

АРТАМОНОВ В. М., КУЗИК І. М., КАМУЗ А.М. (Донецький національний технічний університет)

## ЕКОЛОГІЧНА НЕОБХІДНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ВМІСТУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ДОВКІЛЛІ

*Проаналізовано властивості та області застосування поверхнево-активних речовин. Обґрунтовано необхідність визначення їх вмісту у водах. Проаналізовано стандартні методики визначення концентрацій поверхнево-активних речовин. Розроблено власну методику, яку запропоновано для застосування.*

*Проанализированы свойства и области использования поверхностно-активных веществ. Обоснована необходимость определения их содержания в водах. Рассмотрены стандартные методики определения концентраций поверхностно-активных веществ. Разработана собственная методика, которая предложена для применения.*

*Properties and areas of use of surface-active substances are analysed. Necessity of definition of their maintenance for waters is proved. Standard techniques of definition of concentration of surface-active substances are considered. Own technique which is offered for application is developed.*

Поверхнево-активні речовини (ПАР) у наш час є широко використовуваними сполуками. Їхнє часте застосування зумовлене низкою властивостей. Із допомогою ПАР можна впливати на енергетичний стан і структуру міжфазової поверхні та через неї регулювати властивості гетерогенних систем, використовуючи вказані сполуки в якості флотореагентів, диспергаторів, емульгаторів і т. п. [1].

Синтезовано велику кількість поверхнево-активних речовин. Виділяють п'ять класів ПАР (рис. 1) [1]. ПАР мають асиметричну молекулярну структуру [1]. Будова їх молекул дифільна, тобто молекули містять ліофільні та ліофобні атомні групи. Перші забезпечують розчинність ПАР у воді, ліофобні радикали за достатньо високої молекулярної маси сприяють розчиненню ПАР у неполярних середовищах. В адсорбційному шарі на межі фаз дифільні молекули орієнтуються наступним чином: гідрофільні групи – у бік полярної (водяної) фази, гідрофобні – у бік неполярної (газової).

Дифільна структура обумовлює поверхневу активність ПАР, тобто їх здатність концентруватися на поверхні розділу фаз, викликаючи цим зниження поверхневого натягу та зміну властивостей ПАР [1–2].

На межі фаз «тверде тіло – рідина – газ» здійснюється змочуваність твердого тіла. Цей процес характеризується крайовим кутом змочування  $\sigma$ , який розраховується, виходячи з формули (1).

$$\cos \sigma = (\sigma_{\text{тг}} - \sigma_{\text{тр}}) / \sigma_{\text{рг}}, \quad (1)$$

де  $\sigma$  – крайовий кут змочування, град;

$\sigma_{\text{тг}}$  – поверхневий натяг на межі «тверде тіло – газ», дин/см;

$\sigma_{\text{тр}}$  – поверхневий натяг на межі «тверде тіло – рідина», дин/см;

$\sigma_{\text{рг}}$  – поверхневий натяг на межі «рідина – газ», дин/см [2–3].

Із формули (1) випливає: зростання поверхневої енергії твердого тіла на межі з газом і зниження на межі з рідиною приводить до кращого змочування твердого тіла [3].

Пояснюється це тим, що всі тіла за змочуваністю поділяються на гідрофільні (добре змочувані) з кутом змочуваності  $< 90^\circ$  і гідрофобні з кутом  $> 90^\circ$ . Повна змочуваність досягається за  $\sigma = 0^\circ$  ( $\cos 0^\circ = 1$ ), повна незмочуваність – за  $\sigma = 180^\circ$  ( $\cos 180^\circ = -1$ ) [2].

Найчастіше поверхнево-активні речовини застосовуються у видобувних галузях: нафтовій та вугільній промисловостях. При видобуванні кам'яного вугілля поверхнево-активні речовини застосовуються для зволоження вугільних пластів, зміни міцності гірничого масиву з метою підвищення ефективності процесів механічного руйнування порід, зниження зношення бурового інструменту [1, 4–7].

Із іншого боку бездумне застосування ПАР, особливо у високих концентраціях, може призвести до забруднення цими сполуками навколишнього природного середовища, бо поверхнево-активні речовини здатні до накопичення та володіють властивостями токсичності й низької спроможності біологічного розкладення [1].

Виробництво ПАР супроводжується високими витратами матеріалів. Прикладом може слугувати схема синтезу етоксилатів (рис. 2) [8]. На вказаній схемі наведено матеріали та їх маси (кг), що необхідні для виробництва 1000 кг етоксилатів.

Проблемі забруднення довкілля поверхнево-активними речовинами не надають належної уваги ні влада, ні керівництво промислових підприємств, ні вчені, ні суспільство [9–11].

Тож, є доцільним вивчення питання визначення наявності і вмісту поверхнево-активних речовин у водах будь-якого призначення.

Метою даного дослідження є обґрунтування проведення експрес-аналізу вмісту поверхнево-активних речовин у довкіллі.

Задачі роботи:

1. Виявити існуючі методики щодо визначення наявності ПАР у навколишньому природному середовищі.
  2. Проаналізувати переваги та недоліки знайдених методик.
  3. Запропонувати власну екологічно обгрунтовану методику визначення наявності ПАР у довкіллі.
  4. Довести на прикладі практичного застосування ефективність запропонованого експрес-аналізу.
- Сьогодні існує багато методик аналізу ПАР, для чого застосовуються хімічні, фотоколориметричні, спектроскопічні методи (табл. 1) [1].

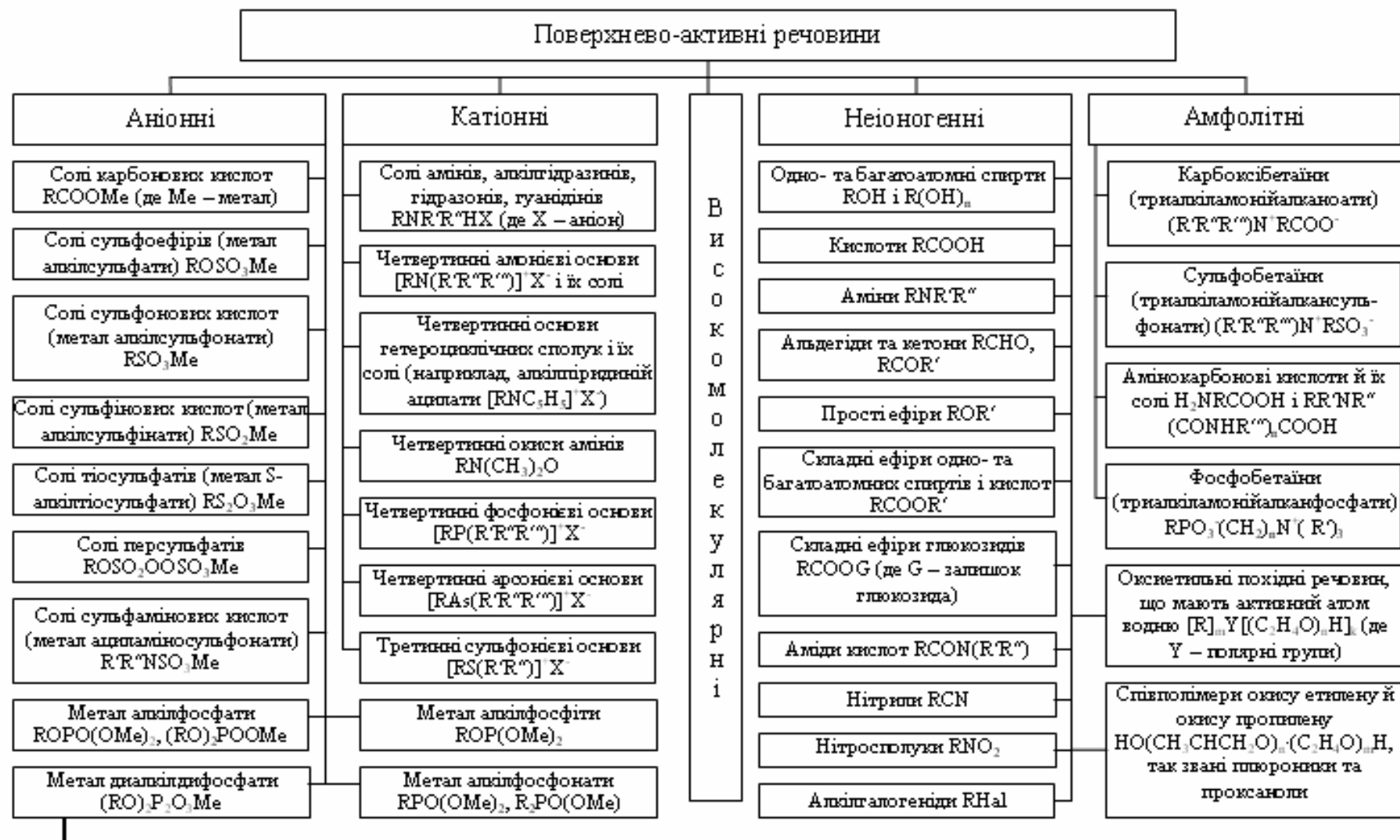


Рисунок 1 – Класифікація поверхнево-активних речовин за характером дисоціації

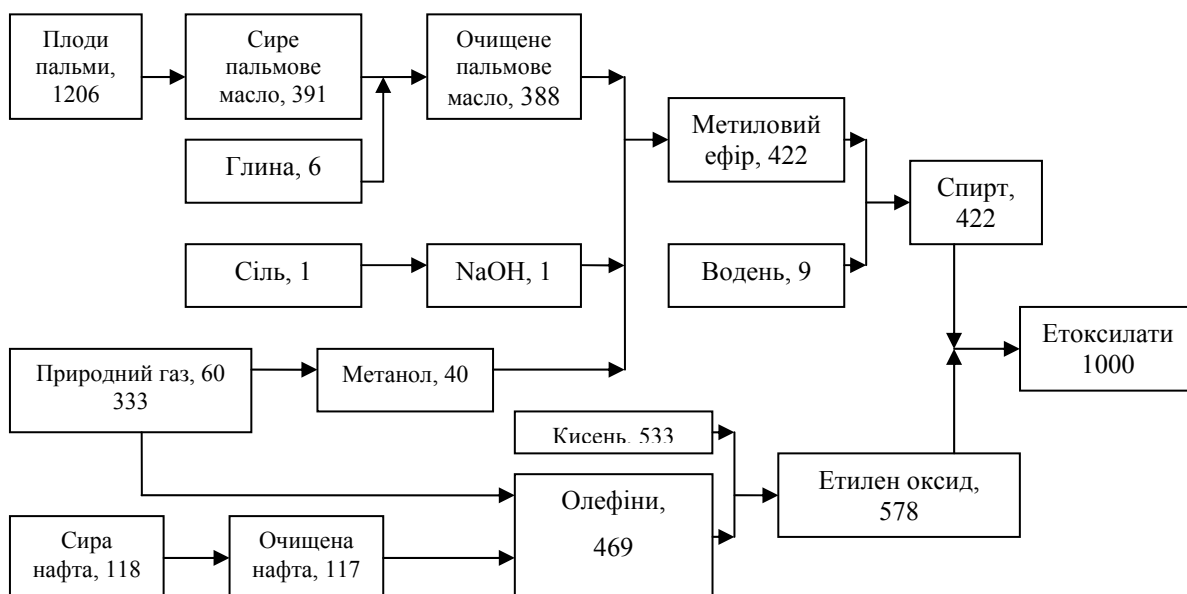


Рисунок 2 – Потік матеріалів для виробництва поверхнево-активної миючої речовини з пальмового масла, кг

До хімічних методів належать: пряме титрування в етиленгліколі розчинами соляної чи хлорної кислоти з визначенням точки еквівалентності потенціометричним шляхом або за допомогою індикаторів (метилового червоного, бромфенолового синього, тимолового синього); титрування четвертинною амонієвою основою з метиленовим синім у хлороформі; потенціометричне чи кондуктометричне титрування з катіонним ПАР; зворотне титрування надлишку хлорної кислоти розчином гідроокису тетраетиламонію; титрування натрієвих солей жирних кислот в оцетній кислоті 0,1 н.  $\text{HClO}_4$ ; двофазне титрування у системі «хлороформ – водний розчин пропанолу» у присутності індикатора бромкрезолового зеленого; екстракція кислот діетиловим ефіром із подальшою відгонкою розчинника та зважуванням залишку.

Таблиця 1 – Методи аналізу поверхнево-активних речовин

№ з/п	Метод аналізу	Вид аналізу
1	Хімічний	Пряме титрування в етиленгліколі розчинами соляної чи хлорної кислоти
		Титрування четвертинною амонієвою основою з метиленовим синім у хлороформі
		Потенціометричне чи кондуктометричне титрування з катіонним ПАР
		Зворотне титрування надлишку хлорної кислоти розчином гідроокису тетраетиламонію
		Титрування натрієвих солей жирних кислот в оцетній кислоті 0,1 н. $\text{HClO}_4$
		Двофазне титрування у системі «хлороформ – водний розчин пропанолу» у присутності індикатора бромкрезолового зеленого
		Екстракція кислот діетиловим ефіром із подальшою відгонкою розчинника
2	Фотоколориметричний	Утворення забарвленої мідної солі жирної кислоти, розчиненої у хлороформі в присутності триетаноламіну
3	Спектроскопічний	Виявлення максимумів поглинання у відповідному спектрі

Фотоколориметричні методи засновані на утворенні забарвленої мідної солі жирної кислоти, розчиненої у хлороформі в присутності триетаноламіну.

Спектроскопічні методи пов'язані з тим, що мила насичених жирних кислот майже не знаходять максимумів поглинання в ультрафіолетовому спектрі, а ненасичених – мають цей максимум в області 220–230 нм.

Аналіз вищенаведених способів визначення вмісту ПАР у воді показує, що в основі них лежить техніка виконання, яка потребує певних зусиль для досягнення точності аналізів. Крім того, великий набір реактивів та одиниць апаратури не вигідний з точки зору матеріального забезпечення. До «мінусів» традиційних методів варто віднести й можливість визначення концентрацій лише аніонних ПАР. Звіти хімлабораторій містять показники щодо синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), тоді як бажаним є результат щодо концентрацій у водах ПАР взагалі. Ще один недолік – довготривалість виконання аналізу.

Авторами запропоновано якісно нову методику визначення наявності та відносних процентних показників концентрацій ПАР у водних розчинах [12]. Даний спосіб можна віднести до розряду експрес-методів завдяки простій техніці виконання та можливості визначення вмісту ПАР у водах за невеликий проміжок часу на місці забору проб.

Методика визначення наявності ПАР у воді експрес-аналізом була розроблена та перевірена за допомогою лабораторних дослідів у лютому–грудні 2005 року магістрами Донецького національного технічного університету О. В. Рибалко та П. О. Пермітіним під керівництвом кандидата технічних наук, професора кафедри «Природоохоронна діяльність» В. М. Артамонова.

Цей спосіб заснований на явищі зменшення поверхневого натягу у системі «вода – тверда поверхня», описаному вище. Результатом проведених дослідів стали номограми, що дозволяють провести експрес-аналіз води на наявність у ній ПАР на місці відбору проби. Пізніше, у вересні–листопаді 2006 року, магістром А. М. Камузом за змінених умов було отримано номограми, за допомогою яких визначено концентрації ПАР у досліджуваних пробах води [12].

Для дослідження було забрано проби води зі ставка-накопичувача АТЗТ «Веско» (на місцях впуску очищених стічних вод і на іншій стороні водойми), природних водних об'єктів (ставків і річок, до яких, імовірно, потрапляють води з технологічного ставка підприємства), водогону АТЗТ «Веско», колодязя в одному з найближчих населених пунктів.

Результати проведеного дослідження показують, що вода з артезіанських свердловин, яка надходить водогonom до АТЗТ «Веско», найменш забруднена поверхнево-активними речовинами з-поміж усіх відібраних проб води. Доведено, що гірничодобувне підприємство забруднює природні водні об'єкти поверхнево-активними речовинами внаслідок малоефективної роботи одного з елементів очисних споруд. Доволі високі концентрації ПАР знайдено у ставках, що знаходяться в межах басейну р. Казенний Торець, та у воді колодязя, який знаходиться у безпосередній близькості від ріки.

Оцінка наявності поверхнево-активних речовин методом експрес-аналізу у воді, яка використовується АТЗТ «Веско» для пиття і технологічних потреб, у природній і питній воді, безперечно, є зручною, простою і дешевою. На відміну від громіздких хімічних методів, експрес-метод має перспективу застосування. Для досягнення подальших результатів необхідно проведення нових досліджень щодо удосконалення використання ПАР у промисловості та ін.

#### **Висновки:**

1. Поверхнево-активні речовини є небезпечними сполуками для довкілля.
2. Проблемі забруднення навколишнього природного середовища поверхнево-активними речовинами не надається належної уваги.
3. Існуючі методики щодо визначення наявності ПАР у навколишньому природному середовищі базуються на громіздких і матеріаловитратних хімічних методах.
4. Запропоновано власну екологічно обґрунтовану методику визначення наявності ПАР у довкіллі, яка дозволила довести негативний вплив гірничодобувного підприємства на довкілля, що полягає у забрудненні поверхнево-активними речовинами природних вод.
5. Визначення наявності ПАР у воді дозволяє своєчасно використати запобіжні засоби зі знищення шкідливого їх впливу на навколишнє природне середовище.

#### **Бібліографічний список:**

1. Поверхностно-активные вещества: Справочник / Под ред. А. А. Абрамзона и Г. М. Гаевого. – Л.: Химия, 1979. – 376 с.
2. Михайлов А. М. Охрана окружающей среды на карьерах : Учеб. пособие / А. М. Михайлов. – К.: Вища шк., 1990. – 264 с.

3. Справочник по борьбе с пылью в горнодобывающей промышленности / Под ред. Кузьмича А. С. – М., 1982.
4. Артамонов В. Н. Использование водных растворов поверхностно-активных веществ для увлажнения угольных пластов / В. Н. Артамонов // Известия Донецкого горного института. – Донецк: ДонГТУ. – 2000. – № 1. – С. 35–37.
5. Норов Ю. Д. Изучение влияния водных растворов ПАВ на изменение прочности горного массива / Ю. Д. Норов, У. М. Мардонов, О. Э. Тошев // Горный журнал. – 2005. – № 3. – С. 15–16.
6. Артамонов В. Н. Принципы поэтапного гидровоздействия на угольный пласт и эффективность его применения в шахтах / В. Н. Артамонов // Известия Донецкого горного института. – 1997. – № 2. – С. 73–79.
7. Поверхностно-активные вещества в народном хозяйстве / В. Г. Правдин, И. Т. Полковниченко, Б. Е. Чистяков, А. И. Дерновая. – М.: Химия, 1989. – (Курсом ускорения научно-технического прогресса). – 48 с.
8. Гридел Т. Е. Промышленная экология: Учеб. пособие для вузов / Т. Е. Гридел, Б. Р. Алленби; пер. с англ. под ред. проф. Э. В. Гирусова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 527 с.
9. Про порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується : Постанова Кабінету Міністрів України. – № 1100. – 11 вересня 1996 р. – К.: КМУ, 1996.
10. Проект нормативов предельно допустимого сброса (ПДС) в пруд на балке (левый приток р. Грузская, бассейн р. Казенный Торец). – Ясиноватая, 2000.
11. Руднев Е. Реки болеют / Е. Руднев // 2000. – 2006. – С. В 4.
12. Камуз А. М. Розробка та обґрунтування заходів щодо оцінки наявності поверхнево-активних речовин у воді, яка використовується АТЗТ «Веско»: Кваліфікаційна робота магістра: 8.070801 / А. М. Камуз; ДонНТУ. – Донецьк, 2006. – 207 с.