

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

на правах рукопису

ВІТЕНЬКО
ТЕТЯНА МИКОЛАЇВНА

УДК 628.322:661.43

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КОНДИЦІОНУВАННЯ ВОДИ
З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРОДИНАМІЧНОГО КАВІТАЦІЙНОГО РЕАКТОРА**

05.17.08. - процеси, машини та апарати хімічних та нафтопереробних виробництв

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ЛЬВІВ - 1996

66.0



Дисер

Робота виконана на кафедрі Обладнання харчових технологій Тернопільського приладобудівного інституту ім.І.Пулюя

Науковий керівник: - доктор технічних наук, професор Молчанов Анатолій Дмитрович

Науковий консультант: - кандидат технічних наук, доцент Петрик Михайло Романович

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор Семенишин Євген Михайлович
- кандидат технічних наук Гордієнко Євген Георгієвич

Провідна установа: - Національний Технічний Університет України (КПІ), Науково-дослідний інститут прикладних проблем гідроаеродинаміки і теплообміну

Захист відбудеться "___" _____ 1996р. о 15 год на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 04.06.08 при Державному університеті "Львівська політехніка" за адресою: 290646, Львів-13, пл.Св.Юра 3/4, корп.8, ауд.339.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічній бібліотеці Державного університету "Львівська політехніка" (вул.Професорська, 1).

Автореферат розіслано "16" січня 1996р.



Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Д 04.06.08 доктор хімічних наук, професор

В.М.Жизневський В.М.Жизневський

Загальновідома роль води у виробництві продукції всіх галузей народного господарства та існуванні біосфери. В сучасних умовах актуальною є проблема кондиціювання, тобто забезпечення якісних характеристик води у відповідності з вимогами стандартів чи технічних умов. В кінцевому результаті вода після її використання потрапляє у водосховища, тому пріоритетними є вимоги до кондицій води, яку дозволяється скидати у водоймища.

Вживання забрудненої води спричиняє до 80% захворювань людини, а водоймища та підземні джерела питної води забруднені скидами стічних вод, тому першочерговим завданням кондиціювання є дезинфекція питної та стічних вод.

Патогенна мікрофлора харчується органічними забрудненнями води, які при використанні хлору чи його сполук для дезинфекції дають канцерогенні та мутагенні сполуки, тому не менш актуальною є проблема очищення води від органічних забруднень.

В наш час у всьому світі первинне використання має окислення органічних забруднень води в процесі аеробного біохімічного очищення. Сучасні методи такого очищення теоретично можуть забезпечити пониження концентрації органічних речовин (фенолів, хлорованих вуглеводнів, бензину, продуктів молока, моноклортриазинових барвників) на 90-95%, але практично понижують її на 80%. Недоокислені органічні речовини забруднюють водоймища. В результаті гинуть гідробієнти, а вода дістає неприємний запах та присмак.

Знизити концентрацію фенолів, хлорованих вуглеводнів, нафтопродуктів в стічних водах можливо локальним очищенням з використанням озону на коксохімічних, нафтопереробних виробництвах, на підприємствах органічного синтезу, синтетичного каучуку, фармацевтичній і целюлозно-паперовій промисловості тощо.

Розповсюджений у світі метод кондиціювання питної та стічних вод озоном дуже дорогий, тому актуальним є пошук альтернативних технологій з використанням сильних окислювачів. Одна з них базується на явищі утворення озону, пероксиду водню та інших активних сполук в

ультразвуковому кавітаційному полі. Але ультразвукове устаткування має невелику потужність і велику вартість.

Для кондиціонування великих потоків води доцільно вивчити можливість використання простих гідродинамічних кавітаційних реакторів, в яких кавітація виникає за рахунок турбулізації рідини за перепорою.

Вирішенню цієї задачі на прикладі кондиціонування води різного призначення (води з вмістом барвників, нафтопродуктів, сполук двовалентного заліза, органічних речовин молока та мікроорганізмів) присвячена дана робота.

Актуальність роботи підтверджується її включенням до пріоритетного напрямку "Охорона навколишнього середовища" Постанови Верховної Ради України № 2705-XI від 16.10.1992 р., та плану НДР кафедри обладнання харчових технологій Тернопільського приладобудівного інституту ім. І.Пулюя ("Використання гідродинамічних кавітаційних реакторів в технології харчових виробництв для очистки та дезинфекції стічних вод", № 0193U39367 держреєстрації).

Мета роботи. Інтенсифікація процесів кондиціонування води з застосуванням гідродинамічного кавітаційного реактора та розробка технологічної схеми локальних очисних споруд.

Наукова новизна. Доведено суттєвий вплив кавітаційнохімічної дії та бародифузії в гідродинамічному кавітаційному полі на процеси окислення забруднень і дезинфекції води. Експериментально виявлено наявність пероксиду водню та озону в гідродинамічному кавітаційному полі. Вивчена кінетика окислення органічних (нафтопродуктів, молока, сироватки, шавлевої кислоти, барвників) та неорганічних (сполуки двовалентного заліза) забруднень і дезинфекції води.

Визначені кінетичні константи та порядок реакцій окислення під дією пероксиду водню.

Розроблено математичні моделі окислення та дезинфекції.

Визначено значення кінетичних коефіцієнтів необхідних для моделювання та проектування очисних споруд з використанням кавітаційних реакторів, напірних флотаторів та глибинних адгезійних сепараторів.

Практична цінність. Визначено оптимальні умови кондиціонування води в гідродинамічному кавітаційному реакторі для окислення забруднень та дезинфекції води. За результатами проведених досліджень розроблено схему локальних очисних споруд з використанням кавітаційного реактора і флотатора. Розроблені методики розрахунку устаткування для проєктування локальних очисних споруд в оптимальних умовах роботи.

Визначені характеристики роботи кавітаційного реактора в якості ежектора.

Показано, що обробка води в кавітаційному реакторі дешевша від її озонування в 2,5 раза, а вартість устаткування в 17 раз менша.

Результати роботи рекомендовано використати при реконструкції очисних споруд підприємств "Львівкомунекології", Тернопільського локомотивного депо. Дослідно-промислова установка для кондиціонування води була випробувана на Тернопільському заводі безалкогольних напоїв, що підтверджено відповідними актами.

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались на: наукових конференціях Тернопільського приладобудівного інституту в 1992-1994 р.р., на конференції "Екологія-95", (Дніпропетровськ, 1995 р).

Публікації. Основний зміст роботи викладений у двох наукових статтях, одній заявці на патент та 5 тезах наукових конференцій.

Автор захищає:

- ефекти бародифузії, кавітаційнохімічний синтез пероксиду водню та озону, кінетику окислення забруднень та дезинфекції води в кавітаційному реакторі, глибинному адгезійному сепараторі;
- запропоновані принципові схеми локальних очисних споруд з використанням гідродинамічного кавітаційного реактора;
- параметри оптимальних умов обробки води в гідродинамічному кавітаційному полі (тиск, швидкість обтікання перепони) та характеристики (тиск, витрата повітря, витрата рідини) при роботі кавітаційного реактора в якості ежектора;
- техніко-економічні показники використання гідродинамічного кавітаційного реактора для очистки та дезинфекції стічних вод.

Об'єм та структура дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, та додатків. Дисертація викладена на 122

сторінках друкованого тексту, містить 57 рисунків, 26 таблиць. Список цитованої літератури складає 160 найменувань.

Внесок автора у розробку наукових результатів, що виносяться на захист, є основним.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано доцільність і актуальність проблеми, викладена мета роботи, її значимість для науки і техніки, суть виконаних досліджень.

У першому розділі зроблено критичний огляд літератури, в якому розглянуто фізико-хімічні ефекти ультразвукової кавітації, кінетику окислення забруднень та дезинфекції, конструкції експериментальних стендів та методи дослідження. Сформульовано мету та напрямки досліджень.

Другий розділ присвячений методикам експериментів та об'єктам досліджень. В цьому розділі описано експериментальні стенди та методики проведення експериментів використаних для дослідження процесів окислення та дезинфекції води в гідродинамічному кавітаційному полі.

Як об'єкти досліджень використовували воду з домішками забруднень, які широко зустрічаються в стічних водах промислових підприємств. Велика кількість органічних і неорганічних речовин ускладнює можливість процесів дослідження кожного з них, тому для дослідів було вибрано воду з домішками деяких органічних (нафтопродуктів, молока, сироватки, шавлевої кислоти, барвників), неорганічних (сполук двовалентного заліза), що здатні окислюватись, та воду забруднену кишковою паличкою.

Основними методами аналізів були: дихроматометричний (визначення хімічного споживання кисню (ХСК), концентрації сполук двовалентного заліза), йодометричний (визначення концентрацій озону та пероксиду водню), фотометричний (визначення концентрації барвників), бродильний (визначення концентрацій кишкової палички).

Третій розділ присвячений дослідженню кінетики окислення забруднень води, які можуть окислюватись. В цьому розділі приведені

експериментальні результати по кінетиці окислення забруднень. Процес окислення досліджувався при кімнатній температурі, різних тисках в системі (0,2-0,5 МПа), різних швидкостях в зазорі між корпусом реактора і перепоною (20-35 м/с), різних об'єктах досліджень та концентраціях забруднень.

Отримані експериментальні результати обробки дистильованої води в гідродинамічному кавітаційному полі показали накопичення в розчині з часом озону і пероксиду водню (рис.1).

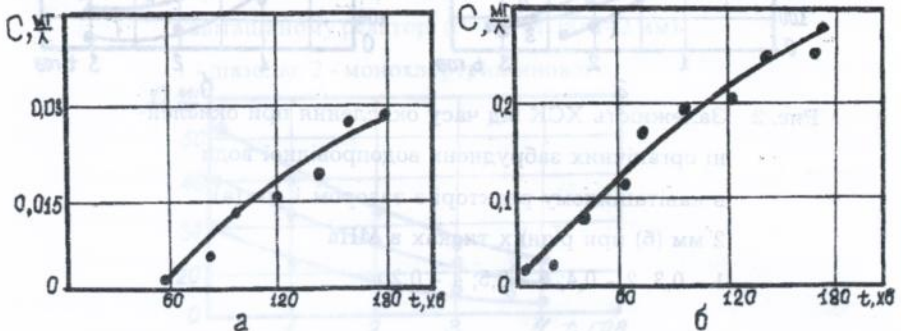


Рис. 1. Зміна концентрації озону (а), пероксиду водню (б) в часі при обробці дистильованої води в кавітаційному полі $P=0,3$ МПа; $d=2$ мм.

Малі концентрації цих речовин можна пояснити розкладом їх в процесі циркуляції по контуру установки. Крім того можливе окислення цих речовин киснем під тиском, коли концентрація його в воді збільшується пропорційно тиску. При цьому кислотність середовища збільшується, що підтвержує присутність окислювачів в гідродинамічному кавітаційному полі.

Дослідження кінетики окислення забруднень проводили на водопровідній воді (рис.2), воді з домішками нафтопродуктів (рис.3), воді забрудненій барвниками (рис.4), воді із вмістом сполук двовалентного заліза (рис.5), воді з домішками молока (рис.6), сироватки, шавлевої кислоти. Отримані залежності зміни ХСК в часі свідчать про значний

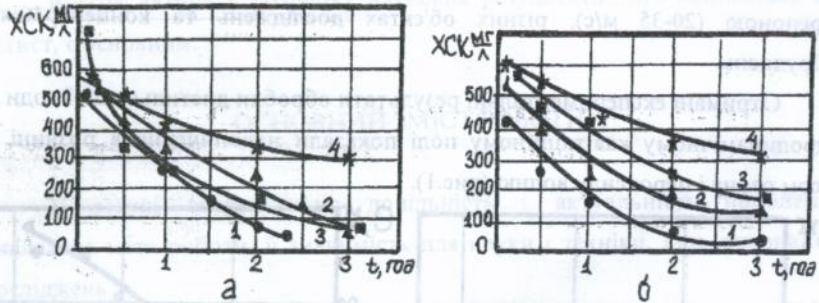


Рис. 2. Залежність ХСК від часу окислення при окисленні органічних забруднень водопровідної води в кавітаційному реакторі з зазором 1 мм (а), 2 мм (б) при різних тисках в МПа
1 - 0,3; 2 - 0,4; 3 - 0,5; 4 - 0,2.

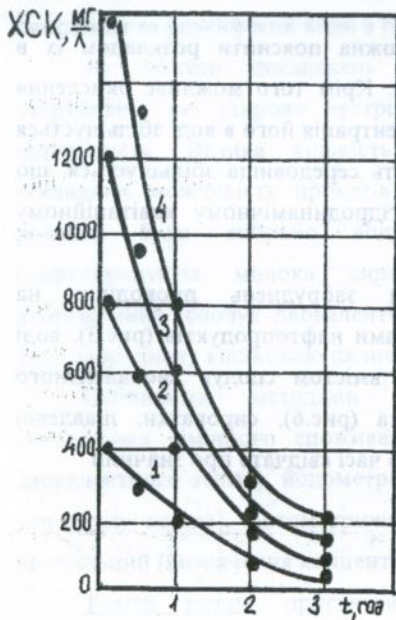


Рис. 3. Кінетичні криві залежності концентрації ХСК від часу при окисленні органічних забруднень води з домішками нафтопродуктів в кавітаційному полі при початкових концентраціях в мг/л ($P=0,3$ МПа, $\delta=2$ мм)
1-400; 2-800; 3-1200; 4-1600.

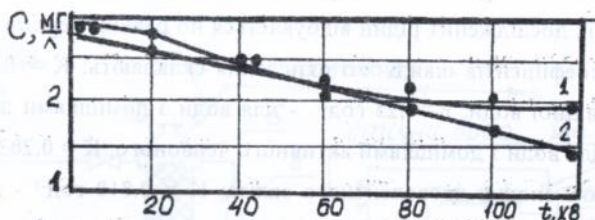


Рис. 4. Зміна концентрації барвників в часі при обробці в кавітаційному реакторі ($P=0,3$ МПа, $d=2$ мм)

1 - діазоліо; 2 - монохлортриазиного.

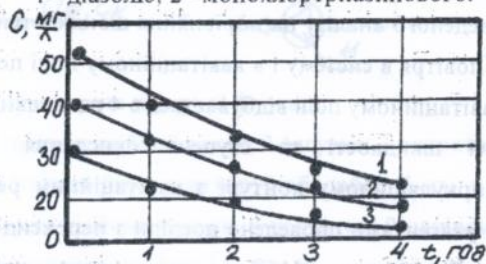


Рис. 5. Кінетика окислення сполук двовалентного заліза в кавітаційному полі при різних початкових концентраціях, мг/л ($P=0,3$ МПа, $d=2$ мм)

1 - 51; 2 - 40; 3 - 32.

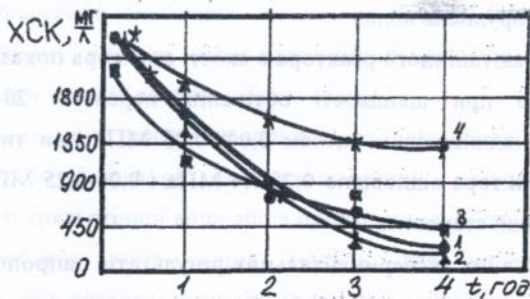


Рис. 6. Залежність ХСК від часу при окисленні органічних забруднень води з домішками молока в кавітаційному полі при різних тисках, Мпа

1 - 0,3; 2 - 0,4; 3 - 0,5; 4 - 0,2.

ефект окислення в гідродинамічному кавітаційному полі. Причому, існують оптимальні значення тиску та швидкості рідини в зазорі між перепонкою і порожниною реактора: тиск 0,3 МПа, швидкість 0,25 м/с.

Результати обробки експериментальних даних показали, що окислення всіх досліджених рідин відбувається по реакції першого порядку, а величини коефіцієнтів швидкості окислення складають: $K = 0,842 \text{ год}^{-1}$ - для водопровідної води, $K=0,25 \text{ год}^{-1}$ - для води з домішками діазоля; $K=0,35 \text{ год}^{-1}$ - для води з домішками активного червоного; $K = 0,203 \text{ год}^{-1}$ - для води з вмістом сполук двовалентного заліза; $K = 0,810 \text{ год}^{-1}$ - для води з домішками суміші нафтопродуктів; $K=0,402 \text{ год}^{-1}$ - для води з домішками молока; $K = 0,71 \text{ год}^{-1}$ - для води з домішками сироватки; $K = 0,819 \text{ год}^{-1}$ - для розчину щавлевої кислоти.

Результати проведеного аналізу на порівняння швидкостей окислення під тиском з подачею повітря в систему і в кавітаційному полі показали, що процес окислення в кавітаційному полі відбувається в 4 рази швидше.

Для порівняння швидкості та ступеня окислення органічних забруднень води в циркуляційному контурі з кавітаційним реактором із швидкістю окислення реагентами проведено досліди з пероксидом водню в якості окислювача. Результати свідчать, що ефект окислення в циркуляційному контурі з кавітаційним реактором краще ефекту окислення пероксидом водню концентрацією 900 мг/л в розчині, що підтверджує доцільність використання гідродинамічних кавітаційних реакторів для процесів окислення забруднень води.

Випробування кавітаційного реактора в якості ежектора показало, що кавітаційний реактор при швидкості обтікання перепони 20-30 м/с забезпечує вакуум з надлишковим тиском 0,008-0,05 МПа при тисках на вході і виході з реактора відповідно 0,25-0,4 МПа і 0,06-0,25 МПа. При цьому коефіцієнт ежекції становить 0,1.

На основі одержаних експериментальних результатів запропоновано (рис.7) модернізувати вузол напірної флотажії заміною ежектора кавітаційним реактором та використати абсорбер не тільки для приготування води з розчиненим повітрям для флотажії, а й для окислення органічних забруднень в режимі циркуляції рідини по контуру: циркуляційний насос 1 кавітаційний реактор 4 - абсорбер 5. При цьому збільшується час кавітаційнохімічної обробки та суттєво знижуються ХСК та колі-індекс.

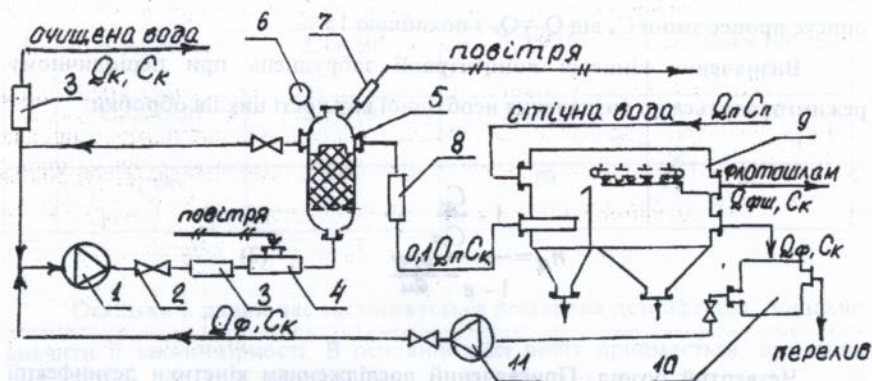


Рис. 7. Схема вузла напірної флотації.

- 1-циркуляційний насос; 2-засувка; 3-витратомір;
 4-кавітаційний реактор; 5-абсорбер; 6-манометр;
 7-редукційний клапан; 8-редуктор; 9-напірний флотатор;
 10 - бак; 11 - насос.

Практично розроблену схему локальних очисних споруд можна використати в двох режимах роботи:

- неперервне окислення органічних забруднень та дезинфекція в циркуляційному контурі насос-кавітаційний реактор абсорбер-напірний флотатор при великій витраті стічної води;

- періодичне окислення органічних забруднень та дезинфекція в циркуляційному контурі насос-кавітаційний реактор абсорбер при невеликій витраті стічної води або в процесі кондиціонування питної води.

Розроблена математична модель для неперервного процесу окислення, яка дозволяє визначити кінцеву концентрацію забруднень C_k при відомих витратах води, осаду, флотошлему та об'ємах абсорбера і флотатора:

$$C_k = C_n \frac{Q_n}{Q_k + Q_{oc} + Q_{\phi ш} + K_{\phi} V_{\phi} + K_A V_A} \quad (1)$$

Результати перевірки її на адекватність підтвержують, що рівняння (1) описує процес зміни C_k від $Q_n=Q_k$ з похибкою 15%.

Визначення кінцевої концентрації забруднень при періодичному режимі зводиться до визначення необхідної кількості циклів обробки:

$$n_{ц} = \frac{1 - \frac{C_k}{C_n}}{1 - e^{-\frac{KAV}{Q_{ц}}}} \quad (2)$$

Четвертий розділ. Присвячений дослідженням кінетики дезінфекції води.

Одержані результати (табл.1) дезінфекції води при обробці в циркуляційному контурі з кавітаційним реактором свідчать про принципову можливість дезінфекції питної води вищеписаним способом.

Таблиця 1

$C_{кв}$, ос/л	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	43	23
Час, хв	0	20	30	40	50	85	110

На цей процес дезінфекції впливає швидкість транспорту реагенту до ядра клітини, на яку можливий вплив імпульсних тисків та ударних хвиль, що утворюються в кавітаційному полі. Тому було досліджено ефект бародифузії (дифузії під впливом градієнту тиску). Виявилось, що при впливі градієнту тиску коефіцієнт дифузії на порядок перевищував коефіцієнт молекулярної дифузії.

Досліди в умовах молекулярної дифузії та бародифузії з водою, яка містила бактерії, показали (табл.2), що при дезінфекції води пероксидом водню з концентрацією 10 мг/л за 40 хвилин в умовах бародифузії концентрація колі-індекс на порядок менша. Це свідчить про суттєвий вплив бародифузії на дезінфекцію та необхідність вивчення цього явища.

1.	$C_{\text{кл}}, \text{ос/л}$	$2,4 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$2,4 \times 10^5$
2.	$C_{\text{кло}}, \text{ос/л}$	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^5$	$2,4 \times 10^4$
	$t, \text{хв}$	0	20	40

Оскільки в даний час застосовується реагентна дезинфекція, доцільно вивчити її закономірності. В основній масі робіт приймається, що зміна концентрації мікроорганізмів описується рівнянням, аналогічним реакції першого порядку. При цьому відсутні залежності концентрації живих клітин $C_{\text{кл}}$ від концентрації реагенту C_R .

Перевірка відомих дослідних результатів по дезинфекції з використанням реагентів H_2O_2 , Ag^+ , Cu^{2+} , показала, що $m = 2$. При цьому коефіцієнти швидкості дезинфекції $K_d = 29,4 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$ для Ag^+ , $K_d = 12,4 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ для Cu^{2+} , $K_d = 1,2 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ для H_2O_2 .

Аналіз залежностей $C_{\text{кл}} = f(C_R)$ показав, що у випадку використання Ag це лінійні залежності при $t > 0$, а у випадках дезинфекції існує індукційний період $t_{\text{ін}}$, на протязі якого реагент концентрацією C_0 не викликає дезинфекції (рис. 8).

Після цього $C_{\text{кл}}$ лінійно зменшується з ростом C_R . Це пояснюється тим, що реагент певний час не діє за рахунок абсорбції поверхнею клітини та часу проникнення всередину клітини через мембранну оболонку. При використанні Ag^+ виникає значне руйнування оболонки, внаслідок чого $t_{\text{ін}} = 0$.

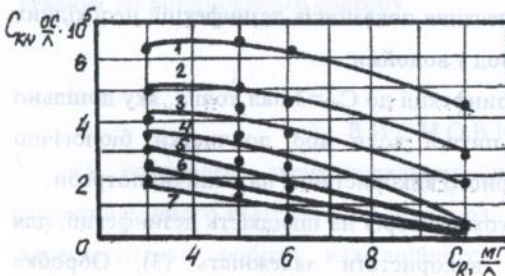


Рис.8 Залежність концентрації живих клітин від концентрації реагенту при різному часі обробки, хв

1 - 10; 2 - 15; 3 - 30; 4 - 60; 5 - 120; 6 - 150; 7 - 180.

Таким чином існує бактерицидна концентрація реагенту C_0 , з врахуванням якої експериментальні результати на рис.8 можливо описати з геометричних міркувань:

$$\frac{C_{к\lambda 0} - C_{к\lambda}}{C_R - C_0} = b_0 - at^m \quad (3)$$

де $b_0 = b$ при $t = 0$; a - експериментально знайдений коефіцієнт.

Обробка даних вищезгаданих графіків (рис.8) для часу t , більшого від індукційного періоду $t_{ин}$, дає лінійні залежності $C_{к\lambda} = f(C)$ для пероксиду водню і іонів міді з відповідними значеннями $b=0,95 \times 10^5$, $a=0,316 \times 10^5 \text{ год}^{-2}$ (пероксид водню); $b=5,5 \times 10^5$, $a = 2,75 \times 10^5 \text{ год}^{-2}$ (іони міді). При дезинфекції іонами срібла має місце нелінійна залежність (3), яка відображає явище руйнування оболонки клітини.

Обробка результатів для Ag^+ в логарифмічних координатах дає $b_0 = 2,3 \times 10^6$, $a = 5,76 \times 10^5 \text{ год}^{-2}$, $m = 2$.

В дослідях по дезинфекції стічної води в кавітаційному реакторі не фіксувались концентрації кисню, озону та пероксиду водню. Крім того, в даному процесі на кінетику дезинфекції суттєво впливають руйнування конгломератів клітин та їх оболонок в кавітаційному полі. Через це спочатку має місце різке зменшення концентрації $C_{к\lambda}$ в перші 15-20 хвилин циркуляції, а потім повільне відмирання найбільш сильних мікроорганізмів.

Кінетичну криву дезинфекції в кавітаційному полі доцільно поділити на дві стадії:

- перша стадія швидкої дезинфекції до $C_{к\lambda} = 500$ паличок коли/л, яку доцільно використати для забезпечення показників дезинфекції, необхідних при скиданні очищених стічних вод у водойми;
- друга стадія повільної дезинфекції до $C_{к\lambda}=3$ пал.коли/л, яку доцільно використати при дезинфекції питної води або доочистки біологічно очищених стічних вод для повторного використання на технічні потреби.

В умовах спільної дії кількох факторів на швидкість дезинфекції, для опису цього процесу можна використати залежність (3). Обробка одержаних експериментальних даних по дезинфекції в контурі з

кавітаційним реактором показала, що має місце перший порядок реакції $n=1$. При цьому константи швидкості дезінфекції складають $K_d=18,5 \text{ год}^{-1}$ для першого періоду (швидкої стадії) і $K_d=3,6 \text{ год}^{-1}$ для другого періоду (повільної стадії).

В п'ятому розділі дано рекомендації по використанню результатів роботи проаналізовано стан очистки та дезінфекції стічних вод на підприємствах харчової промисловості, розроблено схему локальних очисних споруд, методики розрахунку та рекомендації по вибору устаткування споруд з кавітаційним реактором, можливість доочистки питної та стічних вод в глибинних адгезійних сепараторах, проведено економічну оцінку результатів роботи.

Запропонована схема локальних очисних споруд працює наступним чином. На першому етапі вода потрапляє на барабанний проціджувач, в якому з неї виділяється частина завислих речовин та забруднення великих розмірів, які вивозяться на звалище. Далі вода надходить у відстійник, після якого встановлено флотатор. Очищена вода скидається у міську каналізацію.

Розроблено методики розрахунку флотатора, абсорбера, кавітаційного реактора, циркуляційних насосів для періодичних і неперевних режимів роботи.

Експериментальні результати по доочистці води в глибинних адгезійних сепараторах свідчать про суттєвий вплив глибини занурення барботера на степінь очищення.

Економічна оцінка показала, що очистка та дезінфекція 1 м^3 води способом, що пропонується, є дешевшою від озонування в 2,5 раза, а вартість устаткування в 17 раз менша, що доводить доцільність застосування запропонованого способу.

ВИСНОВКИ.

1. Розроблено схему локальних очисних споруд з використанням гідродинамічного кавітаційного реактора, та експериментально визначено характеристики роботи кавітаційного реактора в якості ежектора.

Установка для кондиціонування води випробувана на Тернопільському заводі безалкогольних напоїв, що підтверджується довідкою випробування.

2. Встановлено суттєвий вплив кавітаціохімічної дії на процеси окислення забруднень і одночасної дезинфекції води в гідродинамічному кавітаційному полі.

3. Визначено кінетичні константи та порядок реакцій окислення органічних забруднень води з домішками барвників ($K=0,35 \text{ год}^{-1}$, $n=1$), нафтопродуктів ($K=0,81 \text{ год}^{-1}$, $n=1$), з вмістом сполук двовалентного заліза ($K=0,203 \text{ год}^{-1}$, $n=1$), молока ($K=0,402 \text{ год}^{-1}$, $n=1$), сироватки ($K=0,71 \text{ год}^{-1}$, $n=1$), шавлевої кислоти ($K=0,819 \text{ год}^{-1}$, $n=1$).

Розроблена математична модель процесу окислення забруднень води і виконана її експериментальна перевірка на адекватність.

4. Досліджено основні закономірності дезинфекції води реагентами (H_2O_2 , Ag^+ , Cu^{2+}) та в гідродинамічному кавітаційному полі.

5. Встановлено суттєвий ефект бародифузії. Показано, що коефіцієнт бародифузії може на порядок перевищувати коефіцієнт молекулярної дифузії.

6. Приведено техніко-економічну оцінку результатів роботи. Показано, що в 2,5 рази зменшується собівартість кондиціонування води, вартість устаткування - в 17 раз, зменшуються також необхідні площі під технологічне обладнання у порівнянні з методом озонування.

7. Результати роботи прийняті для використання на підприємствах "Львівкомунекології" та Тернопільському локомотивному депо при реконструкції локальних очисних споруд.

Основний зміст дисертації викладено в наступних публікаціях:

1. Молчанов А.Д., Вербовський О.В., Новікова Т.М. Математичні моделі кінетики окислення органічних забруднень та дезинфекції стічних вод.// Теплоенергетичні системи та пристрої. Львів, 1993р., № 273, -С.20-22.

2. Молчанов А.Д., Новікова Т.М., Гнатів Р.М., Данильченко Н.Ю. Звукохімічний ефект окислення органічних забруднень стічних вод в гідродинамічному кавітаційному реакторі.//Український науковий журнал "Хіст" Української академії оригінальних ідей, Чернівці, 1995, № 3, -С.28.

3. Подана заявка на спосіб окислення забруднень та дезинфекції води та пристрій для його здійснення. //Молчанов А.Д., Вітьєнко Т.М.,

Карпінська І.А., Черномаз Н.Ю., Швед Г.Б., заявка № 95083666 від 04.08.1995р.

4. Молчанов А.Д., Новікова Т.М. Модернізація технологічних схем очисних споруд підприємств молочної промисловості.//Тез. доп. наук.-техн. конф. ТПІ, Тернопіль, 1992, -С.39.

5. Вербовський О.В., Новікова Т.М. Експериментальна оцінка ефекту бародифузії.//Тез. доп. наук.-техн. конф. ТПІ, Тернопіль, 1993р., -С.131.

6. Новікова Т.М., Данильченко Н.Ю. Гідрравлічне випробування кавітаційного реактора.//Тез. доп. наук.-техн. конф. ТПІ, Тернопіль, 1993р., -С.131.

7. Молчанов А.Д., Вітенько Т.М., Завойко В. Моделювання та дослідження процесу дифузійного окислення органічних сполук в кавітаційному реакторі.//Тез. доп. наук. конф. присвяченої 150-річчю Івана Пулюя, Тернопіль, 1995р., -С.32.

8. Витенько Т.Н., Гнатив Р.М., Реутский В.В. Исследование процессов очистки и дезинфекции сточных вод с использованием кавитационно-химического эффекта.//Тез. докл. науч. конф. "Экология-95", Днепропетровск, 1995г., -С.25.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ.

V_{ϕ} - об'єм флотатора, m^3 - порядок реакції дезинфекції;

K_{ϕ} - константа швидкості окислення у флотаторі, $год^{-1}$;

V_a - об'єм абсорбера, m^3 - порядок реакції окислення;

K_a - константа швидкості окислення в абсорбері, $год^{-1}$;

Q_k - витрата води, що відводиться, $m^3/год$;

Q_{α} - витрата води, що циркулює, $m^3/год$;

Q_{oc} - витрата води, що відводиться з осадом, $m^3/год$;

$Q_{фш}$ - витрата води, що відводиться з флотошламом, $m^3/год$;

$C_{п}$ - початкова концентрація забруднень, $мг/л$;

C_k - кінцева концентрація забруднень, $мг/л$;

n_{α} - кількість циклів циркуляції;

d - величина зазору між перепоною та корпусом реактора, $мм$.

Vitenko T.N. Intensification of processes of water conditioning with the use of hydrodynamic cavital reactor.

Thesis' presentation for competition of cadidate's degree of engineering sciences in speciality 05.17.08 Processes, Machines and Apparatus of Chemical and Oil-chemical Productions.- State University "Lviv Politechnic".- Lviv, 1996.

It defends eight scientific works which maintain the researches' results of processes of water conditioning with the use of hydrodynamic cavital reactor.

It was shown that the use of cavital reactor for intensification of water conditioning allows to accelerate these processes considerably.

The mathematic model of oxidizing process was obtained and optimum process conditions were determined. The comparative method's appreciation of methods of water conditioning with the use ozone, hydrogen peroxide, conditioning in process of aerobic biochemical rectification and with the use of hydrodynamic cavital reactor.

It was suggested the principal scheme of local cleaning buildings.

It was given the practical uses of method of water conditioning with the use of hydrodynamic cavital reactor.

АННОТАЦИЯ.

Витэнько Т.Н. Интенсификация процессов кондиционирования воды с использованием гидродинамического кавитационного реактора.

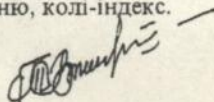
Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08.- процессы, машины и аппараты химических и нефтехимических производств, Государственный университет "Львовская политехника", Львов, 1996.

Защищается 8 научных работ, которые содержат результаты исследования процессов кондиционирования воды с использованием гидродинамического кавитационного реактора. Показано, что использование кавитационного реактора для интенсификации процессов кондиционирования воды позволяет значительно ускорить эти процессы. Получена математическая модель процесса окисления и определены оптимальные условия процесса. Проведена сравнительная оценка методов кондиционирования воды с использованием озона, перекиси водорода,

Львів М. В. Стрелюк
АН України

кондиционирования в процессе аэробной биохимической очистки и с использованием гидродинамического кавитационного реактора. Предложена принципиальная схема локальных очисных сооружений. Приведены пути практического использования способа кондиционирования воды с использованием гидродинамического кавитационного реактора.

Ключові слова: кавітаційне поле, окислення, дезинфекція, градієнт тиску, хімічне споживання кисню, колі-індекс.




153.377

АВ 33.977

Підписано до друку 29.12.95р. Формат 60x84¹/16

Тираж 100 примірників

282001, м. Тернопіль, вул. Руська 56

Віддруковано на видавничій системі  RIP 4300

в Тернопільському приладобудівному

інституті ім. І. Пулюя