

ВАСИЛЬЧЕНКО ІринаХерсонський національний технічний університет
ORCID ID: [0000-0003-0546-021X](https://orcid.org/0000-0003-0546-021X)
e-mail: irinagonta165@gmail.com**КУПРІЙ Ярослав**Херсонський національний технічний університет
ORCID ID: [0000-0003-0695-4780](https://orcid.org/0000-0003-0695-4780)
e-mail: kupriy@gmail.com**СЕМЕШКО Ольга**Херсонський національний технічний університет
ORCID ID: [0000-0002-8309-5273](https://orcid.org/0000-0002-8309-5273)
e-mail: sohgaya@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОСМЕТИЧНИХ ЕМУЛЬСІЙ ПРЯМОГО ТИПУ, РОЗРОБЛЕНИХ НА ОСНОВІ КОМПОЗИЦІЙ СИЛІКОНІВ

В роботі наведено результати досліджень реологічних властивостей емульсій косметичного призначення, які були розроблені з використанням композицій силіконів, з метою отримання систем із оптимальними тиксотропними та екструзійними властивостями.

Як об'єкти дослідження використані малокомпонентні прямі емульсії на основі мінерального масла та композицій силіконів марки «BRB International BV» (Нідерланди), а саме: індивідуальний силікон полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt та сумішевий – амодиметикон BRB 1288. Визначення реологічних властивостей емульсій проводилося на ротаційному віскозиметрі «Rheotest – 2» шляхом встановлення залежності в'язкості емульсій та прикладеної напруги зсуву від швидкості зсуву. На основі отриманих даних було розраховано прикладені показники динамічної в'язкості, коефіцієнти динамічної текучості при різних швидкостях зсуву, а також показник механічної стабільності досліджуваних систем.

У результаті реологічних досліджень отриманих косметичних емульсій на основі композицій силіконів встановлено тип течії та наявність тиксотропних властивостей. Визначено зразок емульсії, що має найбільш виражені пружні властивості та найбільше значення межі плинучості. Дослідження екструзійних властивостей емульсій шляхом розрахунку коефіцієнти динамічної текучості дозволило визначити зразок емульсії з вмістом силіконів, який має не високий показник динамічного розрідження та може характеризуватись більш важким розподіленням по шкірі та буде легко і вільно рухатись технологічним обладнанням. Знайдено склад емульсії, механічна стабільність якої є високою, що сприятиме збереженню її структури в процесі необоротної деформації. Шляхом реологічних досліджень встановлено склад косметичної емульсії на основі силіконів полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt та амодиметикону BRB 1288, який характеризується оптимальними в'язкісними, реологічними та екструзійними властивостями.

Ключові слова: емульсії, косметичні силікони, полідиметилсилоксан, амодиметикон, реологія, екструзійні властивості, механічна стабільність.

VASYLCHENKO Iryna, KUPRIY Yaroslav, SEMESHKO Olga
Kherson National Technical University

STUDY OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DIRECT TYPE COSMETIC EMULSIONS DEVELOPED ON THE BASIS OF THE COMPOSITIONS OF SILICONES

The paper presents the results of studies of the rheological properties of cosmetic emulsions developed using compositions of silicones in order to obtain systems with optimal thixotropic and extrusion properties.

Small-component direct emulsions based on the mineral oil and the compositions of the BRB International BV (Netherlands) brand silicones, that are Silicone Oil 350 cSt – individual silicopolydimethylsiloxane and BRB 1288 – mixed amodimethicone, were used as the objects of the study. The rheological properties of emulsions were determined using a rotational viscometer "Rheotest - 2" by establishing the dependence of the viscosity of emulsions and the applied shear stress on the shear rate. Based on the data obtained, the dynamic viscosity indicators, dynamic fluidity coefficients at various shear rates, as well as the mechanical stability index of the studied systems were calculated.

As a result of the rheological studies of the obtained cosmetic emulsions based on the compositions of silicones, the type of their flow and the presence of thixotropic properties were established. The emulsion sample has been determined that has the most pronounced elastic properties and the highest value of the flow limit. The study of the extrusion properties of emulsions by calculating the coefficients of dynamic fluidity made it possible to determine the emulsion sample that has a low dynamic rarefaction and can be characterized by easier distribution over the skin and, at the same time, can easily and freely move through the process equipment. The composition of the emulsion is found, the mechanical stability of which is high, which will contribute to the preservation of its structure in the process of irreversible deformation. The rheological studies have established the composition of the cosmetic emulsion based on the Silicone Oil 350 cSt polydimethylsiloxane and the BRB 1288 amodimethicone, which is characterized by optimal viscosity, rheological and extrusion properties.

Keywords: emulsions, cosmetic silicones, polydimethylsiloxane, amodimethicone, rheology, extrusion properties, mechanical stability.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

На сьогоднішній день застосування емульсійних продуктів є досить широким. Слід зазначити, що виробники косметичних засобів віддають перевагу прямим емульсіям типу «олія у воді», у яких вміст водної фази значно переважає жирову. З огляду на те, що шкіра людини здатна поглинати лише до 10% жирових компонентів, такі емульсійні системи легко розподіляються, поглинаються та не залишають жирного блиску на шкірі.

Сучасні емульсійні продукти косметичного призначення складаються з багатьох компонентів: основних – води, олії, емульгаторів, та допоміжних речовин різного призначення та хімічної будови. З огляду на велику кількість літературних джерел, кремнійорганічні полімери (силікони) є цілком безпечними компонентами косметичних засобів та мають широке застосування у засобах для догляду за тілом та волоссям. Тому дослідження використання силіконів косметичного призначення у емульсійних системах шляхом встановлення їх впливу на властивості емульсій є актуальним.

Аналіз досліджень та публікацій

Зараз використання емульсійних продуктів є досить широким. Слід зазначити, що виробники косметичних засобів віддають перевагу прямим емульсіям типу «олія у воді», у яких вміст водної фази значно переважає жирову. З огляду на те, що шкіра людини здатна поглинати лише до 10% жирових компонентів, такі емульсійні системи легко розподіляються, поглинаються та не залишають жирного блиску на шкірі.

Сучасні емульсійні продукти косметичного призначення складаються з багатьох компонентів: основних – води, олії, емульгаторів, та допоміжних речовин різного призначення та хімічної будови. З огляду на велику кількість літературних джерел, кремнійорганічні полімери (силікони) є цілком безпечними компонентами косметичних засобів та мають широке застосування у засобах для догляду за тілом та волоссям. Тому дослідження використання силіконів косметичного призначення у емульсійних системах шляхом встановлення їх впливу на властивості емульсій є актуальним.

З урахуванням вищевикладеного метою даної роботи є дослідження реологічних властивостей косметичних емульсій прямого типу, отриманих з використанням композицій силіконів.

Створення косметичних кремів на емульсійній основі потребує спільного використання великої кількості компонентів, які забезпечують фізичну, хімічну та мікробіологічну стабільність продукту протягом певного проміжку часу. Це формують речовини, емульгатори, консерванти, антиоксиданти, а також речовини, що покращують споживні властивості косметичного препарату – барвники, ароматизатори.

У роботах [1 – 4] було вивчено можливість застосування індивідуальних (полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt, циклопентасилоксан BRB CM 50, фенілтриметикон BRB PTM 20) та сумішевих поліорганосилоксанів (ПЕГ-12 полідиметилсилоксан BRB 526, розчин диметиконолу в циклопентасилоксані BRB 1834, амодиметикону BRB 1288) при концентраціях від 1 до 10 % на властивості емульсій. При цьому було досліджено органолептичні, фізико-хімічні та реологічні характеристики емульсійних систем, а також визначені сенсорні показники шкіри при їх застосуванні.

Аналіз отриманих результатів [1 – 4] щодо застосування досліджуваних силіконів при їх індивідуальному застосуванні у емульсіях косметичного призначення у концентраціях 1 – 3% вказує на те, що оптимальні пружно-в'язкісні властивості утворених систем забезпечують індивідуальний силікон Silicone Oil 350 cSt та сумішевий розчин диметиконолу в циклопентасилоксані BRB 1834, а сенсорні показники шкіри – сумішеві силікони амінодиметикону BRB 1288, ПЕГ-12 полідиметилсилоксан BRB 526 та розчин диметиконолу в циклопентасилоксані BRB 1834 при низьких концентраціях 1 – 3%. Це свідчить про перспективність розробки емульсійних систем косметичного призначення із застосуванням композицій вказаних поліорганосилоксанів.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є дослідження реологічних властивостей косметичних емульсій прямого типу, отриманих з використанням композицій силіконів.

Виклад основного матеріалу

Для дослідження впливу композиції силіконів на властивості емульсій було використано рецептуру малокомпонентної інертної емульсії з вмістом жирової фази 25% (табл. 1) [5].

Речовини, які відносяться до олійної фази (мінеральна олія, силікони, емульгатор, співемульгатор) розплавляли у термостійкій склянці на водяній бані при температурі 50°C до повного розчинення компонентів. Паралельно у іншій ємності розчиняли у воді гідрофільну речовину консервант Cosgard і також нагрівали на водяній бані до температури 50°C. В ємність з олійною фазою поміщали механічну мішалку якірного типу і в процесі перемішування поступово невеликими порціями додавали гарячу водну фазу. Тривалість емульгування складала 30 с.

У роботі були використані силікони виробництва компанії «BRB International BV» (Нідерланди), а саме: індивідуальний силікон полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt та сумішевий – амодиметикон BRB 1288.

Таблиця 1

Рецептури косметичних емульсій

Компонент	Масова частка, %					
	емульсія					
	базова	1	2	3	4	5
Мінеральна олія	25	20				
Полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt	–	5,00	1,25	2,5	3,75	0
Амодиметикон BRB 1288	–	0	3,75	2,5	1,25	5,00
Емульгатор Eumulgin Prisma	0,35					
Співемульгатор цетеариловий спирт	4,00					
Консервант Cosgard	0,50					
Вода	70,15					

Полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt (INCI: polydimethylsiloxane 350) (рис. 1) – класичний представник лінійних силіконових полімерів без замісників. Представляє собою в'язку рідину без кольору і запаху, не розчинну у воді, розчинну в органічних розчинниках. Температура кипіння 250оС.

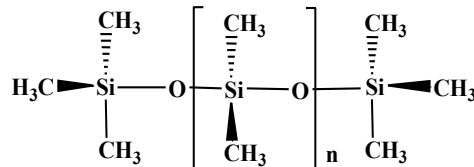


Рис. 1. Хімічна будова полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt

BRB 1288 (INCI: Aminoethylaminopropylsiloxane (рис. 2а), Trideceth-12 (рис. 2б), Cetrimonium Chloride (рис. 2в)) представляє собою 35%-ова катіонну емульсію силіконового полімеру аміноетиламінопропілсилоксану. Містить до 5% 2-феноксіетанолу. Біла рідина, розчинна у воді і не розчинна в органічних розчинниках, проявляє властивості ПАР. Наявність аміногрупи забезпечує косметичним композиціям кондиціонуючий ефект. Температура кипіння 100оС.

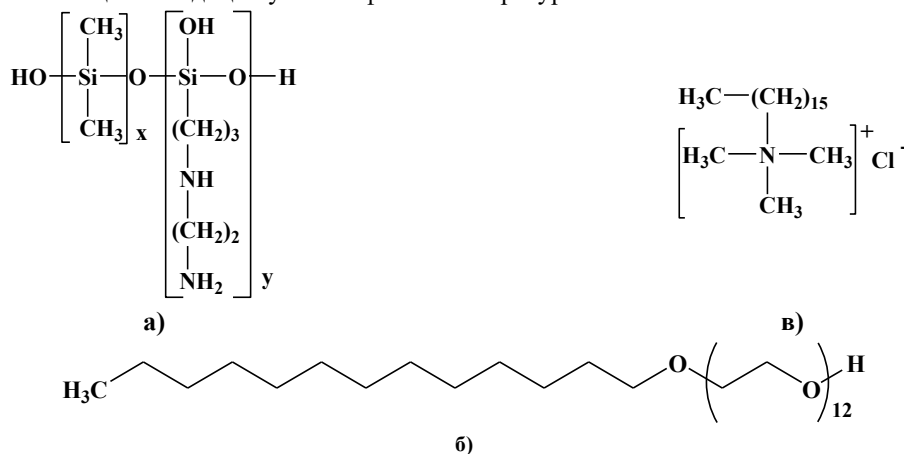


Рис. 2. Хімічна будова складових BRB 1288

Eumulgin Prisma (INCI: Disodium Cetearyl Sulfosuccinate) виробництва BASF – білий або сірувато-білий порошок, який містить 95% активної речовини. Даний емульгатор відрізняється високою стабільністю та розроблений для косметичних засобів сонцезахисного та декоративного спрямування. Забезпечує легку, шовковисту текстуру та високу стабільність отриманих косметичних складів. Вироблений із екологічних продуктів та гарно комбінується з різними інгредієнтами емульсій.

Cosgard – це суміш бензилового спирту і дегідрооцтової кислоти виробництва S.F.I.C. Cosgard представляє собою консервант синтетичного походження з широким спектром дії. Проявляє ефективну антимікробну дію по відношенню до грампозитивних і грампозитивних бактерій та грибкових мікроорганізмів.

Визначення реологічних властивостей емульсій проводилося на ротаційному віскозиметрі «Rheotest – 2» шляхом встановлення залежності в'язкості емульсій та прикладеної напруги зсуву від швидкості зсуву [6].

Прикладену напругу зсуву визначали за формулою:

$$\tau_r = z \cdot \alpha, \quad (1)$$

де τ_r – прикладена напруга зсуву, Па;

z – постійна циліндра, Па/под. шк.;

α – значення кута по шкалі на індикаторному приладі, под. шк.

Динамічну в'язкість визначали за формулою:

$$\eta = \frac{\tau_r}{D_r}, \quad (2)$$

де η – динамічна в'язкість, Па·с;

D_r – швидкість зсуву, с⁻¹ (табличне значення).

Коефіцієнт динамічної текучості K_{d1} розраховували за формулою:

$$K_{d1} = \frac{\eta_3 - \eta_9}{\eta_3} \cdot 100, \quad (3)$$

де η_3 – в'язкість емульсії при швидкості зсуву 3 с⁻¹;

η_9 – в'язкість емульсії при швидкості зсуву 9 с⁻¹.

Коефіцієнт динамічної текучості K_{d2} розраховували за формулою:

$$K_{d2} = \frac{\eta_{27} - \eta_{81}}{\eta_{27}} \cdot 100, \quad (4)$$

де η_{27} – в'язкість емульсії при швидкості зсуву 27 с⁻¹;

η_{81} – в'язкість емульсії при швидкості зсуву 81 с⁻¹.

Механічну стабільність емульсій розраховували за формулою:

$$MC = \frac{\tau_1}{\tau_2}, \quad (5)$$

де τ_1 – напруга зсуву до руйнування емульсії, Па;

τ_2 – напруга зсуву після руйнування емульсії при швидкості зсуву 3 с⁻¹, Па.

Для засобів догляду за шкірою, які мають емульсійну основу, реологічні властивості є надзвичайно важливою характеристикою. Це пов'язано з тим, що вказана косметична продукція повинна вільно видавлюватись з туб або виливатись із флаконів, легко наноситись та швидко поглинатись шкірою, мати цілеспрямований косметичний вплив на шкіру, легко видалятися з поверхні шкіри при необхідності. Виконання цих вимог забезпечують пружно-в'язкісні параметри косметичних форм зі структурованим дисперсійним середовищем.

Для з'ясування особливостей структуроутворення емульсійних систем застосовуються методи кількісної оцінки таких структурно-механічних властивостей, як пружність, в'язкість, напруга зсуву, функціональна залежність швидкості зсуву від напруги зсуву тощо [7].

Проведені дослідження були зосереджені на трьох реологічних параметрах, які мають величезне значення на практиці виробництва та застосування емульсійних продуктів: напруженість, в'язкість та ступінь тиксотропії.

Напруженість або напруга зсуву є характеристикою системи, нижче якої не можна спостерігати потік в умовах експерименту. Вона також має назву статичної напруженості, на відміну від динамічної, яка визначається навантаженням, необхідним для підтримки потоку [8]. Тиксотропія є одним із найскладніших реологічних явищ в колоїдній хімії, що відображається у науковій літературі. Теоретично вона відображає здатність матеріалу повернутися до свого первісного стану в нескінченному часі після підпорядкування постійним силам зсуву при постійній температурі [9]. Але на практиці тиксотропія вимірюється протягом обмеженого періоду часу.

На рис. 3 представлено залежності динамічної в'язкості досліджуваних емульсій від швидкості зсуву.

Аналіз результатів, представлених на рис. 3, свідчить про те, що для всіх зразків структурна в'язкість поступово зменшується зі збільшенням градієнта швидкості зсуву. Ця залежність характерна для систем з пластичним типом течії і характеризує досліджувані емульсії як структуровані дисперсні системи, що забезпечить їх легкий і рівномірний розподіл на шкірі.

На рис. 4 показано залежність динамічної в'язкості, визначеної при швидкості зсуву 9 с⁻¹ від співвідношення полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt та амодиметикону BRB 1288 у складі косметичних емульсій.

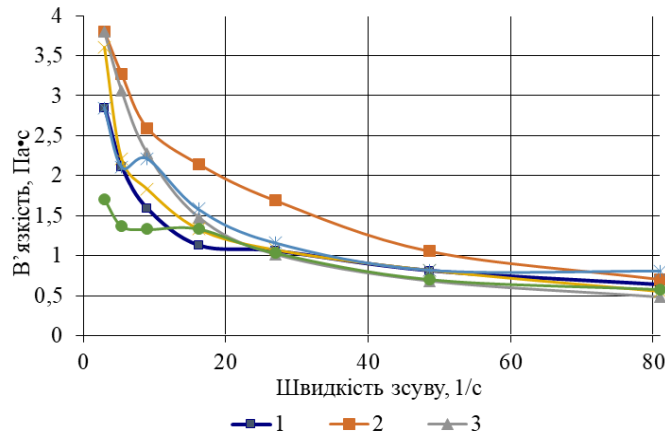


Рис. 3. Залежність в'язкості від швидкості зсуву емульсій

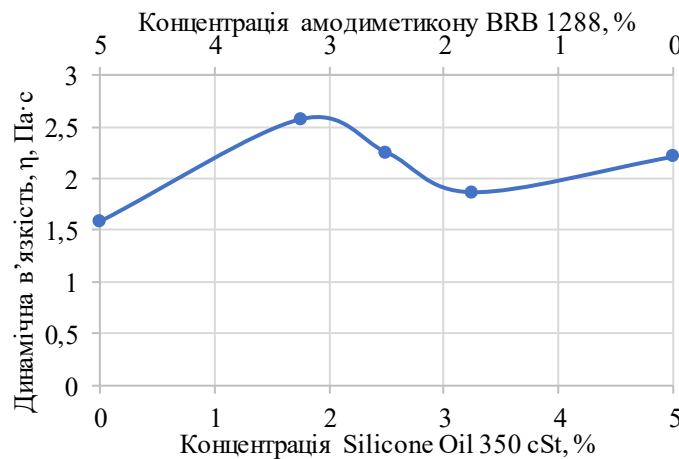


Рис. 4. Вплив співвідношення полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt та амодиметикону BRB 1288 на в'язкість емульсій

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що досліджувані силікони у композиції проявляють синергічний ефект при співвідношенні концентрацій полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt 1,25% та амодиметикону BRB 1288 3,75%, про що свідчить досягнути показник динамічної в'язкості 2,57 Па·с (зразок емульсії 2). При цьому індивідуальне застосування вказаних силіконів при концентрації 5% (зразки 1 та 5) сприяє отриманню показника в'язкості 1,58 та 2,21 Па·с.

Про псевдопластичний тип текучості плинину досліджуваних зразків емульсій свідчать також отримані реограми текучості (рис. 5).

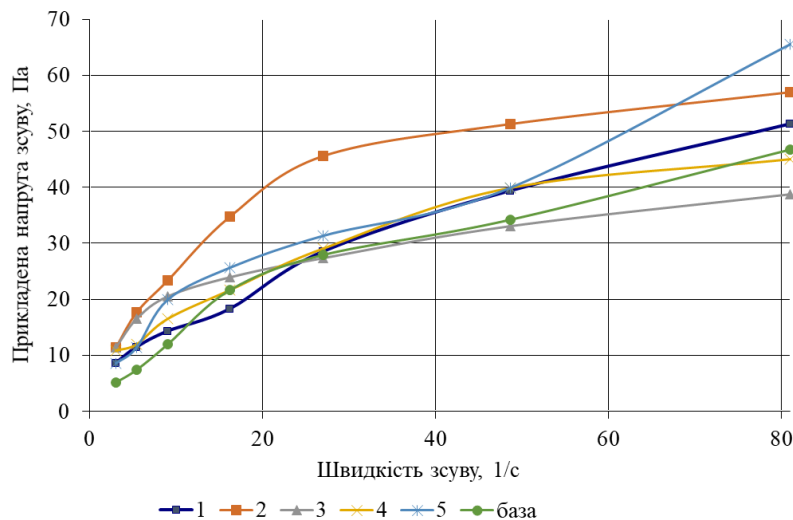


Рис. 5. Залежність напруги зсуву від швидкості зсуву емульсій

Для початку текучості зразків необхідно прикласти деяку рушійну величину, при цьому досліджувані зразків по-різному піддаються руйнуванню, що виражається у величині напруги зсуву. Зразки з більш вираженими пружними властивостями мають більше значення межі плинину, як видно з даних рис. 5,

зразки емульсій 2 та 5 мають вищий показник межі текучості у порівнянні зі зразком 3 та базовою емульсією без додавання силіконів.

Наявність тиксотропних властивостей структурованих систем є гарантією відновлення частково зруйнованої структури у стані спокою. Особливого значення наявність тиксотропії набуває для характеристики поведінки емульсії у процесі промислового виробництва та є гарантією якості.

Про тиксотропію системи свідчать залежності в'язкості або напруги зсуву, які характеризують поведінку системи при зворотному ході, тобто швидкості зсуву від 1312,2 с⁻¹ до 3 с⁻¹, які розташовані нижче кривих при прямому ході. У тому випадку, якщо криві зворотного ходу розташовані вище кривих прямого ходу, це свідчить про реопексивні властивості системи. З метою виявлення здатності досліджуваних систем до відновлення були побудовані залежності в'язкості від швидкості зсуву зразків емульсій у діапазоні швидкостей зсуву 3 с⁻¹ до 1312,2 с⁻¹, при прямому та зворотному напрямі. Отримані результати представлені на рис. 6.

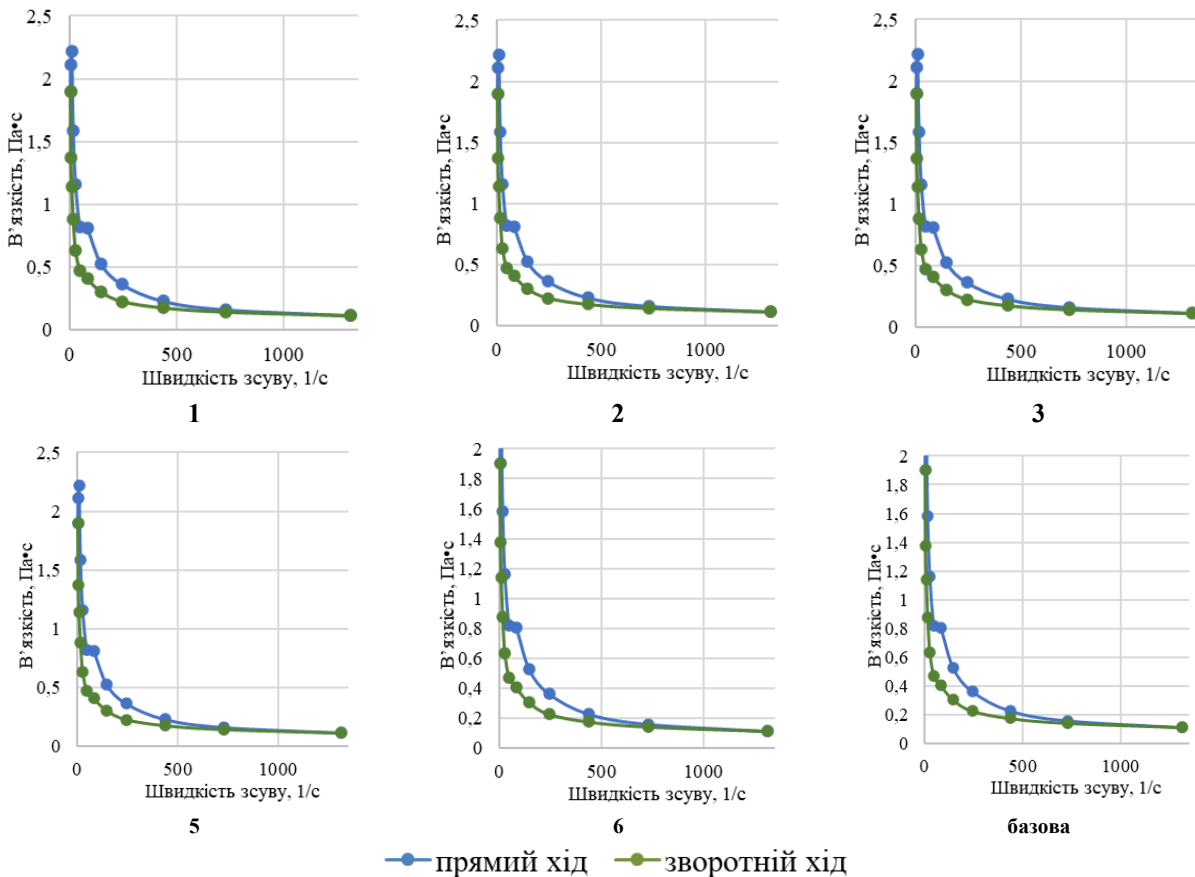


Рис. 6. Залежності в'язкості від швидкості зсуву зразків емульсій при прямому та зворотному напрямі

Отримані дані, що представлені на рис. 6, свідчать про те, що досліджувані емульсії характеризуються тиксотропними властивостями, тобто здатні відновлювати свою структуру після зняття навантаження.

Для дослідження екструзійних властивостей емульсій було розраховано коефіцієнти динамічної текучості. Коефіцієнти динамічної текучості (розрідження) визначали при швидкостях зсуву 3 і 9 с⁻¹, що відповідають швидкості руху долоні при розподілі емульсії по поверхні шкіри і в'язкості системи при швидкостях зсуву 27 і 81 с⁻¹, що відповідають швидкостям руху технологічного обладнання під час обробки емульсій в процесі їх виготовлення. Отже, показник динамічного розрідження Kd1 буде характеризувати розподілення емульсії по поверхні шкіри, показник динамічного розрідження Kd2 – поведінку емульсії у технологічному процесі її виробництва [10].

Отримані результати щодо здатності емульсій до розподілення наведені на рис. 7.

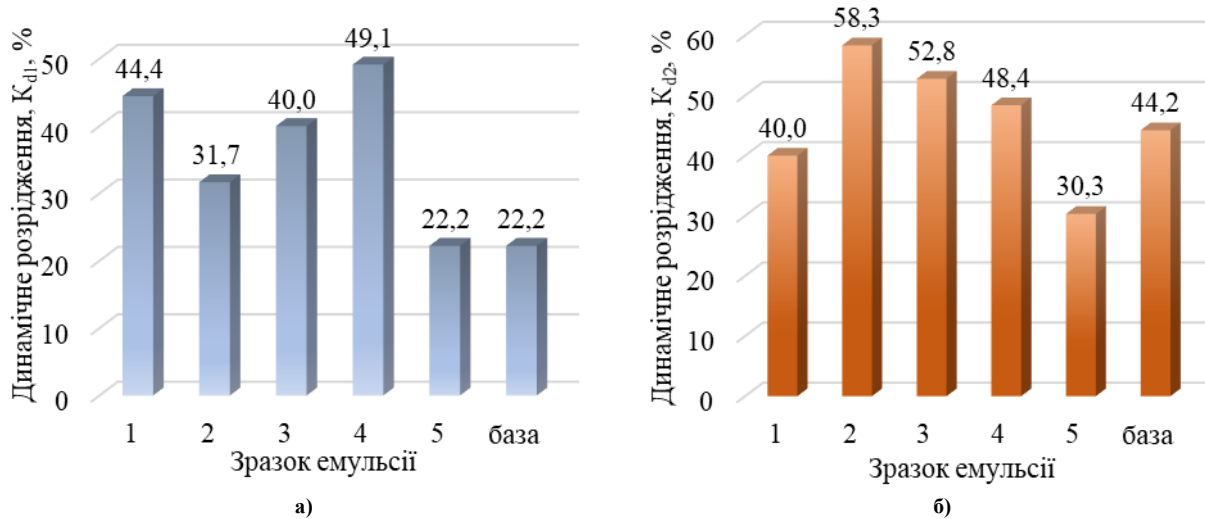


Рис. 77. Залежність динамічного розрідження емульсії:
а) при швидкостях зсуву 3 і 9 с⁻¹; б) при швидкостях зсуву 27 і 81 с⁻¹

Аналіз даних, представлених на рис. 7а, свідчить, що найвищим показником динамічного розрідження, а отже і легким розподіленням по поверхні шкіри характеризуються зразки емульсії 4, 1 та 3, а зразки 5, 3 та базова емульсія мають нижчі показники динамічного розрідження та можуть характеризуватись більш важким розподіленням.

Результати, наведені на рис. 7б, показують, що найвищими значеннями показників динамічного розрідження характеризуються емульсії 2, 3 та 4, що дозволяє прогнозувати легкий та вільний рух технологічним обладнанням. Зразки емульсії 5, 1 та базова емульсія без додавання силіконів мають нижчі показники розрідження.

Загалом слід відмітити, що значення показника Kd2 є вищими, ніж Kd1, що можна пояснити більшим руйнуванням структури при високих швидкостях зсуву.

Механічна стабільність емульсії характеризує ступінь руйнування її структури в процесі необоротної деформації. Оптимальним значенням механічної стабільності є 1. Результати дослідження механічної стабільності досліджуваних зразків емульсій наведені на табл. 2.

Таблиця 2.

Механічна стабільність емульсій

Показник	Зразок емульсії					
	1	2	3	4	5	база
Механічна стабільність	1,00	1,00	1,11	1,06	0,83	0,90

Отримані дані свідчать про те, що низькою механічною стабільністю відрізняється зразок емульсії 5 та базова емульсія. Для зразків емульсій 1, 2, 3 та 4 характерним є висока механічна стабільність, що вказує на їх можливість витримувати певні механічні впливи, наприклад, у процесі гомогенізації при приготуванні, та дозволяє прогнозувати стабільність емульсій в процесі зберігання.

Таким чином, вивчення реологічних властивостей досліджуваних зразків емульсій показало, що додавання силіконів сприяє підвищенню динамічної в'язкості та пружних властивостей а також зберігає тиксотропні властивості систем. Крім того, силікони у складі емульсії сприяють легшому розподіленню створених емульсій по поверхні шкіри та легкому та вільному руху технологічним обладнанням. Отримані емульсії характеризуються стабільною механічною міцністю.

Слід зазначити, що серед перерахованих реологічних властивостей є обернені, наприклад, в'язкість та динамічне розрідження (розподілення), оскільки з підвищенням в'язкості емульсії буде ускладнюватись їх розподілення на поверхні шкіри та рух технологічним обладнанням. Тому вибір оптимального складу емульсії з точки зору реології є компромісним рішенням.

Аналіз здійснених досліджень реологічних характеристик дозволяє стверджувати, що оптимальними пружно-в'язкісними властивостями володіє зразок емульсії 3, що має у своєму складі 2,5% полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt та 2,5% амодиметикону BRB 1288..

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

У результаті реологічних досліджень отриманих косметичних емульсій на основі композицій силіконів встановлено, що вони є системами з пластичним типом течії та характеризуються тиксотропними

властивостями, тобто здатні відновлювати свою структуру після зняття навантаження. Найбільш виражені пружні властивості та найбільше значення межі плинності має зразок емульсії з вмістом полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt 1,25% та амодиметикону BRB 1288 3,75%.

Дослідження екструзійних властивостей емульсії шляхом розрахунку коефіцієнта динамічної текучості показало, що зразок емульсії з вмістом полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt 1,25% та амодиметикону BRB 1288 3,75% має не високий показник динамічного розрідження та може характеризуватись більш важким розподіленням по шкірі. Також встановлено, що косметична емульсія з вмістом полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt 1,25% та амодиметикону BRB 1288 3,75% характеризується невисоким динамічним розрідженням та буде легко та вільно рухатись технологічним обладнанням. Крім цього знайдено, що механічна стабільність емульсії вмістом полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt 1,25% та амодиметикону BRB 1288 3,75% є високою, а отже структура даної емульсії не руйнується в процесі необоротної деформації.

Таким чином, шляхом реологічних досліджень встановлено, що косметична емульсія, яка містить 1,25% полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt та 3,75% амодиметикону BRB 1288, характеризується оптимальними в'язкісними, реологічними та екструзійними властивостями.

У подальших дослідженнях необхідно визначити фізико-хімічні та органолептичні властивості косметичних емульсій прямого типу, розроблених на основі композицій силіконів.

Література

1. Гаргаун Р.В. Дослідження впливу силіконів на властивості косметичних емульсій прямого типу / Р.В. Гаргаун, З.М. Попова, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2019. – №2. – С. 94 – 98.
2. Гаргаун Р.В. Дослідження впливу кремнійорганічних полімерів на реологію косметичних емульсій прямого типу / Р.В. Гаргаун, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова, М.О. Саніна // матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної заочної конф. молодих учених і студентів «Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості», м. Херсон, 12 листопада 2020 р. – С. 89 – 90.
3. Гаргаун Р.В. Дослідження впливу силіконів на реологічні властивості косметичних емульсій / Р.В. Гаргаун, Д.С. Ляховський, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова // матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конф. «Актуальні проблеми хімії та хімічної технології», м. Київ, 21 – 22 листопада 2018 р. – С. 123 – 125.
4. Гаргаун Р.В. Дослідження впливу силіконів на органолептичні властивості косметичних емульсій / Р.В. Гаргаун, Д.С. Ляховський, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова // матеріали VI Міжнародної науково-практичної конф. «Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій і косметичній промисловості», м. Харків, 1 – 2 листопада 2018 р. – С. 33 – 35.
5. Пат. на корисну модель № 144145 України. МПК (2006.01), А61К 8/06, А61К 8/18. Косметична емульсія, збагачена біологічно активними добавками / Р.В. Гаргаун, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова; заявник і патентовласник Херсонський національний технічний університет. – № u202000613; заяв. 03.02.2020; опубл. 10.09.2020; бюл. № 17/2020. – 4 с.
6. Реотест-2.1. Цилиндрический и конусно-пластиночный ротационный вискозиметр. Инструкция по эксплуатации [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.twirpx.com/file/1543541>. (дата звернення 03.10.2021).
7. Аркуша А.А. Исследование структурно-механических свойств мазей с целью определения оптимума консистенции: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. фармацевт. наук: 15.00.01 / Аркуша А.А. – Харьков, 1982. – 23 с.
8. Hibbott H.W. Handbook of cosmetic science: an introduction to principles and applications / H.W. Hibbott. – New York: Oxford, 2016. – 566 p.
9. Самуйлова Л.Н. Косметическая химия в 2 ч. Часть 1. Ингридиенты. / Л.Н. Самуйлова, Т.М. Пучкова. – М: Школа косметических химиков, 2005. – 336 с.
10. Зуйкіна С.С. Теоретичне обґрунтування та розробка комбінованих лікарських препаратів для лікування мастопатії на основі лікарської рослинної сировини: дис. ... доктора фарм. наук: 15.00.01 / Зуйкіна Світлана Сергіївна. – Харків, 2021. – 492 с.

References

1. Harhaun R.V. Doslidzhennya vplyvu sylikoniv na vlastyvoli kosmetychnykh emul'siy pryamoho typu / R.V. Harhaun, Z.M. Popova, O.M. Kuniuk, D.H. Sariybekova // Herald of Khmelnytskyi National University. Seriya: Tekhnichni nauky. – 2019. – №2. – S. 94 – 98.
2. Harhaun R.V. Doslidzhennya vplyvu kremniyorganichnykh polimeriv na reolohiyu kosmetychnykh emul'siy pryamoho typu / R.V. Harhaun, O.M. Kuniuk, D.H. Sariybekova, M.O. Sanina // materialy VII Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi zaochnoyi konf. molodykh uchennykh i studentiv «Naukovo-praktychni rozrobky molodykh uchennykh v khimichniy, kharchoviy ta parfumerno-kosmetychniy haluzyakh promyslovosti», m. Kherson, 12 lystopada 2020 r. – S. 89 – 90.
3. Harhaun R.V. Doslidzhennya vplyvu sylikoniv na reolohichni vlastyvoli kosmetychnykh emul'siy / R.V. Harhaun, D.S. Lyakhov's'kyu, O.M. Kuniuk, D.H. Sariybekova // materialy III Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konf. «Aktual'ni problemy khimiyi ta khimichnoyi tekhnolohiyi», m. Kyiv, 21 – 22 lystopada 2018 r. – S. 123 – 125.

4. Harhaun R.V. Doslidzhennya vplyvu sylikoniv na orhanoleptychni vlastyvoli kosmetychnykh emul'siy / R.V. Harhaun, D.S. Lyakhovs'kyu, O.M. Kunyk, D.H. Saribeykova // materialy VI Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konf. «Khimiya, bio- i nanotekhnolohiyi, ekolohiya ta ekonomika v kharchoviy i kosmetychniy promyslovosti», m. Kharkiv, 1 – 2 lystopada 2018 r. – S. 33 – 35.
5. Pat. na korysnu model' № 144145 Ukrainy. MPK (2006.01), A61K 8/06, A61K 8/18. Kosmetychna emul'siya, zbahachena biolohichno aktyvnymy dobavkamy / R.V. Harhaun, O.M. Kunyk, D.H. Saribeykova; zayavnyk i patentovlasnyk Khersons'kyi natsional'nyy tekhnichnyy universytet. – № u202000613; zayav. 03.02.2020; opubl. 10.09.2020; byul. № 17/2020. – 4 s.
6. Reotest-2.1. Tsylyndrychesky y konusno-plastynochnyy rotatsyonnyy vyskozometr. Ynstruktsyya po ekspluatatsyy [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.twirpx.com/file/1543541>. (data zvernennya 03.10.2021).
7. Arkusha A.A. Yssledovanye strukturno-mekhanycheskykh svoystv mazey s tsel'yu opredelenyya optymuma konsystentsyy: avtoref. dys. na soyskanye nauch. stepeny kand. farmats. nauk: 15.00.01 / Arkusha A.A. – Khar'kov, 1982. – 23 s.
8. Hibbott H.W. Handbook of cosmetic science: an introduction to principles and applications / H.W. Hibbott. – New York: Oxford, 2016. – 566 r.
9. Samuylova L.N. Kosmetycheskaya khymyya v 2 ch. Chast' 1. Ynhrydyenty. / L.N. Samuylova, T.M. Puchkova. – M: Shkola kosmetycheskykh khymykov, 2005. – 336 s.
10. Zuykina S.S. Teoretychne obgruntuvannya ta rozrobka kombinovanykh likars'kykh preparativ dlya likuvannya mastopatiyi na osnovi likars'koyi roslynnoyi syrovyny: dys. ... doktora farm. nauk: 15.00.01 / Zuykina Svitlana Serhiyivna. – Kharkiv, 2021. – 492 s.

Надійшла/Paper received : 07.10.2022 р. Надрукована/Printed : 01.11.2022 р.