



УДК 532.6.08

**PROPERTIES OF SURFACTANTS AND THEIR APPLICATION IN  
INDUSTRY****ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У  
ПРОМИСЛОВОСТІ****Bilishchuk V. B. / Біліщук В. Б.***Ph.D., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-0196-412X

**Vytvytska L. A. / Витвицька Л. А.***Ph.D., as.prof. / к.т.н., доц.***Chuiko M. M. / Чуйко М. М.***Ph.D., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-4998-7585

**Krynytsky O.S. / Криницький О. С.***Ph.D., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-2338-8661

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,**Ivano-Frankivsk, Karpatska, 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,**Івано-Франківськ, Карпатська, 15, 76019*

**Анотація.** В статті вказано, що поверхнево-активні речовини знижують поверхневу енергію на межі розділу фаз, що має позитивні властивості при їх використанні в складі миючих засобів, косметичних та фармацевтичних препаратів, технологічних рідин. Поверхнева активність поверхнево-активних речовин обумовлена наявністю гідрофільної та гідрофобної частин в їх молекулах, що сприяє адсорбції поверхнево-активної речовини з утворенням моношару молекул. Визначено, що зміна поверхневої енергії визначається концентрацією поверхнево-активної речовини в розчині. В статті виконано аналіз видів поверхнево-активних речовин згідно властивостей. Виокремлено дію, переваги, недоліки, особливості застосування різних видів поверхнево-активних речовин. В статті визначено, що поверхнево-активні речовини поділяють на іоногенні, неіоногенні і амфотерні. Іоногенні в свою чергу діляться на аніонні і катіонні. В статті виконано аналіз використання поверхнево-активних речовин в різних галузях промисловості і зокрема нафтовидобутку. На основі чого обґрунтовано необхідність дослідження поверхневих властивостей розчинів поверхнево-активних речовин при їх взаємодії з речовинами, задіяними в конкретних технологічних процесах. Вказано, що такі дослідження проводять експериментальним шляхом за допомогою спеціальних приладів – тензіометрів. На основі цих досліджень підбирають компоненти розчинів поверхнево-активних речовин, оптимальний кількісний склад кожного з компонентів у ньому.

**Ключові слова:** поверхнева енергія, поверхневий натяг, міжфазний натяг, адсорбція, рідина, змочування, розчин

**Вступ.**

Поверхнево-активні речовини (ПАР) – це речовини, які знижують поверхневу енергію розділу фаз рідина-газ, рідина-рідина або рідина-тверде тіло. Замість терміну "поверхнева енергія" частіше вживають терміни "поверхневий" або "міжфазний натяг". Молекули ПАР під дією молекулярних сил адсорбовуються (накопичуються) біля поверхні розділу фаз і знижують поверхневу енергію. При цьому вони утворюють шар підвищеної концентрації

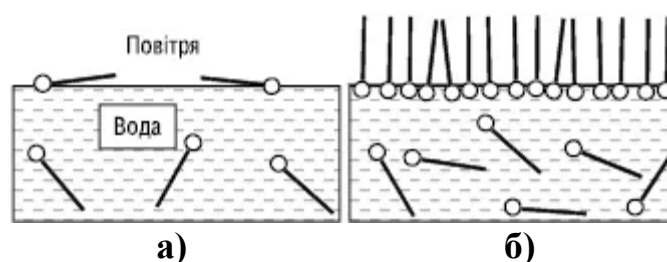


цих молекул - адсорбційний шар [1]. Зниження поверхневої енергії має позитивні властивості, наприклад, при застосуванні ПАР з не розчинними одна в одній рідинами, полегшується їх змішування.

ПАР притаманні миючі, змочувальні, емульгуючі, диспергуючі та інші властивості. ПАР широко використовують для виробництва миючих, фармацевтичних, косметичних засобів, тощо. ПАР використовують для виготовлення різноманітних матеріалів і речовин: полімерів, каучуку, текстилю, паперу, інгібіторів корозії, цементу. Окремо можна виділити застосування ПАР у видобутку, транспортуванні і переробці нафти і нафтопродуктів [1 - 3].

### Основний текст

ПАР є дифільними сполуками – молекули яких містять гідрофільну та гідрофобну частини. Наявність гідрофобної частини в молекулі ПАР зумовлює поверхневу активність ПАР - тобто здатність адсорбуватися на межі розділу фаз. При досить високих концентраціях ПАР повністю заповнює поверхню рідкої фази. При цьому виникає так званий частокіл Ленгмюра — ущільнення гідрофобних частин молекул ПАР на межі розділу фаз, а гідрофільні частини молекул ПАР занурені у воду (рисунок 1) [4].



**Рисунок 1 - Будова мономолекулярного шару ПАР на межі розділу фаз**

**а - при адсорбції розбавленого розчину ПАР;**

**б - при повному заповненні моношару**

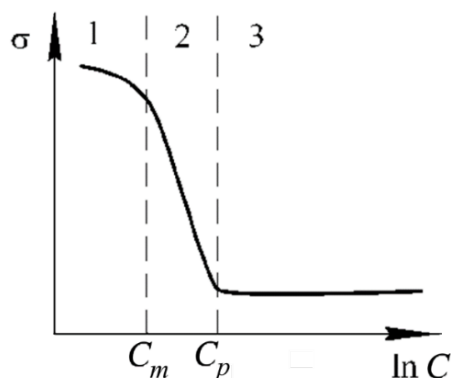
Джерело: [4]

ПАР можуть адсорбуватись і на поверхнях твердих тіл. Адсорбція на поверхнях твердих тіл проходить під дією вандерваальсових сил (фізична адсорбція) або при хімічній взаємодії з молекулами твердого тіла (хімічна адсорбція). Адсорбція може бути мономолекулярною — одношаровою і полімолекулярною — багатошаровою.

Одним із основних характеристик дії ПАР в розчині є зміна поверхневої енергії. Зміна поверхневої енергії визначається концентрацією ПАР в розчині. Зміну поверхневої енергії  $\sigma$  на межі двох рідких фаз в розчині  $C$  можна подати ізотермою в координатах  $\sigma - \ln C$  (рисунок 2). Типовий графік такої залежності має 3 ділянки. На ділянці 1 відбувається адсорбція ПАР на межі розділу фаз. Після досягнення граничної адсорбції ПАР на межі розділу фаз  $C_m$ , залежність  $\sigma - \ln C$  стає лінійною (ділянка 2). Поверхнева енергія може зменшуватись майже до нуля, якщо ПАР змішується у всіх співвідношеннях з обома фазами, або зменшується до певного значення, якщо ПАР обмежено розчиняється в рідкій фазі (ділянка 3). Рівноважне значення поверхневої енергії на 3-й ділянці визначається припиненням розчинення ПАР в рідких фазах. На вигляд ділянки 3



ізотерми поверхневої енергії має властивість ПАР утворювати міцели. При досягненні критичної концентрації міцелоутворення  $C_p$  поверхнева енергія залишається постійною (ділянка 3 рисунок 2), тому що концентрація ПАР в розчині і адсорбція не змінюються.



**Рисунок 2 - Залежність міжфазного натягу від концентрації ПАР**

*Авторська розробка*

Розглянемо різновиди ПАР (рисунок 3). По своєму складу і хімічних властивостях ПАР діляться на неіоногенні та іоногенні. Іоногенні ПАР діляться на аніонні та катіонні. Ці назви пов'язані з властивістю ПАР дисоціювати на іони у розчинах.

Аніонні ПАР найчастіше використовують в синтетичних миючих засобах. Аніонні ПАР у водних розчинах дисоціюють з утворенням аніонів, які зумовлюють поверхневу активність. Прикладами аніонних ПАР є сульфати і сульфоефіри жирних кислот. Перевагами аніонних ПАР є невисока вартість, хороший миючий ефект. До недоліків можна віднести агресивність по відношенню до організмів, чутливість до жорсткості води.

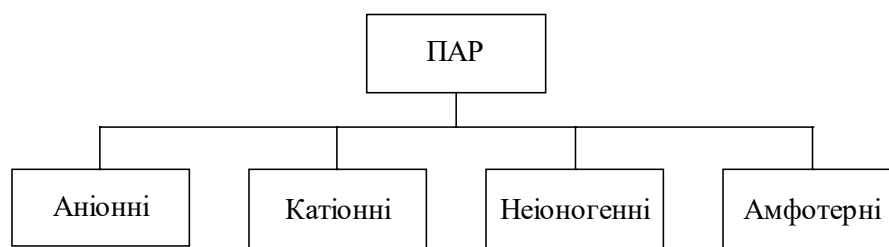
У катіонних ПАР гідрофільна частина молекули містить позитивно заряджені азотовмісні сполуки – жирні аміни, амонієві сполуки, тощо. Негативно зарядженою частиною є або іон хлору, або метилсульфат. Катіонні ПАР додають в невеликих кількостях в миючі речовини для отримання пом'якшуючої, антистатичної та дезінфікуючої дії. Ці ПАР використовують в синтетичних засобах для "делікатного" прання. Також використовують в шампунях і гелях для душу. Їхніми перевагами є бактерицидні властивості, кондиціонуючий ефект, а недоліком є низькі функціональні властивості.

Неіоногенні ПАР не утворюють іонів у водних розчинах. Неіоногенні ПАР розчиняються у воді завдяки присутності в їх молекулах відповідних хімічних груп, наприклад, полігліколевих ефірів жирних спиртів і кислот, ацильованих або алкільованих полігліколевих ефірів алкіламідів, тощо [1]. Неіоногенні ПАР в меншій мірі чутливі до жорсткої води, демонструють хороший миючий ефект при низьких концентраціях, стабілізують піну, що можна віднести до переваг їх використання. Недоліком є висока вартість [1, 5].

Амфотерні (амфолітні) ПАР мають властивість іонізуватись у водних розчинах і залежно від рН розчину проявляти різні властивості. В кислому розчині ці ПАР поведуть себе як катіонні, а в лужному – як аніонні. Такими ПАР



є: карбоксібетаїни, сульфобетаїни, фосфобетаїни, амінокарбонові кислоти, солі амінокарбонових кислот. Переваги цих ПАР: добра стабілізація піни, найбезпечніші у використанні. До недоліків можна віднести: високу вартість і стійкість у жорсткій воді [5].



### Рисунок 3 - Класифікація поверхнево-активних речовин і їх особливості

Авторська розробка

ПАР ділять на різні групи згідно їхньої дії на поверхневі властивості розділу фаз (одна із фаз є рідкою).

Розглянемо першу групу ПАР. Сюди відносять розчинні у рідинах низькомолекулярні ПАР, які не створюють колоїдні частинки в поверхневому шарі і діють на межі рідина — газ. Такі ПАР, знижуючи поверхневу енергію рідин до  $30 \cdot 10^{-3}$  Н/м і менше, полегшують їх розтікання по слабозмочуваних гідрофобних твердих поверхнях у тонку плівку. Іншою особливістю цих ПАР є слабе піноутворення. Їх часто застосовують у процесах, в яких виникнення стійкої піни утруднює або порушує проходження цих процесів. Піна, яка утворюється, повинна швидко руйнуватись. Такі ПАР виконують функцію піногашення, а самі ПАР називають пінопогашувачами. Найбільш відомий процес з використанням ПАР-пінопогашувачів є флотація.

ПАР наступної групи діють на межі двох рідин, що не змішуються і не утворюють колоїдних структур. Ці ПАР полегшують процес утворення нової поверхні, адсорбуючись на межах розділу фаз і знижуючи поверхневу енергію рідини або твердого тіла. Це явище застосовують в процесах диспергування, а самі ПАР називають диспергаторами. Диспергування тісно пов'язане з процесами емульгування, тому друга назва таких ПАР – емульгатори. Крім адсорбування на поверхні частинок дисперсійного середовища диспергатори стабілізують суспензію або емульсію. ПАР-диспергатори застосовують при диспергуванні твердих тіл, емульгуванні нерозчинних рідин, для полегшення розпилювання рідин, тощо. Для водних середовищ диспергаторами є гідрофілізуючі ПАР, наприклад, полімерні ПАР).

ПАР третьої групи використовують для запобігання злипанню частинок в дисперсному середовищі. Ці ПАР мають властивість створювати гелеподібну структуру як адсорбційному шарі, так і в розчині, що запобігає злипанню диспергованих частинок. Так як застосування таких ПАР дає стабілізуючий ефект дисперсної фази, тому їх називають стабілізаторами. Дія стабілізаторів полягає в тому, що вони утворюють оболонки навколо диспергованих частинок, що діють як структурно-механічний бар'єр для їх зближення. Зовнішня поверхня оболонок є гідрофільною, і об'єднання диспергованих частинок не відбувається



при зіткненні їхніх поверхонь. Прикладами ПАР-стабілізаторів є глікозиди (сапонін), полісахариди, високомолекулярні речовини типу білків.

До четвертої групи відносять ПАР, які діють як миючі речовини – детергенти. Ці ПАР займають перше місце у повсякденному застосуванні. Призначення детергентів — видалення забруднень з твердих поверхонь. Ці ПАР, зменшуючи поверхневу енергію між забруднюючою речовиною і миючим розчином, полегшують переведення забруднюючої речовини у стан стабілізованої емульсії або суспензії. Детергенти повинні володіти усіма властивостями ПАР, які розглядали вище: значно знижувати поверхневу енергію, проявляти змочувальну дію, бути диспергаторами і стабілізаторами емульсій і суспензій [2].

Розглянемо застосування ПАР. ПАР в основному використовують як миючі засоби, антистатиками, вирівнювачі, диспергатори, емульгатори, змочувачі. Часто одна ПАР має кілька цінних властивостей і може використовуватися різними способами залежно від застосування.

Миючі засоби являють собою розведені розчини ПАР-детергентів (близько 2-5%) для видалення забруднень. Ефективний миючий засіб повинен мати добрі змочувальні властивості, здатність видаляти, розчиняти або диспергувати забруднення і запобігати їх повторному осіданню на очищеній поверхні. Детергенти в миючих засобах фізично взаємодіють з мастилами (жирами) і водою, стабілізуючи поверхню між краплями мастил та води переводячи їх в стан суспензії. В текстильному виробництві ПАР, знижуючи поверхневу енергію, покращують змочування, що знижує гідрофобні властивості матеріалу (необроблені волокна не вбирають воду) і полегшує проникнення води або хімічних речовин між волокнами [6].

Для утворення емульсій використовують емульгатори - міцелоутворюючі ПАР, розчинні в рідинах високомолекулярні речовини. Емульсії містять дисперсну і безперервну фазу. Багато різних ПАР - емульгаторів використовують у фармації для приготування емульсій, таких як креми та лосьйони [7, 8].

У процесі емульгування може брати участь ряд різних хімічних і фізичних процесів і механізмів:

- згідно теорії поверхневого натягу, емульгування відбувається шляхом зменшення міжфазного натягу між двома фазами.
- згідно теорії відштовхування, емульгатор створює плівку над однією фазою, яка утворює глобули, які відштовхуються одна від одної. Ці сили відштовхування змушують їх залишатися підвішеними в дисперсійному середовищі.
- зміною в'язкості – емульгенти, які є гідроколоїдами (також поліетиленгліколь, гліцерин, та інші полімери, такі як карбоксиметилцелюлоза) підвищують в'язкість середовища, що допомагає створювати та підтримувати суспензію глобул дисперсної фази.

Звичайні емульсії нестійкі і не схильні до утворення. Створюють емульсію, витрачаючи зовнішню енергію – струшування, перемішування, гомогенізацію або впливом ультразвуку. З часом емульсії розділяються на фази, що входять до складу емульсії. Стабільність емульсії означає здатність емульсії протистояти



зворотному розділенню на фази з часом. У харчовій промисловості питанням стабільності емульсій приділяють особливу увагу. Відповідна ПАР може збільшувати стабільність емульсії так, що розмір крапель не змінюється суттєво з часом. З правильно підбраною ПАР процес дестабілізації емульсії може бути досить тривалим – до кількох місяців, а то й років [9 - 12].

Емульгатори застосовують для гасіння пожеж при невеликих тонкошарових розливах легкозаймистих рідин. Такі агенти інкапсулюють паливо в паливно-водну емульсію, тим самим затримуючи легкозаймисті пари у водній фазі. Емульсії використовують для виробництва полімерних дисперсій – виробництво полімеру в емульсійній «фазі» має низку технологічних переваг, включаючи запобігання коагуляції продукту. Продукти, отримані шляхом такої полімеризації, можуть використовуватися як продукти, що містять основні компоненти для клеїв і фарб.

В текстильній промисловості значну увагу приділяють застосуванню ПАР в якості антистатиків. В текстилі застосовують полімерні матеріали, що мають здатність накопичувати електричні заряди в процесі їх виробництва, переробки та використання, що ставить завдання попередження появи статичної електрики. Антистатики - це речовини, за допомогою яких можна знизити електростатичні заряди, які утворюються при виробництві і експлуатації волокон. Дія антистатиків полягає у збільшенні електропровідності поверхні волокон, створенні прошарку з високою діелектричною постійною між волокном і поверхнею тертя, зниженні потенціалу контакту. Антиелектростатичний ефект мають ПАР, які мають гідрофільні групи і гідрофобні вуглеводневі ланцюги [13]. Ще одним застосуванням ПАР у виробництві текстилю є пінопогашування. При виробництві текстильних виробів, зокрема, в процесах мокрого фарбування утворюється велика кількість піни, що знижує якість виробів, ускладнює роботу. Для вирішення цієї проблеми використовують ПАР-малопіноутворювачі, які перешкоджають утворенню піни. Прикладом є використання конденсованої суміші неіонних ПАР EXOdet W або катіонних і неіоногенних ПАР Roksol AZP як ефективних малопіноутворювачів [14].

Для збільшення нафтовіддачі і темпів розроблень нафтових покладів використовують водорозчинні ПАР. Деякі з цих речовин, навіть при малій концентрації, знижують МН води на межі з нафтою і твердою поверхнею завдяки адсорбції молекул ПАР на межі розділу цих фаз. ПАР використовують в різних технологічних процесах нафтовидобування для покращення їх ефективності. В процесі буріння ПАР полегшують руйнування порід долотом. Додавання ПАР у воду, що закачують в пласт, збільшує нафтовіддачу, зменшує строк розроблення покладів і знижує витрату води. Неіоногенні ПАР мають перевагу застосування в нафтовидобутку через малу адсорбованість на пісчаниках і карбонатних породах в порівнянні з іоногенними. Піну в бурінні застосовують для промивання і глушіння свердловин, кріплення привибійної зони і т. д. [3].

Узагальнений підсумок застосування ПАР приведений в таблиці 1.



**Таблиця 1 - Застосування поверхнево-активних речовин**

Галузь	Мета використання ПАР
Косметика	Виробництво миючих засобів. Емульгування компонентів зубної пасти, тоніків та інших продуктів
Текстильна	Зняття статичної електрики на волокнах синтетичної тканини. Покращення просочування волокон рідинами, зокрема фарбами.
Шкіряна	Захист шкіряних виробів від легких пошкоджень і злипання у виробництві
Лакофарбова	Зниження поверхневої енергії для легшого проникнення фарб і лаків в мікротріщини на поверхні, яку потрібно захистити від корозії
Паперова	Для видалення фарби в переробці використаного паперу, диспергування деревної стружки
Металургія	Емульсії ПАР, які витримують високі температури, при яких згорає мастило, використовують для змащення прокатних станів
Сільське господарство	Для утворення емульсій, які підвищують ефективність засвоєння поживних речовин рослинами.
Харчова промисловість	Для емульгування компонентів продуктів
Нафтовидобуток	Для гідрофобізації привибійної зони пласта з метою збільшення нафтовіддачі, зниження твердості при бурінні.
Будівництво	ПАР - пластифікатори, додають до цементно-піщаних сумішей і бетонів для зменшення їх водопотреби при збереженні текучості
Медицина	Для застосування ПАР як антисептиків.
Теплоенергетика	Видалення відкладень в трубопроводах і обладнанні, запобігання утворення нових відкладень, захист від корозійних процесів, зменшення гідравлічного опору
Гірництво	Змочувачі, піноутворювачі, емульгатори, флотаційні реагенти, пептизатори в різних технологічних процесах
Металообробка	Для очищення металів після механічної обробки, нанесення лакофарбового покриття, очищення поверхні після розконсервації

*Авторська розробка*

**Висновки.** Актуальним завданням є дослідження видів ПАР, які застосовують у різних технологічних процесах для підвищення їх енергоефективності. Залежно від задіяних в технологічному процесі речовин і рідин потрібно робити вибір відповідної ПАР експериментальним шляхом, проводячи дослідження зміни поверхневої енергії спеціальними приладами – тензіометрами. На основі цих досліджень підбирають компоненти, оптимальний кількісний склад компонентів у розчинах ПАР. Тензіометри дозволяють



проводити такий контроль з достатньою ефективністю і є важливими приладами для виконання поставлених задач.

### Література:

1. Поверхнево активні речовини. В чому переваги їх використання? URL: <https://diol.ub.ua/analitic/5490-poverhnevo-aktivni-rechovini-v-chomu-perevagi-yih-vikoristannya.html> (Дата звернення: 27.02.2024).
2. Поверхнево-активні речовини. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Поверхнево-активні\\_речовини](https://uk.wikipedia.org/wiki/Поверхнево-активні_речовини) (Дата звернення: 27.02.2024).
3. Михайлюк В., Рудий М. Використання поверхнево-активних речовин в процесах нафтовидобутку на родовищах ВАТ"Укрнафта". ПП „Галицька друкарня ПЛЮС”. 399 с
4. Поверхнево-активні речовини URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/859/poverhnevo-aktivni-rechovini> (Дата звернення: 27.02.2024).
5. Поверхнево-активні речовини (ПАР) та етикетка – на що звертати увагу. URL: <https://consumerhm.gov.ua/2957-poverkhnevo-aktivni-rechovini-par-ta-etiketka-na-shcho-zvertati-uvagu> (Дата звернення: 27.02.2024).
6. Значення поверхнево-активних речовин у текстильній промисловості. URL: <https://www.products.pcc.eu/uk/blog/значення-поверхнево-активних-речовин/> (Дата звернення: 27.02.2024).
7. Cassidy, L. (n.d.). Emulsions: Making oil and water mix. – AOCS. URL: <https://www.aocs.org/stay-informed/inform-magazine/featured-articles/emulsions-making-oil-and-water-mix-april-2014> (Дата звернення: 27.02.2024).
8. Loi, Chia Chun; Eyres, Graham T.; Birch, E. John, "Protein-Stabilised Emulsions". Encyclopedia of Food Chemistry, Elsevier. 2019. P. 404-409.
9. McClements, David Julian. Critical Review of Techniques and Methodologies for Characterization of Emulsion Stability. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 47 (7): P. 611–649.
10. Kentish, S.; Wooster, T.J.; Ashokkumar, M.; Balachandran, S.; Mawson, R.; Simons, L. The use of ultrasonics for nanoemulsion preparation. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 9 (2): 170–175.
11. McClements, David Julian. Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques, Second Edition. Taylor & Francis. CRC Press. 2004. 632 p.
12. Dickinson, Eric. "Emulsion Stability". In Nishinari, Katsuyoshi; Doi, Etsushiro (eds.). Food Hydrocolloids. Springer US. P. 387–398.
13. Ганзюк А. Я., Яфинович Ю. О. Дослідження ефективності використання пар у якості антистатичних агентів. Вісник Хмельницького національного університету. 2010. №4. С 228-231 URL: <https://elar.khmnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/23b90294-ccd4-474f-add3-0eb73d0dcb6a/content>
14. Значення поверхнево-активних речовин у текстильній промисловості. URL: <https://www.products.pcc.eu/uk/blog/значення-поверхнево-активних-речовин/> (Дата звернення: 27.02.2024).





## References:

1. Surfactants. What are the advantages of using them? URL: <https://diol.uv.ua/analitic/5490-poverhnevo-aktivni-rechovini-v-chomu-perevagi-yih-vikoristannya.html> (Accessed on: 27.02.2024).
2. Surfactants. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Поверхнево-активні\\_речовини](https://uk.wikipedia.org/wiki/Поверхнево-активні_речовини) (Accessed on: 27.02.2024).
3. Mykhailiuk V., Rudy M. The use of surface-active substances in the processes of oil production at the fields of JSC "Ukrnafta". PE „, Halytska drukarnia Plus”. 399 c
4. Surfactants. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/859/poverxnevo-aktivni-rechovini> (Accessed on: 27.02.2024).
5. Surface-active substances (surfactants) and the label - what to pay attention to. URL: <https://consumerhm.gov.ua/2957-poverkhnevo-aktivni-rechovini-par-ta-etiketka-na-shcho-zvertati-uvagu> (Accessed on: 27.02.2024).
6. Importance of surfactants in the textile industry. URL: <https://www.products.pcc.eu/uk/blog/значення-поверхнево-активних-речови/> (Accessed on: 27.02.2024).
7. Cassidy, L. (n.d.). Emulsions: Making oil and water mix. – AOCS. URL: <https://www.aocs.org/stay-informed/inform-magazine/featured-articles/emulsions-making-oil-and-water-mix-april-2014> (Accessed on: 27.02.2024).
8. Loi, Chia Chun; Eyres, Graham T.; Birch, E. John, "Protein-Stabilised Emulsions". Encyclopedia of Food Chemistry, Elsevier. 2019. P. 404-409.
9. McClements, David Julian. Critical Review of Techniques and Methodologies for Characterization of Emulsion Stability. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 47 (7): P. 611–649.
10. Kentish, S.; Wooster, T.J.; Ashokkumar, M.; Balachandran, S.; Mawson, R.; Simons, L. The use of ultrasonics for nanoemulsion preparation. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 9 (2): 170–175.
11. McClements, David Julian. Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques, Second Edition. Taylor & Francis. CRC Press. 2004. 632 p.
12. Dickinson, Eric. "Emulsion Stability". In Nishinari, Katsuyoshi; Doi, Etsushiro (eds.). Food Hydrocolloids. Springer US. P. 387–398.
13. Ganzyuk A.Ya., Yafynovych Yu.O. Study of the efficiency of using surfactants as an antistatic agent. Bulletin of the Khmelnytskyi National University. 2010. №4. P 228-231 URL: <https://elar.khmnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/23b90294-ccd4-474f-add3-0eb73d0dcb6a/content> (Accessed on: 27.02.2024).
14. Importance of surfactants in the textile industry. URL: <https://www.products.pcc.eu/uk/blog/значення-поверхнево-активних-речови/> (Accessed on: 27.02.2024).

**Abstract.** *The article states that surfactants reduce the surface energy at the interface of phases, which has positive properties when they are used as part of detergents, cosmetic and pharmaceutical preparations, and technological fluids. The surface activity of surfactants is due to the presence of hydrophilic and hydrophobic parts in their molecules, which contributes to the adsorption of the surfactants with the formation of a monolayer of molecules. It was determined that the change in surface energy is determined by the concentration of the surfactants in the solution. The article analyzes the types of surfactants according to their properties. The effect, advantages, disadvantages, features of the use of various types of surfactants are highlighted. The article defines those surfactants are divided into ionic, non-ionic and amphoteric. Ionogenic, in turn, are divided into anionic and cationic. Low-molecular surfactants, soluble in liquid phases, which do not create colloidal particles, are used in flotation processes and for defoaming where the formation of persistent foam complicates or disrupts the technological process. Surfactants that show surface activity at the interface of two liquids that do not mix and do not form colloidal structures are used in dispersion processes for atomization of liquids, emulsification, dispersion of solids. Surfactants that form a gel-like structure*



*in the adsorption layer and in the solution are used to stabilize the dispersed phase. Surfactants used in detergents should reduce surface energy, have a wetting effect, and be simultaneously dispersants and stabilizers of emulsions and suspensions. The article analyzes the use of surfactants in various industries and, in particular, oil production. On the basis of this, the need to study the surface properties of surfactant solutions during their interaction with substances involved in specific technological processes is substantiated. It is indicated that such studies are carried out experimentally with the help of special devices - tensiometers. On the basis of these studies, the components of surfactant solutions, the optimal quantitative composition of each component in it, are selected.*

**Key words:** *surface energy, surface tension, interfacial tension, adsorption, liquid, wetting, solution*

Стаття відправлена: 12.06.2024 р.

© Біліщук В. Б.