОГО ТИПУ

*В статті наведені відомості щодо властивостей і застосування косметичних силіконів. Отримані дані було використано для розробки косметичної емульсії прямого типу з вмістом силіконів у концентраціях від 1 до 10%. У ході роботи досліджено вплив силіконів на реологічні та органолептичні властивості косметичної емульсії типу «олія у воді». В результаті визначено, що силікони сприяють покращенню реологічних та органолептичних властивостей косметичних емульсій залежно від їх концентрації у базовій суміші.*

*Ключові слова: прямі емульсії, силікони (поліорганосилоксани), реологічні властивості, органолептичні властивості.*

R. V. HARHAUN, A. M. KUNIK, D. G. SARIBYKOVA, Z. M. POPOVA  
Kherson National Technical University

## RESEARCH THE INFLUENCE OF SILICONES ON THE PROPERTIES OF COSMETIC EMULSIONS OF THE DIRECT TYPE

*The article provides information on the properties and application of cosmetic silicones. The obtained data was used to develop a direct type cosmetic emulsion containing silicones at certain concentrations. In the course of work, the effect of silicones on the rheological and organoleptic properties of a cosmetic emulsion such as oil in water has been investigated. With the help of analytical methods according to DSTU 4765: 2007 «Creams cosmetic. General technical conditions». The organoleptic, physical and chemical parameters of the quality of the emulsion studied with silicone content were determined. The rheological properties of the emulsion samples were investigated by determining the viscosity dependence and the applied shear stress from the shear rate of the emulsion samples under study on the «Reotest-2» rotary viscometer, sensory characteristics were determined by the Scoring method. As a result, it has been determined that silicones contribute to the improvement of the physical and chemical, rheological and organoleptic properties of cosmetic emulsions, depending on their concentration in the base mixture. Based on the data obtained before application in cosmetic emulsions recommended the following concentrations of the studied silicones: amodimethicone – 2, 3, 5, 7%; cyclopentasiloxane – 2, 5, 7, 10%; phenyltrimethicone – 3, 5, 7%.*

*Key words: direct emulsions, silicones (polyorganosiloxanes), rheological properties, organoleptic properties.*

### Постановка проблеми

Емульсійні основи у косметичних засобах відрізняються широким спектром застосування від кремів до декоративної косметики. Завдяки цілому ряду переваг виробники надають пріоритет саме емульсіям прямого типу. Емульсії типу «олія у воді» – це рідкі системи, в яких дисперсійне середовище складається з води, а дисперсна фаза із жирових компонентів та олій. Наявність підвищеного вмісту води в такій емульсії сприяє кращому розчиненню компонентів суміші та підвищує профілактичний ефект завдяки зростанню швидкості всмоктування активних компонентів у шкіру [1]. Вміст жирової фази у емульсіях прямого типу значно менший ніж води, однак це не погіршує їх властивостей і направлено ефекту, оскільки шкіра здатна поглинати лише до 10% жирових компонентів. До того ж така емульсійна система значно легше розподіляється, швидше поглинається і не залишає після нанесення жирного блиску на шкірі [2]. Для довготривалого застосування, особливо для сухої шкіри, даний тип емульсій є непридатним, оскільки внаслідок швидкої втрати води вони продовжують стимулювати трансепідермальну втрату вологи і тим самим підсилюють висихання шкіри [2]. Тому постає питання розробки удосконалених рецептур прямих емульсій шляхом введення до їх складу компонентів, які б перешкоджали втраті надлишку вологи, однак при цьому не погіршували б органолептичні та реологічні властивості емульсії.

Відкриття класу поліорганосилоксанів вважається одним з найбільших досягнень науки. Теоретичний аналіз наукової та технічної літератури свідчить про те, що кремнійорганічні полімери мають широке застосування у косметичних засобах, особливо у засобах по догляду за тілом і волоссям. Такі висновки ґрунтуються на специфічних властивостях силіконів [3–5]. Вони стійкі до гідролізу і окиснення, не володіють запахом, прозорі, хімічно інертні, не проникають у шкіру, є альтернативною заміною жирам у косметичці, ефективні в низьких концентраціях, дозволяють створювати стабільні формули косметики, мінімізувати пори і візуально приховувати зморшки, створювати матовість й інші оптичні ефекти, знижувати жирність і липкість, підвищувати водостійкість, покращувати рівномірність розподілу УФ-фільтрів, служать основою величезного розмаїття текстур з сенсорними властивостями, які неможливо отримати ні з якими іншими інгредієнтами. Згідно з висновками Cosmetic Ingredient Review [6] силікони визначаються як цілком безпечні компоненти для використання у косметичних препаратах.

Саме тому вивчення впливу силіконів на властивості емульсій та удосконалення технології їх застосування на сьогодні вважається актуальною темою для наукових досліджень.

### Аналіз останніх досліджень

В останні роки силікони набули значної популярності у якості основної сировини у косметичній промисловості, дані твердження базуються на численних дослідженнях науковців [7–10]. Сучасні тенденції досліджень поліорганосилоксанів зосереджені на вивченні властивостей власне силіконів, особливостей структури окремих класів силіконів, методів синтезу та аналізу якості, їх безпечності для використання [7], на аналізі їх впливу на сенсорні характеристики [8], розробці нових видів емульгаторів на основі силіконів, які здатні значно підвищити стабільність колоїдної системи [9, 10].

У попередній роботі [11] авторами було розроблено рецептуру інертної косметичної емульсії з вмістом жирової фази 50%, яку було використано як основу для дослідження властивостей наступних силіконів: циклопентасилоксан (Brenntag, Німеччина), диметикон (BRB International BV, Нідерланди), SilCare Silicone SEA (Clariant, Швейцарія) та альтернативний замінник силіконів рослинного походження Cetiol C5 (BASF SE, Німеччина).

На підставі проведених досліджень визначено, що для створення якісного емульсійного косметичного засобу необхідне застосування поліорганосилоксанів синтетичного походження, оскільки не всі кондиціонуючі агенти природного походження можуть виступати у якості їх повноцінних замінників [12].

#### Формулювання мети дослідження

Мета роботи полягала у виявленні та визначенні впливу кремнійорганічних полімерів на органолептичні, фізико-хімічні та реологічні властивості косметичної емульсії прямого типу з вмістом жирової фази 25%.

#### Виклад основного матеріалу

У якості об'єктів дослідження було запропоновано силікони зарубіжного виробництва компанії BRB International BV, Нідерланди, а саме: циклопентасилоксан, фенілтриметикон, амодиметикон. У якості основи для досліджень властивостей силіконів була використана розроблена косметична емульсія з наступним компонентним складом, %: мінеральна олія – 25, емульгатор (Eumulgin prisma) – 0,35, ко-емульгатор (цетеариловий спирт) – 4, консервант (метиловий ефір пара-гідроксibenзойної кислоти) – 0,5, дистильована вода – до 100.

Сама емульсія як колоїдна двофазна система володіє певними фізико-хімічними та органолептичними властивостями, які значною мірою залежать від рецептурних складових та їх співвідношення у системі. Допоміжні компоненти також проявляють певний вплив на фізико-хімічні та органолептичні показники розробленої емульсії. Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників косметичної емульсії з додаванням силіконів проводили згідно з ДСТУ 4765:2007 «Креми косметичні» [13] (табл. 1).

Таблиця 1

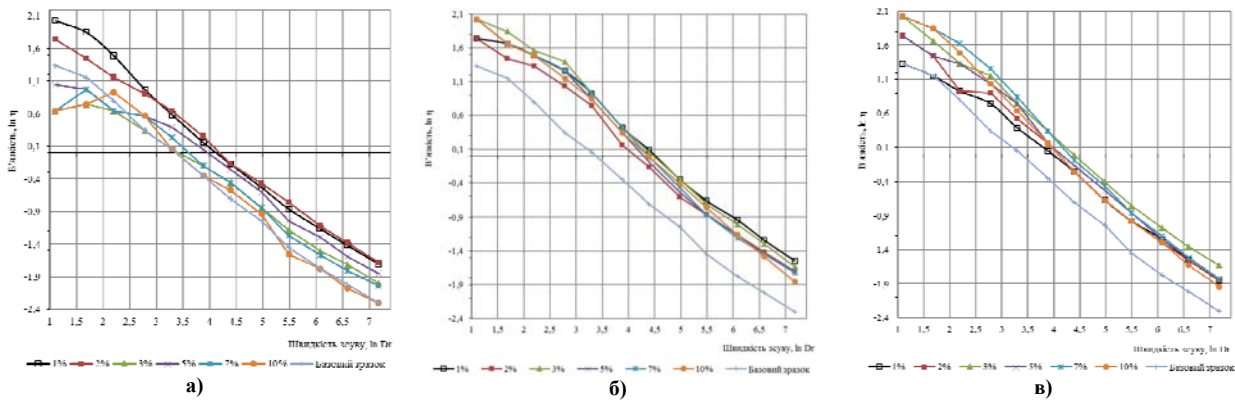
#### Органолептичні та фізико-хімічні показники розробленої емульсії з додаванням силіконів

Назва показника	Концентрація, %							Метод випробування
	0	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0	10,0	
<b>Амодиметикон</b>								
Зовнішній вигляд	Однорідна текстура з в'язкою кремоподібною консистенцією, без сторонніх домішок							ГОСТ 29188.0
Колір	Білий колір, без сторонніх відтінків та вкраплень							ГОСТ 29188.0
Запах	Без запаху							ГОСТ 29188.0
Колоїдна стабільність	Стабільний							ГОСТ 29188.3
Термостабільність	Стабільний							ГОСТ 29188.3
(рН)	6,8	6,8	7,0	6,9	7,0	7,1	7,1	ГОСТ 29188.2
<b>Циклопентасилоксан</b>								
Зовнішній вигляд	Однорідна текстура з в'язкою кремоподібною консистенцією, без сторонніх домішок							ГОСТ 29188.0
Колір	Білий колір, без сторонніх відтінків та вкраплень							ГОСТ 29188.0
Запах	Без запаху							ГОСТ 29188.0
Колоїдна стабільність	Стабільний							ГОСТ 29188.3
Термостабільність	Стабільний							ГОСТ 29188.3
(рН)	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0	7,0	ГОСТ 29188.2
<b>Фенілтриметикон</b>								
Зовнішній вигляд	Однорідна текстура з в'язкою кремоподібною консистенцією, без сторонніх домішок							ГОСТ 29188.0
Колір	Білий колір, без сторонніх відтінків та вкраплень							ГОСТ 29188.0
Запах	Без запаху							ГОСТ 29188.0
Колоїдна стабільність	Стабільний							ГОСТ 29188.3
Термостабільність	Стабільний							ГОСТ 29188.3
(рН)	6,8	6,9	7,0	7,0	6,9	6,8	6,9	ГОСТ 29188.2

Отримані результати свідчать, що розроблена базова емульсія та зразки емульсії з додаванням силіконів – амодиметикону, циклопентасилоксану і фенілтриметикону, у концентраціях від 1 до 10% відповідають встановленим нормам ДСТУ 4765:2007.

Оскільки запропоновані зразки емульсії відповідають вимогам ДСТУ, наступним етапом досліджень було визначення їх реологічних властивостей. Силікони зазвичай використовуються у косметичних препаратах у якості органолептичних та сенсорно-моделюючих компонентів, проте, доцільним було перевірити їх вплив на реологічні властивості емульсії, оскільки вони є складовою органолептики косметичних засобів. Оцінка реологічних властивостей зразків емульсії проводилася шляхом визначення залежності в'язкості та прикладеної напруги зсуву від швидкості зсуву досліджуваних зразків емульсії на

ротаційному віскозиметрі «Reotest-2» [14]. Результати дослідження зображено на рис. 1



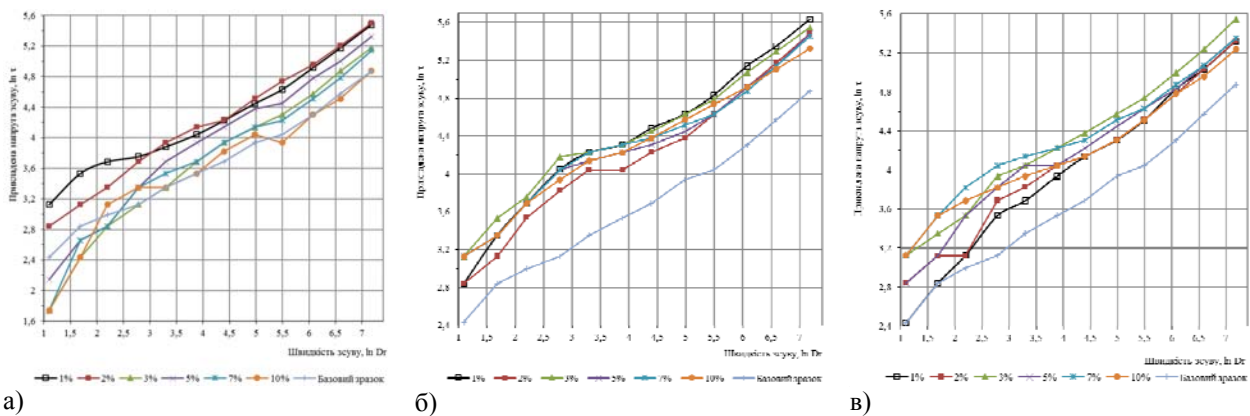
**Рис. 1. Залежність в'язкості зразків емульсії з додаванням силіконів від швидкості зсуву: а) амодиметикон, б) циклопентасилоксан, в) фенілтриметикон**

Результати дослідження (рис. 1) вказують, що введення до складу емульсії досліджуваних силіконів позитивно проявляє себе по відношенню до реологічних характеристик базової емульсії, шляхом підвищення показників її в'язкості та покращення консистенції.

Найбільш помітний вплив на в'язкість емульсії проявляють амодиметикон у концентраціях 1, 2 та 5%, циклопентасилоксан у концентраціях 1, 3 та 10%, і фенілтриметикон у концентраціях 3, 5 та 7%.

Складовою комплексу реологічних характеристик являється прикладена напруга зсуву. У реології напруга зсуву являє собою опір досліджуваної системи дії прикладеної сили. Співвідношення прикладеної напруги зсуву до швидкості зсуву називають в'язкістю, яка являється мірою опору рідини до потоку [15].

Результати дослідження залежності прикладеної напруги зсуву від швидкості зсуву зразків емульсії наведено на рис. 2.



**Рис. 2. Динаміка залежності напруги зсуву зразків емульсії з додаванням силіконів від швидкості зсуву: а) амодиметикон, б) циклопентасилоксан, в) фенілтриметикон**

Проаналізувавши дані (рис. 2), можна зазначити, що введення до складу емульсії силіконів сприяє зростанню опору емульсії до дії механічного впливу, особливо помітний вплив проявляється у випадку з циклопентасилоксаном та фенілтриметиконном. Найбільш значний ефект опору проявляють емульсії з амодиметиконном (1, 2 і 5%), циклопентасилоксаном (1, 3, 7 і 10%) та фенілтриметиконном (3, 5, 7 і 10%), при збільшенні швидкості зсуву дана тенденція зберігається.

Реологічні властивості рідин, зокрема емульсій, включають в себе здатність системи відновлюватися до початкового стану після зняття зовнішніх факторів навантаження. Така властивість системи називається тиксотропією. В основі явища тиксотропії лежать кінетичні властивості системи. При дії зовнішньої напруги міжмолекулярні зв'язки рідкої системи руйнуються і при знятті навантаження через деякий час спокою відновлюються [16]. У ході досліджень реологічних властивостей зразків емульсії використовувався прямий зростаючий хід швидкості зсуву та зворотний, при цьому було визначено, що криві їх значень не співпадають. Даний ефект викликаний зниженням в'язкості зразків емульсії в результаті довготривалих деформацій і зовнішніх навантажень. Результати розрахунків тиксотропного відновлення емульсій наведено у табл. 2.

Таблиця 2

**Ступінь тиксотропного відновлення в'язкості, %**

Емульсія з додаванням силіконів	Концентрація, %						
	0	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0	10,0
Амодиметикон	61, 13	94,64	85,74	80,60	82,60	67,42	62,69
Циклопентасилоксан		93,31	89,50	84,93	87,77	78,80	77,90
Фенілтриметикон		77,87	81,02	76,12	77,43	75,35	70,70

Згідно з даними (табл. 2) можна зазначити, що найбільший ступінь тиксотропного відновлення спостерігається при введенні мінімальних концентрацій силіконів. Для амодиметикону і циклопентасилоксану це концентрація 1%, значення тиксотропності при цьому становить 94,64% та 93,31% відповідно. Для фенілтриметикону найбільший показник тиксотропності проявляється при концентрації 2% – 81,02%.

Враховуючи весь діапазон концентрацій силіконів (1–10%), найкращі показники відновлення в'язкості емульсій демонструють амодиметикон та циклопентасилоксан, найменші – фенілтриметикон.

Одним з основних складових органолептики виступає аналіз сенсорних властивостей. Сенсорні властивості розробленої емульсії з додаванням досліджуваних силіконів визначалися за Скоринг методом [17], шляхом виставлення бальної оцінки за десятибальною шкалою по кожному показнику. Даний метод визначення включає в себе наступні основні сенсорні показники: розтікання, розподіл, еластичність, поглинання шкірою, липкість, жирність, «бархатистість», матовість, м'якість, гладкість та відчуття догляду. Результати дослідження сенсорних властивостей зразків емульсій наведено на рис. 3.

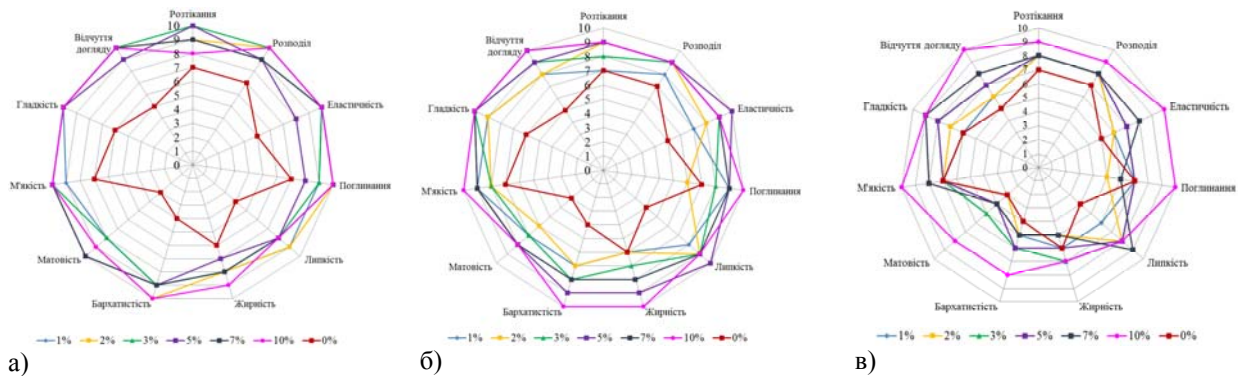


Рис. 3. Залежність сенсорних показників якості розробленої емульсії від концентрації силіконів: а) амодиметикон, б) циклопентасилоксан, в) фенілтриметикон

Аналіз даних рис. 3 свідчить, що досліджувані силікони сприяють покращенню сенсорних характеристик емульсії. Під час додавання амодиметикону і циклопентасилоксану у концентраціях 5, 7, та 10% проявляються високі показники розподілу і поглинання, з'являється приємне відчуття догляду, матовості, м'якості, гладкості та «бархатистості» шкіри, знижується липкість та жирність шкіри. Зразки емульсій з вмістом фенілтриметикону проявляють значно нижчі сенсорні показники, оптимальні характеристики проявляються при концентраціях 7 і 10%.

### Висновки

1. Дослідним шляхом встановлено, що всі зразки емульсій з вмістом силіконів у межах концентрацій 1 – 10% відповідають нормам ДСТУ 4765: 2007 «Креми косметичні. Загальні технічні умови».

2. Встановлено, що введення силіконів у концентраціях амодиметикону – 1 та 2%, циклопентасилоксану і фенілтриметикону у межах 1–10% значно підвищують показники реологічних властивостей, зокрема в'язкість базової емульсії. При цьому визначено, що, найбільший ступінь тиксотропного відновлення спостерігається при введенні мінімальних концентрацій силіконів, для амодиметикону і циклопентасилоксану – 1%, для фенілтриметикону – 2%.

3. У результаті органолептичних досліджень визначено, що досліджувані силікони сприяють покращенню сенсорних характеристик косметичних емульсій у наступних концентраціях: амодиметикон та циклопентасилоксан – 5, 7, 10%, фенілтриметикон – 7, 10%. Введення силіконів у даних концентраціях знижує жирність і липкість шкіри, покращує розподіл емульсії, надає шкірі приємного відчуття догляду, м'якості, гладкості, матовості та «бархатистості».

4. У результаті аналізу проведених реологічних та органолептичних досліджень визначено, що збільшення концентрації силіконів до 10% позитивно впливає на сенсорні властивості зразків емульсій, у той час як покращення реологічних властивостей емульсій спостерігається при знижених концентраціях силіконів – 1, 2%. Таким чином, в ході застосування досліджуваних силіконів у складі косметичних емульсій необхідно враховувати визначену закономірність для досягнення оптимального результату.

### Література

1. Кутц Г. Косметические кремы и эмульсии: состав, получение, методы испытаний / Г. Кутц ; [перевод с нем. А.С. Филиппова]. – М. : Косметика и медицина, 2004. – 272 с.
2. Фридман Р.А. Технология косметики / Р.А. Фридман. – М. : Пищевая промышленность, 1984. – 487 с.
3. Самуйлова Л.В. Косметическая химия : учеб. пособ. Ч. 1: Ингредиенты / Л.В Самуйлова, Т.В. Пучкова. – М. : Школа косметических химиков, 2005. – 336 с.
4. Силиконы в косметике [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://womanwiki.ru/w>.
5. Космецевтика [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://nsp-zdorovje.narod.ru/article\\_kr/kosmetcevtika](http://nsp-zdorovje.narod.ru/article_kr/kosmetcevtika).

6. Cosmetic Ingredient Review [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.cir-safety.org/ingredients>
7. André o. Barel Handbook of cosmetic science and technology / André o. Barel, Marc paye, Howard I. Maibach / by Marcel Dekker, Inc. New York, 2001. – 903 p.
8. Марголина А.А. Наука и иллюзии в современной косметологии [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.nkj.ru/archive/articles/728/>
9. Denise-Silvia Mahrhauser Double emulsions based on silicone-fluorocarbon-water and their skin penetration / Denise-Silvia Mahrhauser Claudia Fischer, ClaudiaValenta // International Journal of Pharmaceutics. – 2016. – Vol. 498. – P. 130–133.
10. Lisa Binder Novel concentrated water-in-oil emulsions based on a non-ionic silicone surfactant: Appealing application properties and tuneable viscoelasticity / Lisa Binder, Johannes Jatschka, Dieter Baurecht, Michael Wirth, ClaudiaValenta // European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. – 2017. – Vol. 120. – P. 34–42.
11. Івахненко Г.О. Дослідження реологічних властивостей силіконів та їх альтернативних заміників у косметичних емульсіях / Г.О. Івахненко, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова // Тези доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів [«Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості»], (Херсон, 30–31 жовтня 2017 р.). – Херсонський національний технічний університет, 2017. – С. 50–51.
12. Івахненко Г.О. Дослідження реологічних властивостей циклопентасилоксану у косметичних емульсіях / Г.О. Івахненко, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції [«Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій і косметичній промисловості»], (Харків, 17–18 жовтня 2017 р.). – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2017. – С. 41–43.
13. ДСТУ 4765: 2007. Креми косметичні. Загальні технічні умови.
14. Реотест-2.1. Цилиндрический и конусо-пластиночный ротационный вискозиметр. Инструкция по эксплуатации [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.twirpx.com/file/1543541>.
15. Кузнецов О.А. Реология пищевых масс: учебное пособие / О.А. Кузнецов, Е.В. Волошин, Р.Ф. Сагитов. – Оренбург : ОГУ, 2005. – 106 с.
16. Реология [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://morfo.phyche.ac.ru/Research\\_methods/Rheology/print\\_html](http://morfo.phyche.ac.ru/Research_methods/Rheology/print_html).
17. Бондакова М.В. Разработка рецептуры и технологии производства косметических изделий с использованием экстракта винограда : дис. ... к.т.н. / Бондакова М.В. – Москва : МГУ, 2014.

#### References

1. Kutc G. Kosmeticheskie kremy i jemul'sii: sostav, poluchenie, metody ispytaniy / G. Kutc ; [perevod s nem. A.S. Filippova]. – М. : Kosmetika i medicina, 2004. – 272 s.
2. Fridman R.A. Tehnologija kosmetiki / R.A. Fridman. – М. : Pishhevaja promyshlenost', 1984. – 487 s.
3. Samujlova L.V. Kosmeticheskaja himija : ucheb. posob. Ch. 1: Ingredijenty / L.V. Samujlova, T.V. Puchkova. – М. : Shkola kosmeticheskikh himikov, 2005. – 336 s.
4. Silikony v kosmetike [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <http://womanwiki.ru/w>.
5. Kosmecevtika [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : [http://nsp-zdorovje.narod.ru/article\\_kr/kosmetcevtika](http://nsp-zdorovje.narod.ru/article_kr/kosmetcevtika).
6. Cosmetic Ingredient Review [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu : <https://www.cir-safety.org/ingredients>
7. André o. Barel Handbook of cosmetic science and technology / André o. Barel, Marc paye, Howard I. Maibach / by Marcel Dekker, Inc. New York, 2001. – 903 p.
8. Margolina A.A. Nauka i illjuzii v sovremennoj kosmetologii [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://www.nkj.ru/archive/articles/728/>
9. Denise-Silvia Mahrhauser Double emulsions based on silicone-fluorocarbon-water and their skin penetration / Denise-Silvia Mahrhauser Claudia Fischer, ClaudiaValenta // International Journal of Pharmaceutics. – 2016. – Vol. 498. – R. 130–133.
10. Lisa Binder Novel concentrated water-in-oil emulsions based on a non-ionic silicone surfactant: Appealing application properties and tuneable viscoelasticity / Lisa Binder, Johannes Jatschka, Dieter Baurecht, Michael Wirth, ClaudiaValenta // European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. – 2017. – Vol. 120. – R. 34–42.
11. Ivakhnenko H.O. Doslidzhennia reolohichnykh vlastyvostei sylikoniv ta yikh alternatyvnykh zaminnykiv u kosmetychnykh emulsiyakh / H.O. Ivakhnenko, O.M. Kuniy, D.H. Saribekova // Tezy dopovidei IV vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh uchennykh i studentiv [«Naukovo-praktychni rozrobky molodykh uchennykh v khimichnii, kharchovii ta parfumerno-kosmetychnii haluziyakh promyslovosti»], (Kherson, 30–31 zhovtnia 2017 r.). – Khersonskiy natsionalnyi tekhnichnyi universytet, 2017. – S. 50–51.
12. Ivakhnenko H.O. Doslidzhennia reolohichnykh vlastyvostei tsyklopentasyloksanu u kosmetychnykh emulsiyakh / H.O. Ivakhnenko, O.M. Kuniy, D.H. Saribekova // Materialy V mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [«Khimiia, bio- i nanotekhnologii, ekolohiia ta ekonomika v kharchovii i kosmetychnii promyslovosti»], (Kharkiv, 17–18 zhovtnia 2017 r.). – Natsionalnyi tekhnichnyi universytet «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut», 2017. – S. 41–43.
13. DSTU 4765: 2007. Kremy kosmetychni. Zahalni tekhnichni umovy.
14. Reotest-2.1. Cilindricheskij i konuso-plastinocnyj rotacionnyj viskozimetr. Instrukcija po jekspluatácii [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <http://www.twirpx.com/file/1543541>.
15. Kuznecov O.A. Reologija pishhevyyh mass: uchebnoe posobie / O.A. Kuznecov, E.V. Voloshin, R.F. Sagitov. – Orenburg : OGU, 2005. – 106 s.
16. Reologija [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : [http://morfo.phyche.ac.ru/Research\\_methods/Rheology/print\\_html](http://morfo.phyche.ac.ru/Research_methods/Rheology/print_html).
17. Bondakova M.V. Razrabotka receptury i tehnologii proizvodstva kosmeticheskikh izdelij s ispol'zovaniem jekstrakta vinograda : dis. ... k.t.n. / Bondakova M.V. – Moskva : MGU, 2014.

Рецензія/Peer review : 26.3.2019 р.

Надрукована/Printed : 10.4.2019 р.

Стаття прорецензована редакційною колегією