

Т.А. Попович
к.т.н., доцент кафедри загальної та неорганічної хімії
Херсонського державного університету,
І.Г. Чечина к.т.н.,
викладач Херсонського кооперативного
економіко-правового коледжу

ШЛЯХИ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД СИНТЕТИЧНИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Актуальним на сьогоднішній час є питання збереження водних ресурсів, які останнім часом невпинно забруднюються недоочищуваними стічними водами. Скидання останніх у водойми значно зменшує ресурси чистої прісної води, погіршує стан навколишнього середовища.

Місто Херсон вносить помітну частку в загальне забруднення Дніпра – головної водної артерії України, і є одним з головних чинників загального незадовільного стану річкових вод в його пониззі [1]. В місті Херсоні налічується близько 4544 підприємств та організацій, стічні води яких приймаються до каналізаційної системи міського комунального підприємства «Виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства м.Херсон» (МКП «ВУВКГ»). Деякі підприємства та організації міста напряму здійснюють скиди стічних вод в водні об'єкти без попередньої очистки. За результатами досліджень 2010р. виявлено [2], що якість очищених (зворотних) вод деяких підприємств не відповідала діючим нормативам гранично допустимого скиду (ГДС) в водні об'єкти, наприклад, міське комунальне підприємство «ВУВКГ», відкрите акціонерне підприємство «Херсонський суднобудівний завод», комунальне підприємство «Мале госпрозрахункове підприємство «ДАР», Херсонський державний завод «Палада», а також підприємства житлово-комунальної галузі, які є основними забруднювачами водних об'єктів.

Одними із найнебезпечнішими серед забруднювачів стічних вод виступають синтетичні речовини – так звані «ксенобіотики» (чужі життя), зокрема, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР). Найбільше СПАР міститься у засобах для миття посуду та пральних порошках, які широко використовують в побуті, на підприємствах харчової промисловості, в сфері побутового обслуговування, на великих станціях техобслуговування тощо.

Майже всі СПАР негативно впливають на довкілля і живі організми. При надходженні їх зі стічними водами у водоймища, там спостерігається «цвітіння» синьо-зелених водоростей, які при розкладанні отруюють воду і рибу. Завдяки цим процесам, вода стає непридатною для пиття. СПАР разом з жирами, маслами, мастильними матеріалами утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообміну між водою й атмосферою і знижує ступінь насиченості води киснем. Важливо відмітити, що наявність СПАР у воді підвищує токсичність інших хімічних сполук, таких як, важкі метали з перемінною валентністю (наприклад, Cr). СПАР призводять до порушення обмінних процесів в організмі людини, викликають зниження імунітету, алергію, вражають мозок, печінку, нирки та легені [3,4].

Таким чином, у зв'язку з необхідністю приведення якості очищених стічних вод до нормативних вимог, постає питання впровадження додаткових методів

доочистки стічних вод (наприклад, від ксенобіотиків – СПАР) локально на підприємствах (особливо харчових, побутового господарства, на великих станціях техобслуговування) або делокалізовано на міських очисних спорудах.

Проведений аналіз існуючих на сьогоднішній час способів очистки стічних вод, таких як, механічний, фізико-хімічний і біологічний, дозволив виділити два останніх стосовно СПАР, тому що механічний спосіб здатен очищувати воду лише від крупних часточок, а не від речовин в молекулярному стані. Крім того, технології анаеробної біологічної очистки, які діють на міських очисних спорудах в Україні, і в тому числі в Херсоні, не здатні за рахунок біоценозів («активного мулу») очистити стічні води від токсичних синтетичних речовин. Більш того, дані ксенобіотики призводять до загибелі активного мулу, і як наслідок – біологічна очисна споруда перетворюється на звичайний транзитний канал стічних вод.

Тому очищення води має бути децентралізованим, тобто стічні води різних підприємств міста не повинні змішуватись, а необхідно організувати і впровадити локальне їх очищення безпосередньо біля цих підприємств, цехів чи навіть ділянок різними методами, такими як, наприклад, фізико-хімічними [5].

Одним із таких методів очистки стічних вод від ПАР може бути *йонний обмін*, який базується на вилученні зі стічних вод забруднювачів за рахунок обміну йонами між домішками та йонітами. Однак, застосування йоннообмінних смол для вилучення ПАР із стічних вод, які містять мінеральні солі, економічно доцільне лише за концентрації ПАР понад 500 мг/дм³. *Адсорбційні методи* ґрунтуються на процесі поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золою, дрібним коксом, торфом, селікагелем, активною глиною тощо). Але для вилучення органічних речовин з водних розчинів потрібні адсорбенти з порами, радіус яких знаходиться в інтервалі 0,5 – 10 нм, так як, молекули ПАР мають розміри, які здебільшого не перевищують 10нм, а це значно звужує асортимент адсорбентів придатних для адсорбції ПАР. Одним із перспективних напрямків очистки стічних вод від СПАР є застосування *мембранних технологій* з використанням напівпроникних мембран, які дають змогу затримати до 95% ПАР. Однак необхідність підтримування високих робочих тисків, які можуть сягати 10-25 МПа є серйозним обмеженням використання з цією метою мембранних методів. Нині успішно розвивається *радіаційно-флотаційний метод*, за яким розкладають поверхнево-активні речовини за допомогою гамма-випромінювання радіоактивних нуклідів Кобальта і Цезія. Але радіаційний метод з використанням хімічно активних частинок потребує застосування громіздкого та дорого біологічного захисту.

Одним із доступних і економічно вигідних є *метод коагуляційної* очистки стічних вод. Коагуляція – процес об'єднання дрібних частинок забруднювачів в більші за допомогою коагуляторів. Суть процесу коагуляційного очищення стічних вод від ПАР полягає в зниженні стійкості молекул ПАР за рахунок агрегування їх під дією коагуляторів (коагулянтів і флокулянтів) з подальшим відокремленням агрегованих часточок відстоюванням, фільтруванням, центрифугуванням та іншими методами. Для коагуляційного очищення природних і стічних вод як коагулянти найчастіше застосовують солі Алюмінію і Феруму, такі як: алюміній сульфат, алюміній хлорид і гідроксохлорид, натрій алюмінат, а також сульфати і хлориди Феруму. Серед флокулянтів неорганічної природи найбільшого поширення набула активна силікатна кислота (АК). До високомолекулярних флокулянтів природного походження належать крохмаль та його похідні, хітозан тощо. Найпоширенішими

синтетичними високомолекулярними флокулянтами є поліетиленоксид (ПЕО), поліакриламід (ПАА), кополімери акрилатів, поліетиленамін та інші.

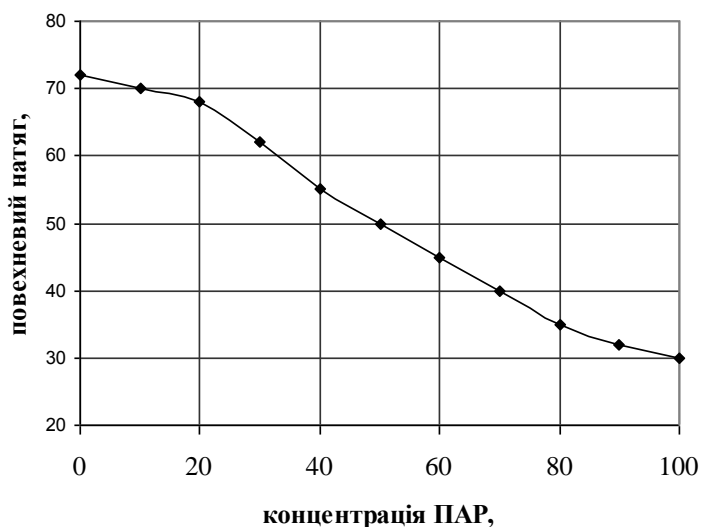
Метою проведеної нами роботи було дослідження можливості застосування коагуляційного методу для очистки стічних вод від синтетичних поверхнево-активних речовин.

В роботі в якості коагуляторів застосовували окремо солі неорганічних сполук з багатозарядними катіонами: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , ZnSO_4 , CuSO_4 , CrCl_3 ; флокулянт органічної природи – дисперсію акрилового кополімеру вітчизняного виробництва, а також сумісні їх пари ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + дисперсія; FeCl_3 + дисперсія; ZnSO_4 + дисперсія; CuSO_4 + дисперсія; CrCl_3 + дисперсія). Стандартним розчином СПАР слугував розчин тетрадодецилсульфонату натрію, який використовують в фотометричному визначенні СПАР в стічних водах (вихідна концентрація СПАР – 100 мг/дм^3). Нормативним методом визначення СПАР в стічних водах є фотометричний метод, але він довготривалий в часі з використанням канцерогенної речовини – хлороформу. Тому в роботі в якості експрес-методу був використаний сталагмометричний метод [6] визначення вмісту СПАР різної концентрації за зміною поверхневого натягу розчинів (табл. 1, рис.1).

Таблиця 1

Вплив СПАР на поверхневий натяг розчинів

№ п/п	Концентрація СПАР, мг/дм^3	Поверхневий натяг розчину, мН/м
1	0	$72 \pm 0,9$
2	10	$70 \pm 0,8$
3	20	$68 \pm 0,9$
4	30	$62 \pm 0,7$
5	40	$55 \pm 0,5$
6	50	$50 \pm 0,3$
7	60	$45 \pm 0,25$
8	70	$41 \pm 0,5$
9	80	$35 \pm 0,25$
10	90	$32 \pm 0,3$
11	100	$30 \pm 0,5$



Як показали дослідження, введення окремо взятих коагулюючих речовин не призвело до агрегації СПАР і поверхневий натяг розчину залишився без змін. Встановлено, що коагулюючу дію спричинили суміші $Al_2(SO_4)_3$ + дисперсія та $CuSO_4$ + дисперсія, які брали у співвідношенні 2:1. При цьому повне видалення СПАР з розчину спостерігалось при концентрації СПАР не вище 70 мг/дм³ (табл. 2). Екологічно небезпечними можна вважати суміші з солями Алюмінію, так як Купрум, що входить до складу купрум сульфату належить до важких металів з канцерогенною дією.

Таблиця 2

Вплив коагулянтів на вміст СПАР в розчині

№ п/п	Коагулянти	Поверхневий натяг розчинів, мН/м		Вміст ПАР в фільтраті після коагуляції, %
		до введення коагулянтів	після введення коагулянтів	
1	$Al_2(SO_4)_3(0,5\text{моль/дм}^3)+$ дисперсія (1 г/дм ³)	68±0,2	72±0,5	0
2		62±0,2	72±0,5	0
3		55±0,5	72±0,5	0
4		50±0,3	72±0,5	0
5		45±0,3	72±0,5	0
6		41±0,5	70±0,2	14±0,3
7		35±0,3	62±0,2	33±0,4
8		32±0,3	58±0,5	39±0,5
9		30±0,5	50±0,3	50±0,3
10	$CuSO_4(0,5\text{моль/дм}^3)+$ дисперсія (1г/дм ³)	68±0,2	72±0,5	0
11		62±0,2	72±0,5	0
12		55±0,5	72±0,5	0
13		50±0,3	72±0,5	0
14		45±0,3	72±0,5	0
15		41±0,5	72±0,5	0
16		35±0,3	68±0,2	25±0,5
17		32±0,3	61±0,2	33±0,4
18		30±0,5	55±0,5	40±0,3

Порівняння значень поверхневого натягу розчинів СПАР після процесу коагуляції сталагмометричним методом з результатами вмісту СПАР фотометричним методом, який є нормативним методом визначення СПАР в стічних водах, показує, що похибка експерименту в середньому знаходиться в межах 10%, що пов'язано з чутливістю даних методів.

Після коагуляції очищувану воду на підприємстві для її прояснення від осаду скоагульованих речовин, слід пропустити крізь шар фільтру, наприклад, піску і гравію. З цією метою можна запропонувати наступні операції очищення води:

- 1) складування реагентів - $Al_2(SO_4)_3$, $CuSO_4$, дисперсія акрилового кополімеру;
- 2) попереднє прояснення води фільтруванням від зважених грубодисперсних частинок;
- 3) підготовка розчинів коагулянтів робочих концентрацій та співвідношення їх об'ємів;
- 4) дозування розчинів коагулянтів з урахуванням об'єму очищуваної води;
- 5) підключення води натрій карбонатом (натрій гідроксидом, кальцій карбонатом або вапном);
- 6) змішування коагулянту зі стічною водою;

- 7) процес коагулювання;
- 8) прояснення після проходження фільтрування (шар піску і гравію).

Таким чином, в ході проведених досліджень було встановлено пари коагулянтів неорганічної і органічної природи, які б забезпечили зменшення вмісту СПАР в стічних водах на 50 – 85% з подальшою схемою видалення скоагульованих речовин.

Література:

1. Бойко М. Ф. Чорний С. Г Екологія Херсонщини [Текст] / М. Ф. Бойко, С. Г. Чорний: – Херсон: Айлант, 2001. – 349 с.
2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2010р. // Матеріали Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Херсонській області. – Херсон. – 2010.
3. Буравська Т. А. Забруднення води та його вплив на організм [Текст] / Т. А. Буравська // Хімія. Біологія. – 2001. – № 22. – С. 7-10.
4. Проблеми якості питної води м.Херсона та деякі кроки запобігання її забрудненню [Текст] / С. А. Волкова [та ін.] / / Збірник наукових праць V всеукраїнської науково-практичної конференції «Теорія і практика сучасного природознавства». – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2011. – С.213-215.
5. Запольський А. К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод [Текст] / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
6. Міщенко Г. В. Колоїдна хімія. Методичний посібник до виконання лабораторних робіт для студентів хіміко-технологічних спеціальностей [Текст] / Г. В. Міщенко, Ю. Г. Шипілов Ю.Г. – Херсон: ХДТУ, 2003 р. – 78 с.