

АДСОРБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД ПАР

О Сабадаш В.В., 2014

Експериментально досліджено адсорбцію ПАР на різних типах сорбентів. Проведено узагальнення отриманих результатів досліджень та розрахункових даних.

Ключові слова: поверхнево-активні речовини, цеоліт, стічні води, азсорбент.

Adsorption of surfactants on various types of adsorbent was experimentally investigated. Generalization of the obtained results of research and calculation data was carried out.

Key words: surfactants, zeolite, wastewaters, adsorption.

Постановка проблеми і її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями.

ПАР застосовуються майже в усіх галузях промисловості як мийні засоби, пластифікатори, емульгатори тощо. Основна їх функція – зниження поверхневого натягу на поверхні розділу фаз. Залежно від способу дисоціації розрізняють аніонні ПАВ (мийні засоби), катіонні ПАВ та неіоногенні ПАВ. Найзабрудненішими є комунально-побутові стічні води, частка яких становить 15–20 % від усіх категорій стічних вод [1, 2].

Основною небезпекою потрапляння ПАВ є те, що вміст ПАВ у мийних засобах становить близько 15 % і орієнтовна концентрація у стоках може перевищувати 0,6 кг/м³. ГДК поверхнево активних речовин у воді становить 0,025 кг/м³. Натрію додецилсульфат розкладається тільки на 80 %. Отже, в навколишньому середовищі відбувається накопичення ПАВ, що зумовлює зміну поверхневого натягу води та інші наслідки, зумовлені специфічною дією цих речовин.

Отже, зважаючи на вищесказане, актуальним є розроблення технології очищення стічних вод комунально-побутових підприємств [3].

Мета роботи – дослідити адсорбційну ємність природних дисперсних матеріалів щодо ПАВ.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Поверхневоактивні речовини (ПАВ) широко застосовуються у господарській діяльності та побуті як мийні засоби, антикорозійні речовини, емульгатори і суспензатори пестицидів, у виробництві мінеральних добрив і кормових добавок, компонентів лікарських препаратів і косметики. Екологічні аспекти використання ПАВ поширюються і на очищення водної поверхні від нафти і нафтопродуктів, а також для очищення повітря у шахтах. Фактично усе населення планети контактує з ПАВ, кількість яких у навколишньому середовищі зростає з кожним роком [1]. Інтенсивне використання синтетичних ПАВ спричиняє забруднення, яке можна порівняти із забрудненням нафтою Світового Океану і пестицидами – ґрунту і води, тобто проблема запобігання забрудненню навколишнього середовища детергентами має глобальний характер [2, 3].

Крім синтетичних, відомі ПАВ біологічної природи, які утворюються у живих організмах і беруть активну участь у їх функціонуванні. Визначення вмісту біоПАВ, вивчення взаємодії людини і тварин з синтетичними і рослинними ПАВ навколишнього середовища має важливе теоретичне і практичне значення для сучасної гігієни, екологічної біохімії і фізіології.

Методика визначення. Для визначення адсорбційної ємності цеоліту щодо ПАВ у скляні колби поміщали по 200 см³ розчину натрію додецилсульфату, приготовленого у дистильованій воді, за різних початкових концентрацій ($C = 0,025 - 3,5$ мг/дм³), і додавали однакові наважки сорбенту (~1 г). Діапазон концентрацій ПАВ відповідав обсягам їх надходження у комунально-побутові та промислові стічні води. Колби герметично закривали і залишали за умов періодичного перемішування на дві доби за температури +20 °С. Сорбент відділяли від розчину, який аналізували на вміст ПАВ фотометричним методом за відомою методикою [4].

Експериментальні дослідження. Для проведення досліджень був вибраний адсорбційний спосіб вилучення ПАР, який дає змогу вилучати слідові концентрації забруднень. Як сорбент було вибрано активоване вугілля, що має здатність поглинати вуглецеві радикали, а також цеоліти. Додецилсульфат натрію є аніонною ПАР, отже, власне радикал має поверхнево активні властивості.

Експериментальні дослідження зміни поверхневого натягу у процесі адсорбції ПАР проводили тільки на активованому вугіллі, що за дифільності молекул ПАР зумовлює зміну будови поверхневого шару межі поділу “розчин-газ” порівняно з межею “вода-газ”, і, як наслідок, відбувається зниження поверхневого натягу σ , оскільки $E_{H_2O-ion} > E_{H_2O-H_2O}$. Для оцінки поверхневої активності водних розчинів речовин дифільної будови (спирти, кислоти, аміни тощо) за кімнатної температури можна застосовувати правило Дюкло–Траубе. Згідно з ним, починаючи з третього члена гомологічного ряду ПАР, поверхнева активність зростає у середньому в 3,2 раза за збільшення вуглеводневого ланцюга на групу $(-CH_2-)$. За температур, вищих за кімнатну, коефіцієнт 3,2 зменшується, наближаючись до 1.

Ізотерма адсорбції добре описується рівнянням Шишковського:

$$S = S_0 - B \ln(1 + Ac),$$

де A і B – константи; c – концентрація ПАР.

Ізотерма типу 3 характерна для розчинів міцелоутворювальних ПАР. Існує кілька способів експериментального знаходження поверхневого натягу рідин. Серед найпоширеніших методів можна назвати сталагмометричний метод, метод відриву кільця, метод відриву пластинки.

У цій роботі для визначення S використовується метод найбільшого тиску бульбашки газу. Результати експериментальних досліджень залежності поверхневого натягу від концентрації натрію додецилсульфату показано на рис. 1.

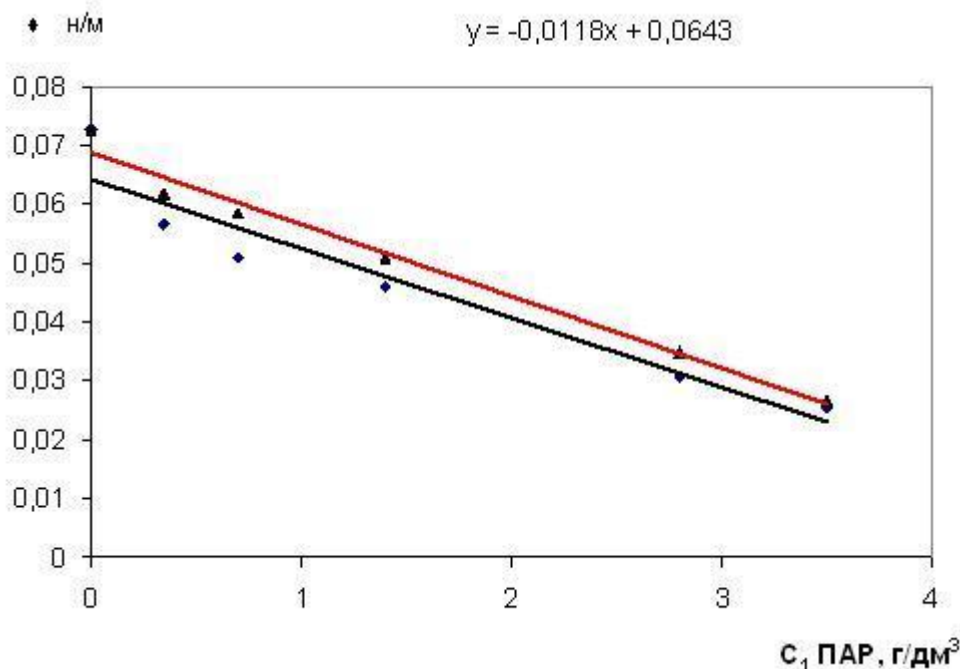


Рис. 1. Залежність поверхневого натягу розчину натрію додецилсульфату від початкової концентрації розчину ПАР: \blacklozenge – поверхневий натяг розчинів до адсорбції; \blacktriangle – поверхневий натяг розчинів після адсорбції (активоване вугілля)

На рис. 2 чітко відслідковується залежність зміни поверхневого натягу розчинів від концентрації у діапазонах, характерних для комунально-побутових стічних вод. За зміною поверхневого натягу після адсорбції розраховували обсяг поглиненого натрію додецилсульфату.

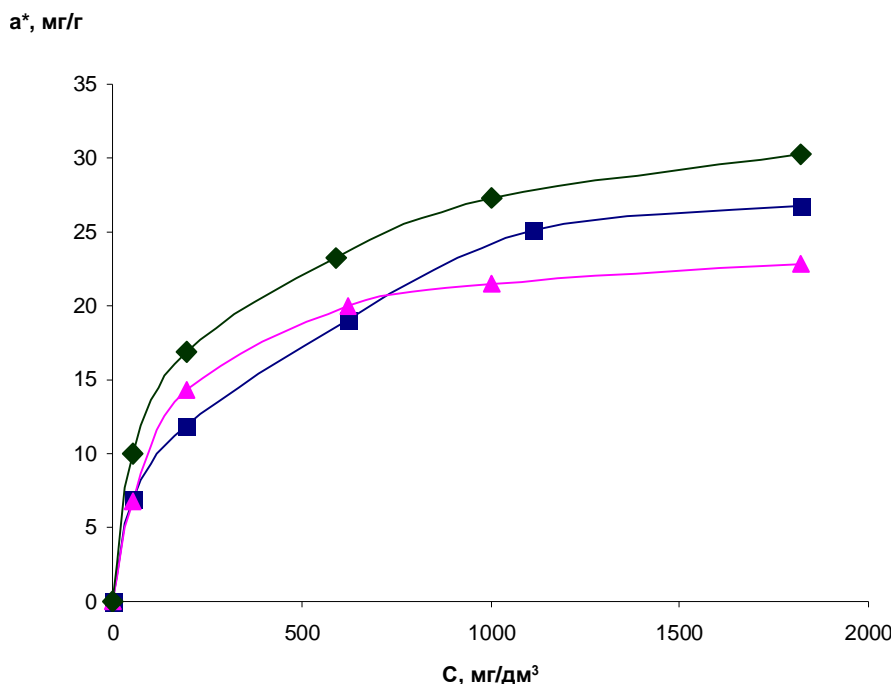


Рис. 2. Ізотерма адсорбції натрію додецилсульфату на: ♦ – активованому вугіллі;
■ – синтетичному цеоліті на основі золи виносу Добротвірської ТЕЦ;
▲ – клинцитоліті Сокириницького родовища

Результати числового розрахунку параметрів ізотерми Ленгмюра для експериментальних даних щодо адсорбції ПАР різними типами сорбентів

Назва речовини	Константи рівняння Ленгмюра	Метод найменших квадратів	Підбір за критерієм Чебишева	Підбір за квадратами відхилення
Природний цеоліт	К	13,81	13,81	17,15
	Г	0,04	0,04	0,04
	Критерій Чебишева	$9 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$
	Сума квадратів похибок	0,00	0,00	0,00
Синтетичний цеоліт	К	14,81	14,81	15,15
	Г	0,06	0,06	0,06
	Критерій Чебишева	$9 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$
	Сума квадратів похибок	0,00	0,00	0,00
Активоване вугілля	К	12,07	12,23	12,39
	Г	0,065	0,063	0,062
	Критерій Чебишева	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$
	Сума квадратів похибок	0,00	0,00	0,00

Аналізуючи рис. 1, бачимо, що активоване вугілля краще поглинає натрію додецил сульфат. Це пояснюється тим, що молекули молочної кислоти мають вуглецевий радикал, який проявляє спорідненість до неполярних сорбентів, тобто до активованого вугілля [1, 2]. На мінеральних сорбентах, зокрема на клиноптилоліті Сокирницького родовища, відбувається адсорбція за участю гідрофільних груп – -ОН та -COOH. Це підтверджується збільшенням рН досліджуваних розчинів. Оскільки масова частка гідрофобного радикала є істотно вищою за функціональні групи, то сорбція краще проходить на активованому вугіллі.

Результати розрахунків адсорбційної ємності наведено у таблиці, результати експерименту чисельно розраховували за допомогою програми “Ленгмюр 1.03”.

Встановлено добру збіжність експериментальних даних та теоретичних розрахунків.

Висновок. Досліджено перспективи очищення стічних вод від поверхнево-активних речовин. Встановлено сорбційну ємність активованого вугілля та цеолітів щодо натрію додецилсульфату у статичних умовах. Встановлено значення поверхневого натягу модельних розчинів. Результати експериментальних досліджень показали, що активоване вугілля є доволі ефективним сорбентом, проте, зважаючи на його високу вартість, можна надати перевагу алюмосилікатам – синтетичним та природним цеолітам.

1. Айвазов В. В. *Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции.* — М.: Высш. шк., 1973. — 206 с. 2. Абрамзон А. А. *Поверхностно-активные вещества.* — Л.: Химия, 1981. — 304 с. 3. Мудрый И. В., Голенкова Л. Г., Раецкая Е. В. *Определение реальной нагрузки поверхностно-активных веществ на организм и ее гигиеническое значение // Гигиена окружающей среды.* — К.: КНИИОКГ, 1989. — С. 87–88. 4. Лурье Ю. Ю. *Аналитическая химия промышленных сточных вод.* — М.: Химия, 1984. — 447 с.