УДК 661.1 DOI https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.4.1.3

В. О. БАХМАЧ
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технології жирів, хімічних технологій харчових добавок
та косметичних засобів
Національний університет харчових технологій
ORCID: 0000-0002-5157-9150

Т. Т. НОСЕНКО
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри технології жирів, хімічних технологій харчових добавок
та косметичних засобів
Національний університет харчових технологій
ORCID: 0000-0002-1758-4669

О. С. КЛИМЕНКО
кандидат ветеринарних наук, доцент,
доцент кафедри нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин
Полтавський державний аграрний університет
ORCID: 0009-0004-9149-0304

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІНОУТВОРЮЮЧИХ МИЙНИХ ЗАСОБІВ КЛІНОЛЛ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВІДКРИТИХ ПОВЕРХОНЬ

У статті наведено результати комплексного дослідження фізико-хімічних характеристик піноутворюючих мийних засобів серії Клінолл, що застосовуються для очищення відкритих поверхонь від органічних та неорганічних забруднень у харчовій та аграрній галузі. Дослідження охоплювало визначення ключових параметрів, які визначають ефективність засобів: pH, в'язкість, поверхневий натяг та піноутворювальну здатність. Встановлено, що зразок Клінолл ЛПР із pH 12,8 та високою в'язкістю (7520 спз) ефективно видаляє органічні забруднення, зокрема жирові відкладення, білкові залишки та олійні плями. Висока в'язкість забезпечує тривале утримання засобу на вертикальних поверхнях, що підвищує його практичне використання. Зразок Клінолл КПР із pH 0,77 та низькою в'язкістю (810 спз) показав високу результативність у видаленні мінеральних відкладень, вапняного нальоту та іржі, що робить його придатним для застосування у виробничих умовах із жорсткою водою.

Дослідження поверхневого натягу підтвердило здатність обох засобів значно знижувати σ при збільшенні концентрації, що корелює з максимальною мийною здатністю. Вивчення піноутворювальної здатності методом Росс-Майлса показало, що обидва засоби формують стабільну піну з високою стійкістю (понад 80 % протягом 10 хвилин). Для Клінолл ЛПР максимальна піноутворювальна здатність досягалася при концентрації 5 %, тоді як для Клінолл КПР — у діапазоні 7–10 %. Висока кратність піни (2,14–3,00) підтверджує економічність використання засобів та їх здатність ефективно контактувати з поверхнею.

Отримані результати дозволяють рекомендувати засоби серії Клінолл для широкого застосування у харчовій та аграрній промисловості з метою забезпечення санітарної безпеки, зниження ризику мікробного забруднення та підвищення якості очищення виробничих поверхонь. Практичне значення дослідження полягає у визначенні оптимальних концентрацій використання: 5–7 % для Клінолл ЛПР та 7–10 % для Клінолл КПР, що забезпечує максимальну ефективність при мінімальних витратах.

Ключові слова: *мийні засоби, поверхнево-активні речовини, піноутворювальна здатність, оптимізація, поверхневий натяг, pH, в'язкість, очищення поверхонь, Клінолл, органічні забруднення, мінеральні відкладення,*

V. O. BAKHMACH
PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Fat Technology, Chemical Technologies
of Food Additives and Cosmetic Products
National University of Food Technologies
ORCID: 0000-0002-5157-9150

T. T. NOSENKO
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Fat Technology, Chemical Technologies
of Food Additives and Cosmetic Products
National University of Food Technologies
ORCID: 0000-0002-1758-4669

© В. О. Бахмач, Т. Т. Носенко, О. С. Клименко, 2025
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

O. S. KLYMENKO
PhD in Veterinary Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Normal and Pathological Anatomy
and Physiology of Animals
Poltava State Agrarian University
ORCID: 0009-0004-9149-0304

INVESTIGATION OF PROPERTIES AND OPTIMIZATION OF PERFORMANCE OF KLINOLL FOAMING CLEANING AGENTS FOR OPEN SURFACES

The article presents the results of a comprehensive study of the physicochemical characteristics of foaming detergents of the Klinoll series, designed for cleaning open surfaces from both organic and inorganic contaminants in food and agricultural industries. The research focused on determining the key parameters that define detergent efficiency: pH, viscosity, surface tension, and foaming ability. It was established that Klinoll LPR, with a pH of 12.8 and high viscosity (7520 spz), effectively removes organic contaminants such as fat deposits, protein residues, and oily stains. Its high viscosity ensures prolonged retention on vertical surfaces, enhancing cleaning performance. In contrast, Klinoll KPR, with a pH of 0.77 and low viscosity (810 spz), demonstrated strong effectiveness in removing mineral deposits, lime scale, and rust, making it suitable for use in environments with hard water.

Surface tension studies confirmed that both detergents significantly reduce σ with increasing concentration, correlating with maximum cleaning capacity. Foaming ability tests using the Ross-Miles method showed that both detergents generate stable foam with high durability (over 80% after 10 minutes). For Klinoll LPR, maximum foaming ability was observed at 5% concentration, while for Klinoll KPR it was achieved in the range of 7–10%. High foam multiplicity values (2.14–3.00) further confirm the economic efficiency of these detergents and their ability to maintain effective contact with contaminated surfaces.

The obtained results allow recommending Klinoll detergents for wide application in food and agricultural industries to ensure sanitary safety, reduce microbial contamination risks, and improve the quality of surface cleaning. The practical significance of the study lies in determining optimal working concentrations: 5–7% for Klinoll LPR and 7–10% for Klinoll KPR, which provide maximum efficiency with minimal consumption.

Key words: *detergents; surfactants; foaming ability; surface tension; pH; viscosity; surface cleaning; Klinoll; organic contaminants; mineral deposits*

Постановка проблеми

Сучасні вимоги до санітарної безпеки харчових виробництв та аграрних підприємств потребують використання ефективних мийних засобів, здатних видаляти органічні та неорганічні забруднення з різних відкритих поверхонь [1-3]. Проблема полягає у виборі оптимальних засобів із урахуванням їх фізико-хімічних властивостей, що визначають ефективність очищення та дезінфекцію. Завданням дослідження є оцінка властивостей піноутворюючих мийних засобів серії Клінолл та визначення їх оптимальних концентрацій для практичного застосування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Миючі засоби видаляють забруднення з очищувальних поверхонь кількома механізмам [4]. В літературі наведено чотири основні механізми видалення забруднень: відшаровування, емульгування, пенетрація (формування ламелярних емульсій) та солюбілізація .

Відшаровування жирових забруднень відбувається легко від гідрофільних поверхонь. Адсорбція детергенту на поверхні та на жировому забрудненні призводить до збільшення кута контакту забруднення на межі розділу жир-вода-поверхня. Коли трифазний кут контакту наближається до 180 градусів, результуюча міжфазна сила, що утримує забруднення на поверхні, долається натягом змочування забруднення та поверхоні, покритих детернентом, жирове забруднення відшаровується у вигляді краплі, яка відривається від поверхні при легкому перемішуванні. [5]

Емульгування жирових забруднень відбувається, коли поверхні є відносно гідрофобними, а адсорбція детергенту на межі розділу жир-вода відбувається легко, що призводить до низького міжфазного натягу. Низький міжфазний натяг сприяє розширенню межі розділення жир-вода у водну фазу та утворенню жирових крапель і емульгуванню. [6]

Пенетрація відбувається у випадку полярних жирових забруднень за температур, вищих їх критичної температури розчинення. Якщо детергент дифундує в олію в достатній концентрації, забруднення можуть стати частиною самоорганізованої мезоморфної фази, такої як ламелярна фаза. Водні шари є невід'ємною частиною цих самоорганізованих систем детергентів. Відштовхування між бішарами отриманої пластинчастої фази призводить до її набухання та відриву. Потім нова порція мийного розчину проникає крізь оголену поверхню, і процес повторюється. Витіснені жирові забруднення перетворюються на емульсію, стабілізовану пластинчастою фазою. Механізм пенетрації особливо корисний у регіонах з жорсткою водою, де аніонні поверхнево-активні речовини утворюють коацерватні фази у присутності солей кальцію.

Солюбілізація – є процесом включення водонерозчинних забруднень (гідрофобної речовини) у внутрішнє гідрофобне ядро міцел, утворених молекулами детергентів.

Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є узагальнення отриманих результатів дослідження ефективності піноутворюючих мийних засобів серії Клінолл, що використовуються для обробки відкритих поверхонь від різних видів забруднень.

Викладення основного матеріалу дослідження

Визначення pH мийних засобів є важливим для вибору засобу для конкретного виду очищення та безпечного використання. При виборі засобів для очищення слід враховувати тип забруднення, поверхню, що очищується, та необхідну ступінь очищення [3].

Лужні засоби ефективно видаляють жирові забруднення, білки та органічні речовини. Вони розчиняють жири, а також допомагають розкладати білки, що робить їх незамінними в місцях, де є жирові забруднення. Лужні мийні засоби рекомендуються для видалення забруднень: жирові відкладення, олійні плями, забруднення білкового походження.

Кислотні засоби рекомендуються для видалення забруднень: вапняний наліт, іржу, мінеральні відкладення. Вони розчиняють мінеральні осади, кальцій та магній, а також справляються з іржею [3].

Результати досліджень значень pH мийних засобів Клінолл наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення pH для дослідних зразків мийних засобів Клінолл

Зразок	Значення pH
Клінолл ЛПР	12,82
Клінолл КПР	0,77

Аналіз отриманих даних свідчить, що pH миючого засобу Клінолл КПР низький і відповідають кислотним засобам та може бути рекомендованим для видалення вапняного нальоту, окалини, іржі та мінеральних відкладень.

Миючий засіб Клінолл ЛПР має високе значення pH, що відповідає лужним засобам і може бути рекомендованим для видалення органічних забруднень з поверхонь.

Також можна констатувати, що сильно лужні та сильно кислі миючі засоби будуть ефективно видаляти мікроорганізми з очищувальних поверхонь.

Визначення та регулювання в'язкості мийних засобів важливе з декількох причин: насамперед миючі засоби з високою в’язкістю легше дозувати, що є більш економічно. Також в'язкість сприяє стабільності складу мийних засобу та покращує його якість. Мийні засоби з високою в’язкістю можуть краще контактувати з забрудненнями, що покращує їх здатність видаляти забруднення (за умови обробки відкритих поверхонь).

Результати визначення в’язкості мийних засобів Клінолл наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

В’язкість дослідних зразків мийних засобів Клінолл

Зразок мийного засобу	В’язкість, спз
Клінолл ЛПР	7520
Клінолл КПР	810

Аналіз отриманих даних свідчить, що зразок мийних засобів Клінолл ЛПР має дуже високе значення в’язкості та може бути ефективно використовуватись для миття відкритих поверхонь. Кислотний зразок Клінолл КПР має надзвичайно низьку в’язкість.

Було досліджено також залежність поверхневого натягу водних розчинів від концентрації ПАР зразків мийних засобів Клінолл.

Поверхнево-інактивні речовини концентруються переважно в об'ємі розчинника, тобто для них спостерігається від'ємна адсорбція. Розчинність цих речовин висока, поверхневий натяг в них більший від коефіцієнту поверхневого натягу розчинника. До поверхнево-інактивних за відношенням до води належать всі неорганічні електроліти (кислоти, луги, солі). Молекули цих речовин не мають гідрофобних груп і легко дисоціюють у воді на іони, які добре гідратуються.

Поверхневий натяг рідини залежить від концентрації ПАР. Із зростанням концентрації спочатку поверхневий натяг розчину різко спадає. Це зумовлено тим, що при малих концентраціях ПАР їх молекули практично повністю зосереджуються в поверхневому шарі і зменшують σ. Поступове заповнення поверхневого шару молекулами ПАР гальмує їх подальшу адсорбцію, що призводить до сповільнення падіння поверхневого натягу, а при утворенні мономолекулярного шару σ не залежить від зростання концентрації ПАР.

Вивчаючи будову поверхневих плівок, Д. Релей, І. Ленгмюр, Н. К.Адам показали, що положення адсорбованих молекул ПАР в поверхневому шарі залежить від концентрації. При низьких концентраціях молекули ПАР розташовані переважно горизонтально з досить сильною взаємодією полярних і неполярних груп з молекулами води. З ростом концентрації ПАР утворюється більш щільна упаковка молекул, при якій полярні групи орієнтовані до води, а неполярні вуглеводневі радикали нахилені, при насиченні – розміщені вертикально («частокіл» Ленгмюра). Адсорбція ПАР на межі фаз "розчин-повітря" може бути описана ізотермою адсорбції Ленгмюра. Досліджуючи поверхневий натяг водних розчинів органічних речовин, Траубе встановив закономірність: в будь-якому гомологічному ряду при малих концентраціях подовження вуглецевого ланцюга на CH_2-групу збільшує поверхневу активність у 3-3,5 рази (також його називають правилом «Дюкло – Траубе»).

За отриманими даними значень поверхневого натягу розчинів мийних засобів Клінолл будували ізотерми σ = f(C) для всіх розчинів мийних засобів (рис.1). Аналіз отриманих даних свідчить, що збільшення концентрації мийного розчину до 1,0 % суттєво зменшує поверхневий натяг водних розчинів. Мінімальні значення поверхневого натягу розчинів досліджуваних ПАР корелюють із максимальною мийною здатністю розчинів, що свідчить про високу мийну здатність досліджуваних ПАР.

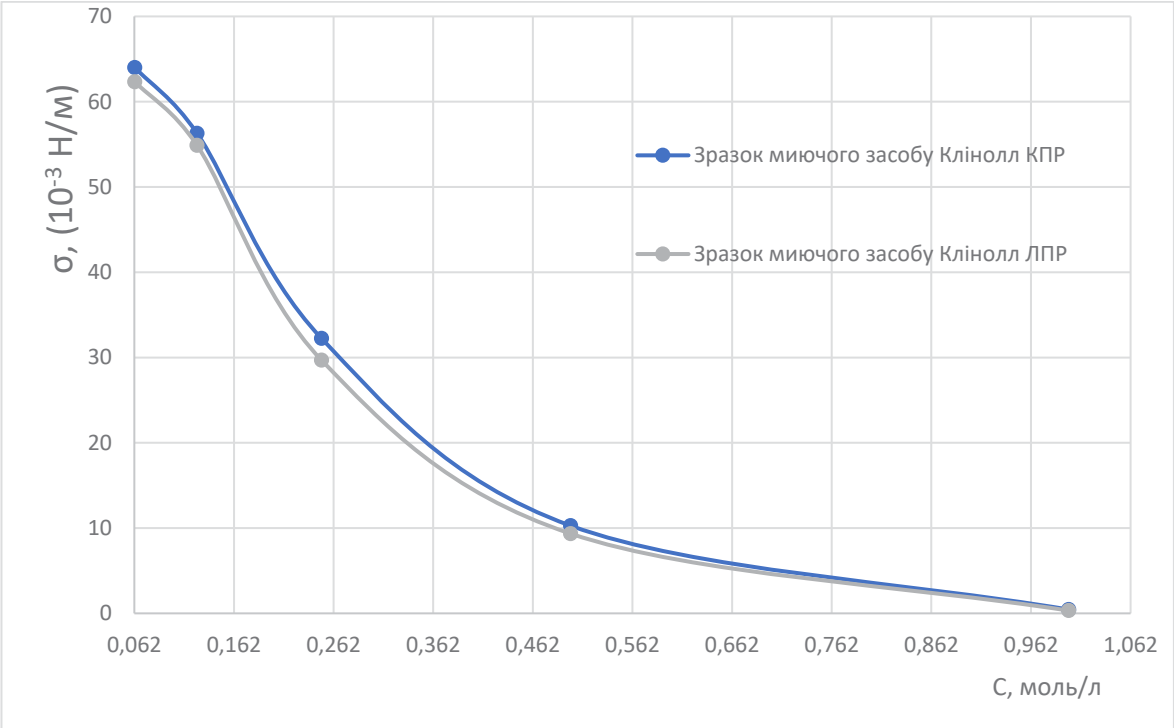

Рис. 1. Ізотерми водних розчинів зразків миючих засобів Клінолл

Визначення піноутворювальної здатності мийних засобів Клінолл проводили методом Росс-Майлса. При використанні даного методу утворення піни відбувається в результаті вільного падіння струменя водного розчину ПАР у водний розчин тієї ж самої ПАР.

Результати вимірювання піноутворювальної здатності вихідних мийних засобів (рис. 2, 4) свідчать, що Клінолл ЛПР та КПР мають високу піноутворювальну здатність та високу стійкість піни. Піноутворювальну здатність виражають початковою висотою стовпчика піни–H_0, мм та стійкістю піни - $H_5/H_0 \cdot 100$ %.

Отримані результати дають можливість оцінити кратність піни: відношення об'єму піни Vn до об'єму розчину Vж, що витрачено на її утворення:

$$B = \frac{V_п}{V_ж},$$

де Vn – об'єм піни в умовах вимірювання Но, см^3;
об'єм Vж – різниця між 250 см^3 й об'ємом рідини під час вимірювання Vn.

Зразки мийного засобу Клінолл КПР та ЛПР мають високе значення кратності утвореної піни.

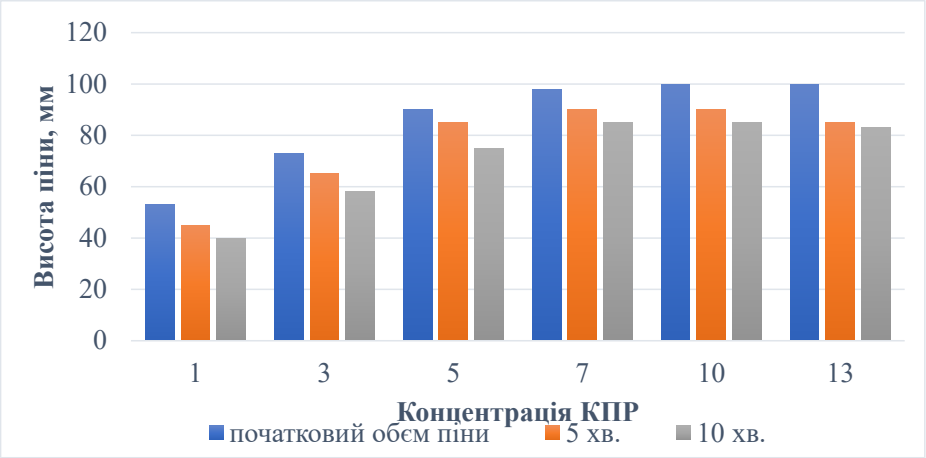

Рис. 2. Піноутворювальна здатність водних розчинів мийного засобу Клінолл КПР

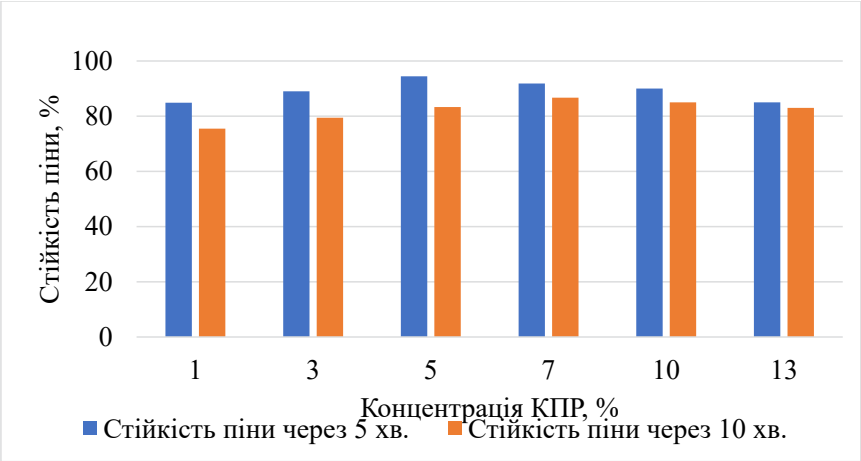

Рис. 3. Стійкість піни водних розчинів мийного засобу Клінолл КПР

Піноутворювальна здатність водних розчинів мийного засобу Клінолл ЛПР була максимальною при концентрації 5 %, при підвищенні його концентрації до 7 і 10 % дещо зменшувалась (рис. 4).

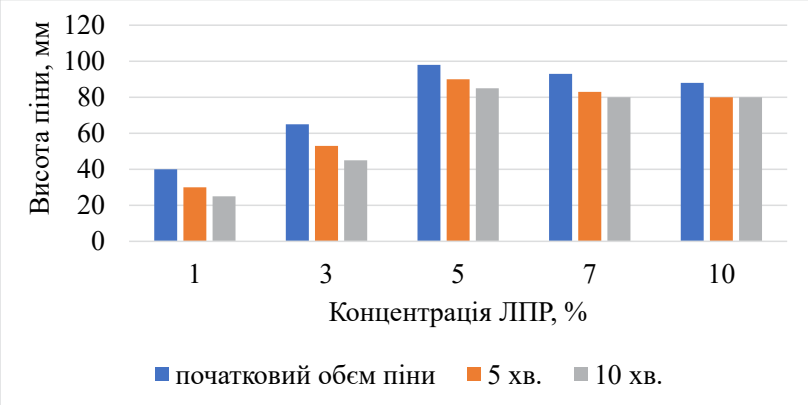

Рис. 4. Піноутворювальна здатність водних розчинів мийного засобу Клінолл ЛПР

Стійкість піни водних розчинів мийного засобу Клінолл ЛПР була низькою при низьких концентраціях. За концентрації 5-10 % стійкість піни зростала і становила 86-91 % (рис. 5).

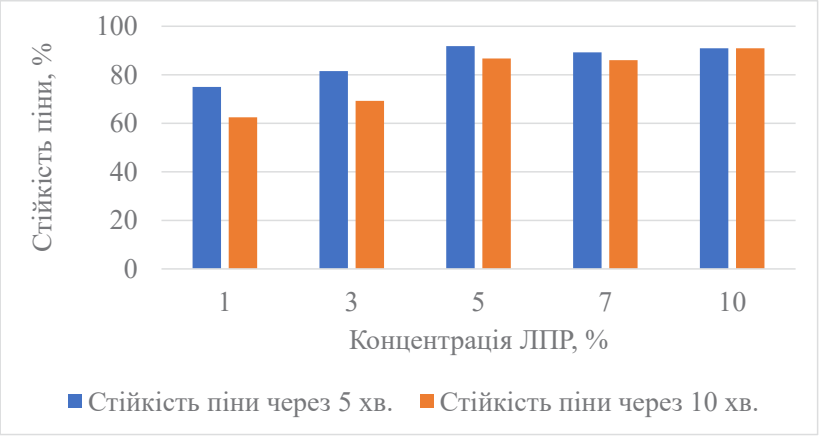

Рис. 5. Стійкість піни водних розчинів мийного засобу Клінолл ЛПР

Висновки

В результаті проведеної роботи встановлено, що мийний засіб Клінолл ЛПР із значенням pH 12,8 та високою в'язкістю має високу ефективність для очищення відкритих поверхонь від органічних забруднень, включаючи жирові забруднення. Високе значення pH також зумовлює дезинфікуючу дію даного засобу. Висока в'язкість даного засобу та його розчинів зумовлює його ефективне використання для вертикальних поверхонь. Ефективна концентрація мийного засобу Клінолл ЛПР для очищення відкритих поверхонь становить 5-7 %.

Встановлено, що мийний засіб Клінолл КПР із значенням pH 0,77 та низькою в'язкістю має високу ефективність для очищення відкритих поверхонь від неорганічних забруднень, включаючи забруднення солями жорсткості та вапняні нашарування. Висока кислотність даного засобу зумовлює дезинфікуючу дію. Рекомендована концентрація для миття відкритих поверхонь - 7-10 %.

Список використаної літератури

1. Lochhead R.Y. Basic Physical Sciences for the Formulation of Cosmetic Product. In Cosmetic Science and Technology: Theoretical Principles and Applications; Sakamoto, K., Lochhead, R.Y., Maibach, H.I., Yamashita, Y., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2017; pp. 373–388.
2. Pugh RJ. Foams and foaming. In: Holmberg K, editor. Handbook of applied colloid and surface chemistry. New York: John Wiley & Sons; 2001.
3. ДСТУ 2207.1-93 «Методи визначення концентрації водневих іонів»
4. Myers D. Physical properties of surfactants used in cosmetics. In: Rieger MM, Rhein LD, editors. Surfactants in cosmetics. New York, Basel: Marcel Dekker, Inc.; 1997 [Chapter 2].
5. Koelsch P, Motschmann H. Relating foam lamella stability and surface dilational rheology. Langmuir 2005;21:6265-9.
6. Ma B, Zhang L, BaoyuGao, Zhang L, Zhao S, Yu JY. Interfacial dilational rheological property and lamella stability of branched alkyl benzene sulfonates solutions. Colloid Polym Sci 2011;289:911-8.

References

1. Lochhead, R. Y. (2017). Basic physical sciences for the formulation of cosmetic product. In K. Sakamoto, R. Y. Lochhead, H. I. Maibach, & Y. Yamashita (Eds.), Cosmetic science and technology: Theoretical principles and applications. (pp. 373–388). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802005-0.00019-0
2. Pugh, R. J. (2001). Foams and foaming. In K. Holmberg (Ed.), Handbook of applied colloid and surface chemistry. New York, NY: John Wiley & Sons.
3. DSTU 2207.1-93. (1993). Methods for determining the concentration of hydrogen ions. Kyiv: State Standard of Ukraine.
4. Myers, D. (1997). Physical properties of surfactants used in cosmetics. In M. M. Rieger & L. D. Rhein (Eds.), Surfactants in cosmetics (Chapter 2). New York, NY; Basel: Marcel Dekker, Inc.
5. Koelsch, P., & Motschmann, H. (2005). Relating foam lamella stability and surface dilational rheology. Langmuir, 21(14), 6265–6269. https://doi.org/10.1021/la050316z
6. Ma, B., Zhang, L., Gao, B., Zhang, L., Zhao, S., & Yu, J. Y. (2011). Interfacial dilational rheological property and lamella stability of branched alkyl benzene sulfonates solutions. Colloid and Polymer Science, 289(9), 911–918. https://doi.org/10.1007/s00396-011-2427-0

Дата першого надходження рукопису до видання: 16.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025