

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ХІМІЧНИХ ДОБАВОК НА ОСВІТЛЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Розглянуто питання, пов'язані з вивченням впливу концентрації водорозчинних полімерів на зменшення седиментаційної стійкості системи цитриду кремнію. Запропоновані та описані у статті методи можна використати для моделювання процесів очищення забруднених вод твердими частинками

Г.М. Біла

Кандидат хімічних наук, доцент

Кафедра аналітичної хімії

Національний університет харчових технологій

вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01033

Контактний тел.: (044) 287-94-08; 287-92-23; 8 067 7638519

e-mail: Billa2003@mail.ru, Bila_Galina@yahoo.com.

Т.С. Сліпенюк

Кандидат хімічних наук, доцент

Кафедра фізичної хімії та екології хімічних виробництв

Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича

вул. Л.Українки, 25, м. Чернівці, Україна, 58001

Контактний тел.: 8 0372 584899

А.О. Шевчук

Студентка

Факультет технології бродильних та хлібопекарських виробництв

Національний університет харчових технологій

вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01033.

Контактний тел.: (044) 287-94-08; 8 097 6429274

1. Вступ

Для багатьох промислових підприємств, в тому числі й харчових, очисних споруд, водозбірників однією з проблем є освітлення стічних вод, очистка їх від завислих частинок.

З одного боку розробка цих питань, пов'язаних з вивченням взаємодії між твердими частинками має як теоретичну основу, так і з іншого – велике практичне застосування у багатьох галузях промисловості, виробничих цехах, мілі-заводах, побуті, сільському господарстві [1-8].

Взаємодія між частинками у великій мірі залежить від природи самих частинок, стану їх поверхні, властивостей середовища, в якому вони знаходяться [9-13].

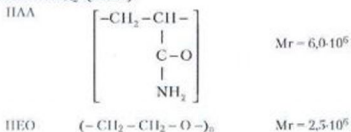
2. Мета роботи

Метою роботи було вивчення впливу концентрації водорозчинних полімерів ПЕО та ПАА на процеси освітлення стічних вод, забруднених твердими завислими частинками.

3. Об'єкти дослідження та методика експерименту

В якості модельної системи використовували водний розчин порошку нітриду кремнію (Si_3N_4) з густиною $\rho = 3,44-103 \text{ кг/м}^3$, частинки розмірами не більше 1 мкм, за формою паличкоподібні.

В якості хімічних добавок використовувались водорозчинні полімери поліакриламід (ПАА) та поліетиленоксид (ПЕО):



Суспензії готували на дистильованій воді. Для цього брали наважки порошку 10, 20, 30, 40, 50 мг на 10 мл розчину, який включав і добавки. Суспензію перемішували і в подальшому досліджували на пропускання оптичного випромінювання при довжині хвилі $\lambda = 540 \text{ нм}$ на концентраційному фотоколориметрі (КФК-2М), із довжиною робочої кювети $l = 10^{-2} \text{ м}$. Агрегативні процеси супроводжуються зміною дисперсного складу суспензії, а отже і розсіювання світла. Все це фіксувалося по зміні оптичної густини δD_7 . Величина $\delta D_7 = D_{\text{добавка}} - D_{\text{без добав.}}$ є різницею оптичних густин суспензій при дії полімеру і без нього. Цю величину ми брали на 7-й хвилині седиментації, тобто, коли у завислому стані знаходилася, в основному, тонкодисперсна фракція, при цьому не перемішували агрегати, які прискорено седиментували. Похибка у визначенні оптичної густини не перевищувала 1%.

4. Результати дослідження

Суспензії нітриду кремнію є тонкодисперсною, тобто розміри частинок дисперсної фази є меншими за 1 мкм, тому розміри флоккул було важко оцінити з високою ступінню точності. Для цього брали 5 вимірів (спостережіли за допомогою мікроскопа) і знаходили середнє значення. Високі значення питомої поверхні зумовлюють появу значної вільної нескомпенсованої поверхневої енергії, яка згідно правила Гіббса самовільно прагне до зменшення. Це повинно було б зумовлювати самовільні агрегативні процеси, внаслідок яких суттєво б змінювався агрегативний стан

суспензії. Але, в даному випадку необхідно врахувати те, що частинки нітриду кремнію, очевидно, мають мікромазаїчну поверхню, де має місце чергування гідрофобних та гідрофільних ділянок. Тому для таких систем необхідно враховувати особливості притаманні як ліофільним, так і ліофобним системам [15]. Отже, в даній системі одночасно проходять процеси диспергування та агрегації.

Як видно з рис. 1-4 величина зміни оптичної густини суспензії нітриду кремнію залежить від природи хімічних добавок (водорозчинних полімерів) та їхньої концентрації. Це свідчить про те, що на агрегативні процеси великий вплив має дисперсійне середовище. Величина $\delta D_7 = D_{\text{добавка}} - D_{\text{без добав.}}$ є різницею оптичних густин суспензій при дії полімеру і без нього. Цю величину ми брали на 7-й хвилині седиментації, тобто, коли у завислому стані знаходилася, в основному, високодисперсна частинки. Саме це значення оптичної густини характеризує флокуляційні процеси в суспензії, які суттєво впливають на концентрацію високодисперсної фракції.

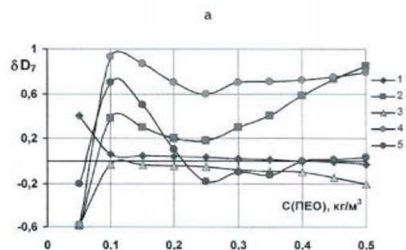
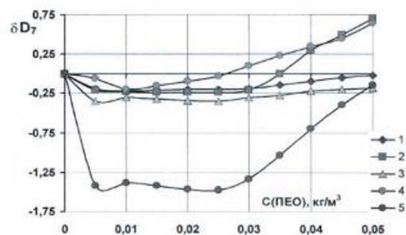


Рисунок 1 а, б. Залежність зміни оптичної густини від концентрації хімічної добавки ПЕО: крива 1 — $C(\text{Si}_3\text{N}_4) = 1 \text{ кг/м}^3$, крива 2 — $C(\text{Si}_3\text{N}_4) = 2 \text{ кг/м}^3$, крива 3 — $C(\text{Si}_3\text{N}_4) = 3 \text{ кг/м}^3$, крива 4 — $C(\text{Si}_3\text{N}_4) = 4 \text{ кг/м}^3$, крива 5 — $C(\text{Si}_3\text{N}_4) = 5 \text{ кг/м}^3$.

а — при низьких концентраціях; б — при високих концентраціях

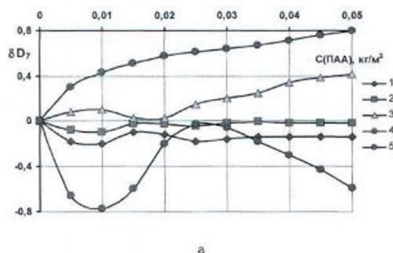
Характерним є те, що ПЕО при низьких концентраціях (рис.1а) дуже добре осаджує (флокулює) суспензію, знижуючи її седиментаційну стійкість, а при високих концентраціях йде диспергування суспензії (рис.

16). Певну роль відіграє і концентрація твердої фази, а саме, чим вона більша, тим ефективніше проходить осідання і втрата седиментаційної стійкості (крива 5). В даному випадку необхідно врахувати особливості взаємодії макромолекул ПЕО з поверхнею частинок дисперсної фази.

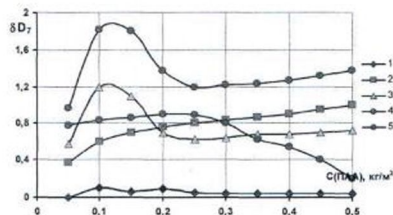
Макромолекули ПЕО проявляють в певній мірі гідрофобні властивості і тому вони добре взаємодіють з поверхнею частинок дисперсної фази, осідаючи на них за допомогою міжмолекулярних дисперсійних сил. Це зумовлює ефект осідання (флокуляції) і внаслідок цього система втрачає седиментаційну стійкість. При високих концентраціях макромолекули ПЕО, зв'язуючи молекули води, створюють розклинюючий тиск, який призводить до диспергування наявних у воді агрегатів частинок.

При великій концентрації твердої дисперсної фази ефект осідання досить суттєвий, так як має місце взаємодія великого числа частинок, що сприятливо впливає на структуроутворення за рахунок кооперативних ефектів [16].

Поліакриламід дещо по-іншому діє на досліджувану суспензію (рис.2а, б). В основному проявляється диспергуюча дія, причому, досить ефективна. Лише при високому вмісті твердої фази в області низьких концентрацій ПАА спостерігається значне осідання (флокуляція) (рис.2а, крива 5).



а



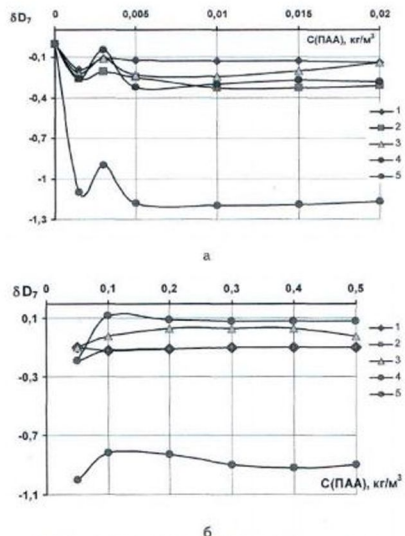
б

Рисунок 2 а, б. Залежність зміни оптичної густини від концентрації хімічної добавки ПАА: крива 1 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=1 \text{ кг/м}^3$, крива 2 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=2 \text{ кг/м}^3$, крива 3 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=3 \text{ кг/м}^3$, крива 4 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=4 \text{ кг/м}^3$, крива 5 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=5 \text{ кг/м}^3$.

а – при низьких концентраціях;
б – при високих концентраціях

Це свідчить про те, що гідрофільні макромолекули ПАА діють як диспергатори в даній системі за рахунок осмотичного тиску в місцях згущення частинок. Дійсно, утворення агрегатів частинок веде до того, що концентрація ПАА в об'ємі буде більшою, ніж в районі безпосереднього контакту частинок. В результаті цього макромолекули ПАА намагаються проникнути в агрегат і це призводить до створення розклинюючого тиску, який диспергує систему.

Послідовне введення в суспензію ПЕО, а потім ПАА позитивно впливає на осідання твердих частинок, особливо в області високих концентрацій (рис. 3 а, б). Це зумовлене тим, що введення ПЕО сприяє зменшенню гідродинамічного опору взаємодії частинок дисперсної фази. Тому частинки легко входять в контакт одна з одною, а вже потім під дією макромолекул ПАА утворюють флокули, які прискорено седиментують.



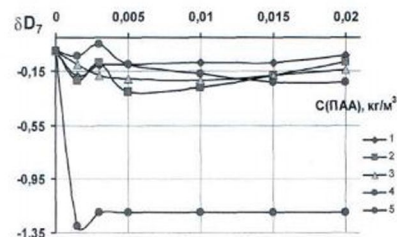
б

Рисунок 36. Залежність зміни оптичної густини від концентрації хімічних добавок при послідовному введенні ПЕО та ПАА: $C(\text{PEO})=0,05 \text{ кг/м}^3$; крива 1 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=1 \text{ кг/м}^3$, крива 2 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=2 \text{ кг/м}^3$, крива 3 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=3 \text{ кг/м}^3$, крива 4 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=4 \text{ кг/м}^3$, крива 5 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=5 \text{ кг/м}^3$.

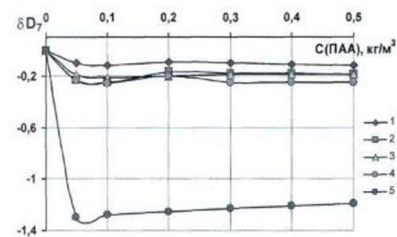
а – при низьких концентраціях;
б – при високих концентраціях

Введення суміші водорозчинних полімерів ПЕО і ПАА дуже ефективно впливає на флокуляцію, перш за все, за рахунок високої поверхневої активності міжмолекулярних асоціатів, які утворюються при взаємодії макромолекул ПЕО та ПАА [14]. Це видно із рис.4 а, б, при цьому існує та закономірність, що чим більша концентрація твердої фази, тим краще проходить

освітлення суспензії. Не виключено, що в таких міжмолекулярних асоціатах макромолекули ПЕО зменшують гідродинамічний опір, що позитивно впливає на подальший процес осідання.



а



б

Рисунок 46. Залежність зміни оптичної густини від концентрації суміші хімічних добавок ПЕО та ПАА: крива 1 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=1 \text{ кг/м}^3$, крива 2 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=2 \text{ кг/м}^3$, крива 3 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=3 \text{ кг/м}^3$, крива 4 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=4 \text{ кг/м}^3$, крива 5 – $C(\text{Si}_3\text{N}_4)=5 \text{ кг/м}^3$.
а – при $C(\text{ПЕО})=0,005 \text{ кг/м}^3$; б – при $C(\text{ПЕО})=0,01 \text{ кг/м}^3$

Висновки

1. Встановлено, що у водних суспензіях нітриду кремнію в присутності водорозчинних полімерів ПЕО та ПАА має місце зміна агрегативної стійкості дисперсної фази, що проявляється при осіданні під дією гідрофобних макромолекул ПЕО. Також проходить процес диспергування і стабілізації внаслідок взаємодії з гідрофільними макромолекулами ПАА.

2. Встановлено, що процес осідання, не зважаючи на різні за природою механізми, можна ефективно використовувати для освітлення забруднених вод від завислих частинок, що певною мірою покращить якість води.

Література

1. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. – Л.: Химия, 1987. – 208 с.
2. Бабенко Е.Д. Очистка сточных вод коагулянтами. – М.: Недра, 1977. – 356 с.
3. Домаревский В.А., Златев Т.П. Экология харчиных продуктов. – К.: Урожай, 1993. – 134 с.
4. Запольский А.К., Салюк А.И. Основы экологии: Учебник / За ред. К.М.Ситника. – К.: Вища шк., 2001. – 358с.: іл.
5. Кучерявий В.П. Экология. – Л.: Світ, 2000. – 500 с.
6. Охорона навколишнього природного середовища в Україні, 1994-1995. – К.: Вид-во Раєвського, 1997. – 95 с.
7. Степанчук В.В. Основы экологии / Букон, фін.-екон. ін.-т. – Чернівці, 1998. – 34 с.
8. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / А.К.Запольський, Н.А.Мінкова-Клименко, І.М.Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
9. Самыгин В.Л., Барский А.А., Ангелова С.М. О механизме взаимной флокуляции частиц различной крупности // Коллоид журн. – 1968. – т.30, № 3. – С. 581-586.
10. Санинчук Т.С., Руди В.П. Влияние поверхностно-активных веществ на контактные взаимодействия частиц в глинисто-солевых суспензиях // Коллоид журн. – 1987. – т.49, № 2. – С. 372-375.
11. Фролов Ю.Г., Гродский А.С. Агрегация частиц в седиментационно-неустойчивых системах // ЖВХО им. Д.И.Менделеева. – 1989. – т. 34, № 2. – С.38-47.
12. Зоннтаг Г., Штренте К. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем. – Л.: Химия, 1973. – 152 с.
13. Пеннер Д. Стабилизация коллоидных дисперсий полимерами. – М.: Мир, 1986. – 420 с.
14. Санинчук Т.С., Борук С.Д., Скрипский И.П. Влияние полиэтиленоксида и полиакриламида на процессы флокуляции в глинистой суспензии // Укр. Хим. Журн. – 1991. – т. 37, № 3. – С. 264-268.
15. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур // Коллоид журн. – 1979. – т.41, № 3. – С. 308-312.
16. Ладьяковский И.Я. Коллоидные фрактальные агрегаты или нет? // Коллоид журн. – 1992. – т.54, № 4. – С. 80-84