

УДК 556.114:543.395

В. М. АРТАМОНОВ (канд. техн. наук, проф.), **А. М. КАМУЗ** (аспірант)
Донецький національний технічний університет

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ІЗ МЕТОЮ ЇХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ

*Проаналізовано стандартні методики визначення концентрацій поверхнево-активних речовин у водах. Розроблено нову методику з повним обґрунтуванням її застосування. Відображено особливості планування експерименту та власне експерименту. Показано деякі результати, отримані за запропонованою методикою.
поверхнево-активні речовини, екологічно безпечне використання, методика, вода, проба, капіляр*

Постановка проблеми. Сьогодення диктує необхідність застосування поверхнево-активних речовин (ПАР) майже у всіх галузях промисловості, в енергетиці, у сільському господарстві, на транспорті [1]. Паршикова Т. В. [2] наводить дані щодо використання ПАР у 16 галузях промисловості і дає перелік технологічних процесів, де застосовують ПАР із подальшим скиданням відпрацьованих стоків у водні об'єкти. Часте застосування ПАР зумовлене низкою здатностей: зниження поверхневого натягу на межі розділу фаз, змочування, піноутворення, диспергування, емульгування, солюбілізації, критичної концентрації міцелоутворення та ін. [3].

Підхід до переліку ПАР, які використовуються, є стохастичним або зовсім відсутній. Кожне виробництво проводить вибір ПАР, виходячи лише з економічних принципів, не враховуючи властивостей вказаних речовин, у тому числі негативних: накопичення, токсичності та низької спроможності біологічного розкладення [1]. Актуальний науковий напрямок – розробка та обґрунтування параметрів технології безпечного використання ПАР у технологічних процесах – потребує проведення аналітичних, лабораторних і натурних досліджень.

Із цією метою на протязі останніх років на кафедрі «Природоохоронна діяльність» Донецького національного технічного університету (ДонНТУ) під керівництвом професора, кандидата технічних наук Артамонова В. М. аспірантом Камузом А. М. розроблювалася Методика проведення лабораторних досліджень зміни властивостей поверхнево-активних речовин із метою їх екологічно безпечного використання. Методика створена у рамках виконання наукових досліджень проблеми екологічно безпечного використання поверхнево-активних речовин у технологічних процесах.

Проведення досліджень за створеною Методикою в подальшому дозволить обґрунтувати використання поверхнево-активних речовин підприємствами із максимальним ефектом, контролювати стан навколишнього природного середовища (НПС) за рахунок розробки обладнання контролю та технологічних рішень щодо безпечного використання ПАР.

Метою лабораторних досліджень є вибір та обґрунтування використання безпечних технологій із застосуванням поверхнево-активних речовин за рахунок параметрів, які дозволяють мінімізувати вплив підприємств на навколишнє природне середовище.

Матеріали та обговорення. У дослідженнях містяться:

- аналіз властивостей ПАР та методи їх встановлення;
- контроль за станом навколишнього природного середовища при використанні ПАР;
- лабораторні експерименти по визначенню ефективних концентрацій ПАР.

Надалі за створеною методикою планується провести натурні дослідження на підприємствах, де використовуються ПАР та будуть впроваджені пропозиції розробок автора.

Ідея роботи містить положення щодо безпечного використання ПАР у технологічних процесах на основі встановлення ефективних параметрів та урахування мінімізації впливу підприємств на довкілля.

Об'єктом дослідження є поверхнево-активні речовини.

Предмет дослідження – використання поверхнево-активних речовин у екологічно безпечних технологіях мінімізації впливу підприємств на навколишнє природне середовище.

Проблемі забруднення довкілля поверхнево-активними речовинами не надається належної уваги ні владою, ні керівництвом промислових підприємств, ні вченими, ні суспільством [4–6].

Особливо слід підкреслити відсутність експрес-методів оцінки наявності ПАР у водних сумішах та розчинах. У дослідженнях використовуються дуже складні, дорогі, а, що важливо, – неточні методики. Нами проведено аналіз існуючих методик визначення ПАР у навколишньому середовищі. А саме розглянуто наступні методи: хімічні, фотоколориметричні, спектроскопічні [1].

Хімічні методи зазвичай характеризуються прямим чи зворотнім титруванням в певному середовищі певними хімічними розчинами з визначенням точки еквівалентності потенціометричним шляхом або за допомогою індикаторів (метилового червоного, бромфенолового синього, тимолового синього) або ж екстракцією кислот діетиловим ефіром із подальшою відгонкою розчинника та зважуванням залишку. Фотоколориметричні методи пов'язані з утворенням забарвленої мідної солі жирної кислоти, розчиненої у хлороформі в присутності триетаноламіну. Спектроскопічні методи ґрунтуються на тому, 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. Хімічні методики у своєму арсеналі мають великий набір реактивів та одиниць апаратури, що обумовлює складність і високозатратність їх використання. Серед недоліків застосовуваних методик – довготривалість виконання аналізу. До «мінусів» традиційних методів варто зарахувати й можливість визначення концентрацій лише аніонних або ж синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), тоді як бажаним є результат щодо концентрацій у водах ПАР взагалі.

Запропоновану Методику визначення наявності та відносних процентних показників концентрацій ПАР у водних розчинах можна віднести до розряду експрес-методів завдяки простій техніці виконання та можливості визначення вмісту ПАР у водах будь-якого походження за невеликий проміжок часу на місці забору проб.

Методика ґрунтується на здатності поверхнево-активних речовин знижувати поверхневий натяг на межі розділу фаз «тверде тіло – рідина – газ» [1].

Виконання експерименту полягає у плануванні, під час якого здійснюється підбір поверхнево-активних речовин, капілярів і базових вод, і у власне експерименті, що дозволяє визначити необхідні параметри для прийняття кінцевих рішень. Такими рішеннями є: побудова номограм, що дають змогу встановлювати концентрацію ПАР за даними одного з визначених параметрів; виготовлення пристрою, за показаннями якого можна швидко визначити концентрацію ПАР у забруднених водах.

Під час планування експерименту проводиться підготовка еталонних розчинів, за допомогою яких буде створено номограми визначення ПАР. Номограми є залежностями певних нехарактерних величин (наприклад, висота підйому стовпа рідини) від характерних (наприклад, діаметр капіляра, концентрація ПАР і т. п.). Еталонними є розчини, які містять якусь відому концентрацію найбільш характерної поверхнево-активної речовини у відповідній кількості води.

Із кожним із еталонних розчинів проводиться по десять дослідів (для кожного випадку дослідження однієї з характерних величин). Необхідна кількість дослідів для отримання достовірного результату визначається згідно формули (1) [7].

$$n_s \approx 1 + 0,5 * (z_\alpha / d)^2, \quad (1)$$

де n_s – мінімальний обсяг вибірки за заданої статистичної надійності γ , необхідний для оцінки стандартного відхилення;

z_α – нормована нормально розподілена випадкова величина;

d – точність, відн. од.

Згідно з формулою (1), для досягнення достовірного результату необхідно провести десятки дослідів. Деякі джерела [8] вказують на проведення зазвичай п'яти дослідів.

Тож, на основі даних із [7–8] приймаємо середню кількість дослідів для кожного з випадків, рівною десяти.

Перш за все, необхідно визначитися з тим, яку воду взяти у якості базової, тобто чистої з точки зору забруднення поверхнево-активними речовинами. Це може бути звичайна водопровідна вода, колодязна, тала, бутильована фільтрована, дистильована, морська.

Відбір проб води для лабораторних досліджень проводиться за встановленими стандартами. Водопровідна, колодязна та бутильована фільтрована вода забирається незалежно від часу доби у відповідному джерелі. Дистильована вода забирається одразу після перегонки у дистильаторі.

Під час відбору проб морської води та снігу для отримання талої води до уваги береться глибина та розміщення місця відбору. Так, морська вода відбирається на глибині до 0,5 м, недалеко від берега, у місці, що є характерним для прибережної зони. Сніг прийнято рішення відбирати одразу після випадіння у відносно екологічно чистому районі й у великому промисловому місті. Перехід снігу з твердого до рідкого стану відбувається за кімнатної температури.

Усі проби води забираються у чистий пластиковий посуд об'ємом 1,5 л, до якого обов'язково кріпиться супроводжувальна етикетка з даними щодо відбору проби (місце, дата, час відбору). Та ж сама інформація заноситься до Журналу ведення досліджень.

Кожна з відібраних проб зберігається за кімнатної температури певний проміжок часу до проведення з нею експерименту.

Підбір капілярів здійснюється, виходячи з теоретичних та практичних обґрунтувань. Теоретична частина полягає у визначенні терміну «капіляр». Із точки зору технічного підходу поняття «капіляр» трактується як «трубка з дуже вузьким каналом» без вказівки на чисельне позначення діаметру [9]. Подібне пояснення є нестрогим і не може бути дефініцією поняття. Визнано, що лише застосування капілярних трубок здатне викликати капілярний ефект, який обов'язково супроводжується ефектом меніска.

Тож, планування експерименту має на меті визначити, які капілярні трубки можна приймати для подальших дослідів. У ході планування експерименту задіяно десять капілярних трубок різних діаметрів і довжин (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристика капілярних трубок, використаних для експерименту

№ з/п	Діаметр каналу d, мм	Зовнішній діаметр D, мм	Відношення D/d	Довжина L, мм
1	12,5	14,5	1,16	680
2	11,0	12,0	1,09	483
3	4,7	6,0	1,28	175
4	1,0	5,5	5,50	487
5	0,7	6,0	8,57	267
6	1,3	5,8	4,46	263
7	0,9	5,0	5,56	203
8	4,5	5,0	1,11	90
9	1,5	2,0	1,33	260
10	0,1	2,2	22,00	231

Примітка. Трубки №№ 1 і 2 мають звуження донизу з діаметрами каналу 6,5 і 7,0 мм відповідно.

Дослідження проводяться з чистими капілярами, що пройшли миття та сушіння. Дані по кожному з них (порядковий номер, діаметр каналу, зовнішній діаметр, довжина) занотовані у Журналі ведення досліджень і продубльовані на етикетках, що супроводжують капіляри.

Серед тисяч поверхнево-активних речовин потрібно відібрати ті, які найбільш характеризують клас цих сполук із точки зору забруднення ними довкілля. Тож, для планування експерименту взято близько трьох десятків поверхнево-активних речовин і їх похідних різного кольору, запаху та агрегатного стану. Дані по кожній із них вказуються на супроводжувальних етикетках і в Журналі ведення досліджень.

Дослідження проводяться на базі лабораторії кафедри «Природоохоронна діяльність» Донецького національного технічного університету. Усі необхідні матеріали й обладнання з супроводжувальними етикетками розміщуються на робочому місці (рис. 1).

Крім поверхнево-активних речовин, води та капілярів, на робочому місці знаходяться: барометр-анероїд (№ 5637, ГОСТ 6466-53, 1964 р. випуску, інв. № 919, ціна поділу 0,5 мм рт. ст.),

за допомогою якого кожного дня перед початком проведення досліджень вимірюється тиск, і ртутний термометр (№ 2466, 15-84, ціна поділу 0,2 °С) для зйомки показників температури повітря (див. рис. 1).

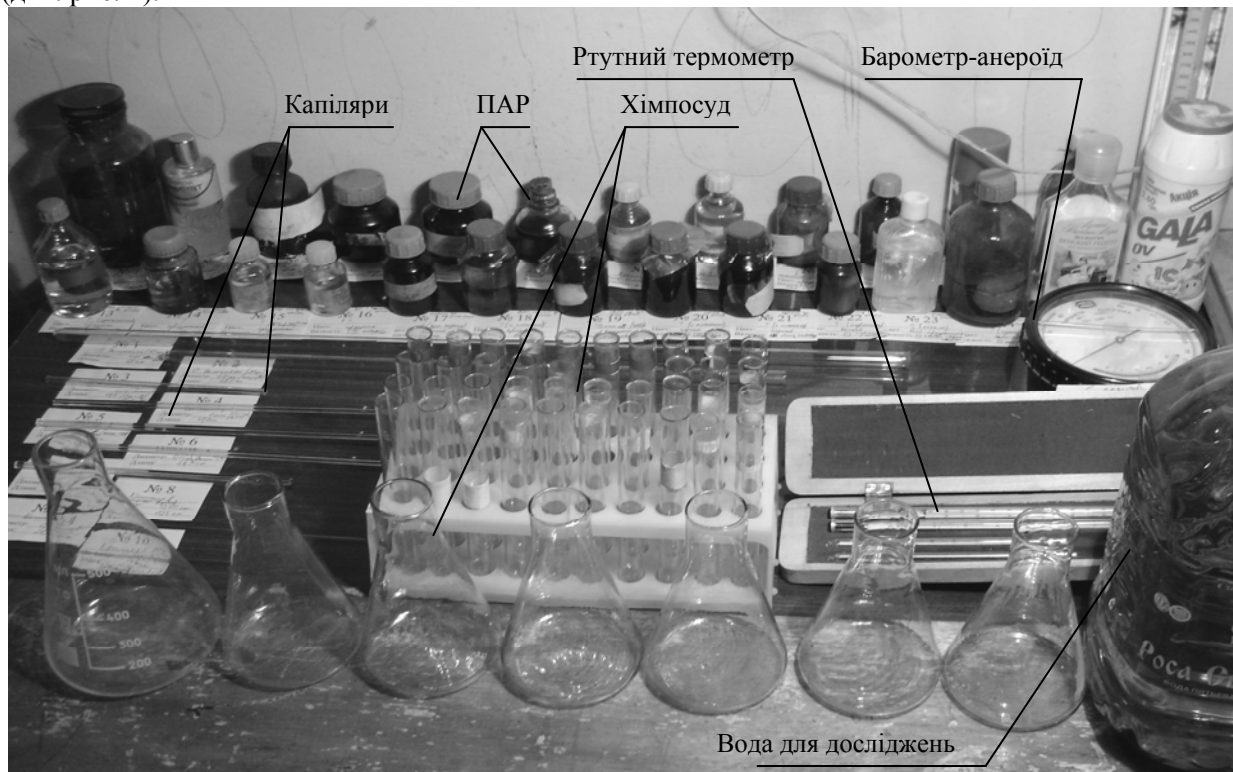


Рисунок 1 – Розміщення матеріалів та обладнання на робочому місці в лабораторії

Дані тиску та температури є мінливими даними навколишнього середовища та можуть впливати на результати досліджень. Отримані дані із зазначенням дати та часу зняття показань фіксуються у Журналі ведення досліджень.

Для планування експерименту готуються розчини різних поверхнево-активних речовин у водах різного походження. Велика кількість можливих варіантів приготованих розчинів із подальшими дослідженнями на десяти різних капілярах призведе до масового та неефективного визначення необхідних параметрів. Із метою спрощення масовості експерименту доцільною є підготовка водних розчинів ПАР однієї певної концентрації. За результатами попередніх пілотних досліджень [10] прийнято використання концентрації 0,1 % (по об'єму).

Для отримання достовірного результату проводиться мінімум десять дослідів для кожного випадку. Тож, необхідність мати одночасно десять хімічних склянок при відносно невеликому обсязі матеріалів для досліджень диктує умови використання маломісткого посуду. Для експерименту застосовуються хімічні склянки об'ємом 16,33 см³ (діаметр 2,15 см, висота 4,5 см). Об'єм розчину приймаємо 10 см³. За таких умов об'єм 0,1 % ПАР буде складати 0,01 мл, відповідно об'єм води – 9,99 мл. Вода та ПАР у розчині присутні у співвідношенні 999 : 1.

Вимірювання 0,01 мл ПАР проводиться мікрометром. Характеристики мікрометра (загальний об'єм – 0,125 мл, кількість поділок вимірювальної шкали – 200, ціна поділу – 0,000625 мл) дозволяють його застосування у діапазоні невеликих концентрацій. Для добавлення 0,01 мл ПАР мікрометром відмірюється 15,38 поділок об'ємної шкали. Добавлення води здійснюється шляхом віднімання такого ж обсягу води від 10 мл води.

У хімічно чисту склянку вливається спочатку вода, а далі – ПАР, з метою запобігання налипання поверхнево-активних речовин до стінок і дна склянки.

Після підготовки чергового розчину з еталонною концентрацією ПАР у воді 0,1 % із ним проводиться серія експериментів по визначенню висоти підняття стовпа рідини по капілярах різних діаметрів. Із кожним капіляром для достовірності результатів проводиться по десять дослідів. Тобто маємо десять хімічних склянок з однаковою за концентрацією розчином ПАР.

Наочна суть експерименту полягає у визначенні величини висоти h підняття водного розчину ПАР по капіляру. Капіляр занурюється у кожную зі склянок по черзі, і лінійкою знімаються

показники висоти підняття розчину по капіляру. Вимірювання висоти здійснюється лінійкою з ціною поділу 1 мм. Вимірювання проводиться від поверхні водного розчину у хімічній склянці до меніска водного стовпа у капілярі (рис. 2).

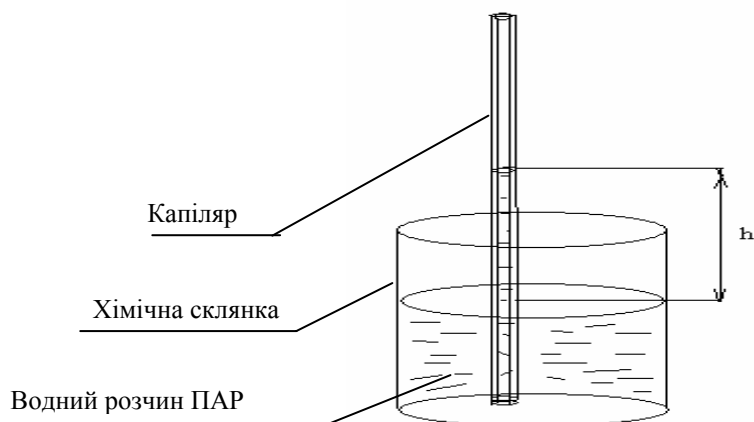


Рисунок 2 – Визначення висоти підняття водного розчину ПАР по капіляру

Після кожного занурення капіляр висушується шляхом видування медичною клізмою залишків водного розчину ПАР із капіляра. Така процедура є вкрай необхідною, тому що вплив залишків на подальше проведення експерименту є суттєвим через дію великих міжмолекулярних сил, створених на виході з капіляра.

Результати занотовуються до таблиці наступної форми (табл. 2), яку поміщують у Журналі ведення досліджень.

Таблиця 2 – Результати лабораторних досліджень висоти підняття стовпа водного розчину ПАР «Найменування» концентрації «С», мм

Капіляр	№ досліду									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
...										
n										

Після проведення досліджень із одним капіляром, здійснюються подальші занурення наступного капіляра у ті ж склянки із розчином тієї ж концентрації. За результатами заповнюється наступний рядок таблиці (див. табл. 2). Таким чином, досліди проводяться зі всіма капілярами до остаточного заповнення чергової таблиці для конкретної поверхнево-активної речовини.

За результатами планування експерименту відбирається декілька видів найбільш характерних ПАР, декілька капілярів і вид води, з якими будуть проводитися подальші дослідження. На даному етапі готуються різні концентрації ПАР, %: 0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00. Ураховуючи, що ГДК_{вод} для деяких нормованих ПАР складає 0,5 мг/л [11], доцільно підготувати розчини з відповідною концентрацією 0,0005 % (для полегшення приймаємо об'ємну концентрацію, приблизно рівну масовій).

Надалі проводиться та ж сама робота, як і за умови проведення досліджень щодо планування експерименту, але спрямована на відібрані показники матеріалів та обладнання. Капіляри по черзі занурюються у десять склянок кожного з розчинів ПАР (підготованих для різних ПАР різних концентрацій). Результати заносять до типових таблиць (див. табл. 2), що містяться у Журналі ведення досліджень.

Математична обробка результатів досліджень полягає у визначенні наступних характерних показників: середнє значення висоти підняття за результатами десяти дослідів – математичне очікування, розкид значень результатів по одному і тому ж капіляру – середньоквадратичне відхилення (з прагненням до мінімального), величина достовірності апроксимації R^2 на графіках.

Математичне очікування визначається за формулою (2) [12].

$$M = \sum x_i / n, \quad (2)$$

де M – математичне очікування;

$\sum x_i$ – сума значень отриманих результатів;

n – кількість дослідів.

Середньоквадратичне відхилення можна отримати, застосувавши формулу (3).

$$S = \sqrt{(\sum (x_i - M)^2) / (n - 1)}. \quad (3)$$

Для визначення основних статистичних показників – математичного очікування та середньоквадратичного відхилення – застосовується програма Statistica. Побудова графіків із зазначенням величини достовірності апроксимації R^2 здійснюється в програмі Microsoft Office Excel.

Практична оцінка результатів лабораторних досліджень здійснюється стандартним чином: шляхом визначення висоти підняття стовпа води якогось водного об'єкта. Припустивши, що вода водного об'єкта забруднена поверхнево-активними речовинами, можна вважати її розчином ПАР у воді. Усі результати заносяться до таблиці у Журналі ведення досліджень (див. табл. 2). Визначена висота підйому стовпа цього розчину порівнюється з отриманими результатами висоти підйому відомих еталонних концентрованих розчинів ПАР. Далі робиться висновок щодо наявності ПАР у даній пробі води з водного об'єкта та визначається концентрація забруднювача – поверхнево-активної речовини (у разі наявності).

Надалі наведено фрагмент практичної перевірки результатів запропонованої Методики.

Проведено дослідження щодо визначення висоти підняття стовпа дистильованої води по капілярах діаметрів 0,7; 0,9; 1,0; 1,3 мм (табл. 3).

Таблиця 3 – Результати лабораторних досліджень висоти підняття стовпа дистильованої води по капілярах, мм

Капіляр		№ дослідів									
позна-чення	діаметр, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D ₁	0,7	9,5	11,0	12,5	14,0	12,2	12,8	10,5	11,5	9,5	9,2
D ₂	0,9	8,5	8,5	10,1	9,5	10,0	8,0	8,5	7,5	9,2	8,2
D ₃	1,0	7,0	6,5	6,4	7,5	7,5	6,5	7,8	7,1	7,5	7,5
D ₄	1,3	4,9	6,1	4,9	5,2	6,2	5,3	6,8	5,0	5,0	5,3

Перш за все, за трьома основними критеріями здійснено первинну статистичну обробку результатів спостережень для виключення результатів спостережень, що різко виділяються із отриманого ряду [13]. Отримання позитивних висновків дає змогу подальшої обробки.

За допомогою програми Statistica отримано основні статистичні показники (рис. 3).

Аналіз показує: помічено найменший розкид значень висоти підняття дистильованої води по капіляру d₃. Дійсно, результати підняття дистильованої води по капіляру d₃ показують найменше середньоквадратичне відхилення – SD = 0,51 (див. рис. 3) і найбільшу величину достовірності апроксимації $R^2 = 0,2874$ для лінійної залежності (див. рис. 4). Тож, саме використання дистильованої води і капіляра d₃ рекомендується для проведення подальших дослідів.

	1 Var1	2 Var2	3 Var3	4 Var4
1	9,5	8,5	7	4,9
2	11	8,5	6,5	6,1
3	12,5	10,1	6,4	4,9
4	14	9,5	7,5	5,2
5	12,2	10	7,5	6,2
6	12,8	8	6,5	5,3
7	10,5	8,5	7,8	6,8
8	11,5	7,5	7,1	5
9	9,5	9,2	7,5	5
10	9,2	8,2	7,5	5,3
MEAN case 1-10	11,27	8,8	7,13	5,47
MEDIAN case 1-10	11,25	8,5	7,3	5,25
SD case 1-10	1,6139	0,8654	0,51	0,6601
VALID_N case 1-10	10	10	10	10
SUM case 1-10	112,7	88	71,3	54,7
MIN case 1-10	9,2	7,5	6,4	4,9
MAX case 1-10	14	10,1	7,8	6,8
_25th% case 1-10	9,5	8,2	6,5	5
_75th% case 1-10	12,5	9,5	7,5	6,1

Рисунок 3 – Статистична обробка показників висоти підняття дистильованої води по капілярах

Графічне вираження результатів одержано за допомогою пакету Microsoft Office Excel (рис. 4).

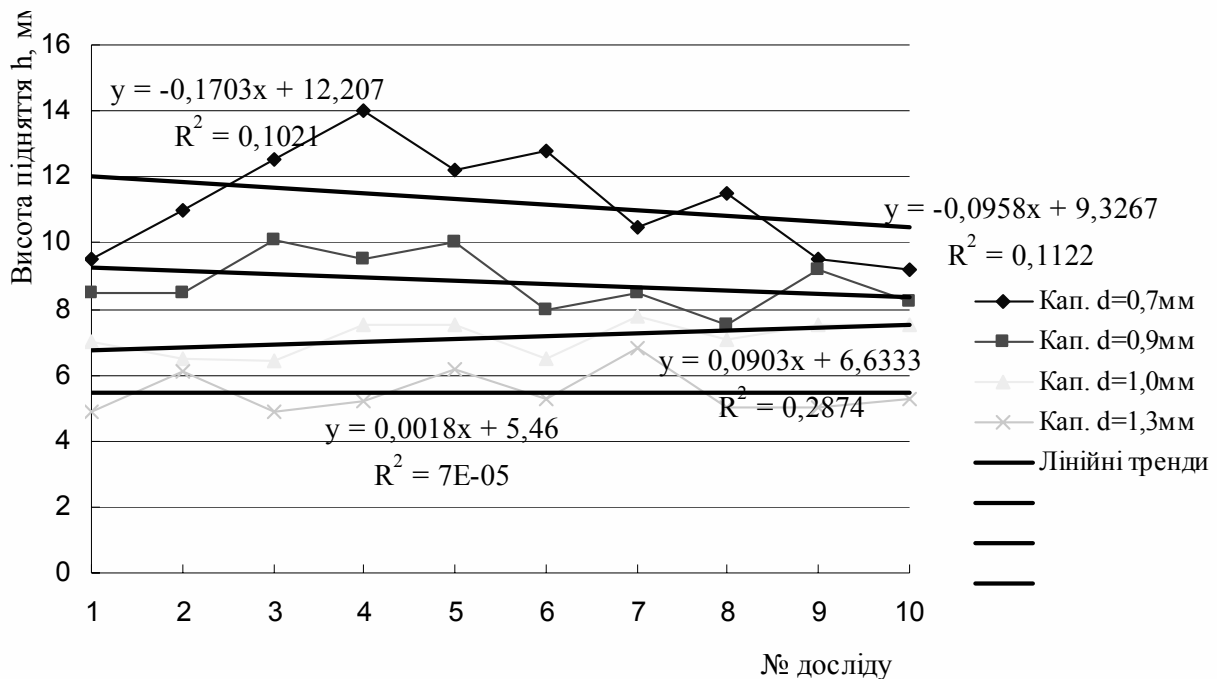


Рисунок 4 – Динаміка зміни висоти підняття дистильованої води по капілярах

Далі аналізуються результати щодо інших восьми видів вод, що дає можливість установити як вид води для подальших досліджень, так і найбільш характерний діаметр капіляра.

Висновки. За отриманими результатами лабораторних досліджень, враховуючи математичну обробку, визначаються остаточні параметри: вода, на базі якої готуються розчини ПАР; діаметр капіляра; вид поверхнево-активної речовини та її оптимальна концентрація.

Ці параметри ляжуть в основу параметрів пристрою, за допомогою якого можна буде швидко визначити наявність та концентрацію ПАР у будь-яких водах на місці забору. Отримані графіки стануть базовими для складання номограм, які є супроводжувальними до пристрою.

Виготовлення такого пристрою, апробація у ході натурних промислових досліджень і серійний випуск у подальшому дадуть змогу швидкого та ефективного визначення наявності та концентрацій поверхнево-активних речовин у водах антропогенного чи природного походження, що є важливою ланкою у підтриманні екологічної безпеки.

Бібліографічний список:

1. Поверхностно-активные вещества : Справочник / А. А. Абрамзон, В. В. Бочаров, Г. М. Гаевой и др.; под ред. А. А. Абрамзона и Г. М. Гаевого. – Л. : Химия, 1979. – 376 с. : ил.
2. Паршикова Т. В. Структурно-функціональні маркери адаптації мікрободоростей при дії поверхнево-активних речовин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук : спец. 03.00.12 «Фізіологія рослин» / Т. В. Паршикова ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. – К., 2003. – 25 с.
3. Гетманский И. К. Методы испытаний водных растворов поверхностноактивных веществ (Обзор): в 2-х вып. / И. К. Гетманский, Л. И. Бавика. – М. : НИИТЭХИМ, 1965. – Вып. 1. – 100 с. ; Вып. 2. – 55 с.
4. 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. : Кабінет Міністрів України, 1996.
5. Проект нормативов предельно допустимого сброса (ПДС) в пруд на балке (левый приток р. Грузская, бассейн р. Казенный Торец). – Ясиноватая, 2000.
6. Руднев Е. Реки болеют / Е. Руднев // 2000. – 2006. – С. В4.
7. Закс Л. Статистическое оценивание / Л. Закс ; пер. с нем. В. Н. Варыгина ; под ред. Ю. А. Адлера, В. Г. Горского. – М. : Статистика, 1976. – 598 с.
8. Теория инженерного эксперимента : учебное пособие / [Г. М. Тимошенко, П. Ф. Зима]. – Донецк : ДПИ, 1984. – 60 с.
9. Мир словарей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://mirсловarei.com/bes_K/.
10. 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.
11. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. – М., 1975. – 44 с.
12. Математические методы и модели в планировании и управлении горным производством : учеб. пособие для вузов / [А. Г. Протосеня, С. А. Кулиш, Е. И. Азбель и др.]. – М. : Недра, 1985. – 288 с. : ил.
13. Айвазян С. А. Статистическое исследование зависимостей / С. А. Айвазян. – М. : Металлургия, 1968. – 228 с.

Надійшла до редакції 12.09.09

В. Н. Артамонов, А. М. Камуз

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ С ЦЕЛЬЮ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Проанализированы стандартные методики определения концентраций поверхностно-активных веществ в водах. Разработана новая методика с полным обоснованием ее применения. Отражены особенности планирования эксперимента и собственно эксперимента. Показаны некоторые результаты, полученные по предложенной методике.

поверхностно-активные вещества, экологически безопасное использование, методика, вода, проба, капилляр

V. Artamonov, A. Kamuz

THE METHODS OF LABORATORY RESEARCH INTO THE CHANGES OF PROPERTIES OF SURFACE ACTIVE AGENTS AIMED AT THEIR ENVIRONMENTALLY SAFE USE

The article analyzes standard methods of defining surface active substance concentration in water and presents a new well grounded technique. The peculiarities of experiment planning, the experiment itself and the results obtained with the help of the new methods are considered in the paper.

surface-active substances, environmentally safe use, methods, water, test, capillary

© *В. М. Артамонов, А. М. Камуз, 2009*