

Хімічні та біологічні методи очистки стічних вод

План

1. Склад стічних вод
2. Основні хімічні методи очистки води
3. Дезінфекція стічних вод як один з методів хімічної очистки води
4. Фактори ефективності біологічної очистки та її види
5. Нові методи очистки води
6. Висновки

Склад стічних вод

За фізичним станом забруднення стічних вод поділяються на:

а) нерозчинні домішки, що знаходяться у воді у вигляді великих зважених часток (частинки діаметром більше десятих часток міліметра) і у вигляді суспензії, емульсії і піни (частинки діаметром від десятих часток міліметра до 0,1 мкм);

б) колоїдні частинки діаметром від 0,1 до 0,001 мкм;

в) розчинні частки, знаходяться у воді у вигляді молекулярно дисперсних частинок діаметром менше 0,001 мкм; вони вже не утворюють окремої фази, і система стає однофазною – істинним розчином.

За своєю природою забруднення поділяються на мінеральні, органічні, бактеріальні та біологічні.

До мінеральних забруднень відносяться пісок, глинисті частинки, частинки руди, шлаку, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, мінеральні масла, залізо, кальцій, магній, кремній, калій та інші неорганічні речовини.

Органічні забруднення бувають рослинного і тваринного походження. До рослинних належать: залишки рослин, плодоовочів і злаків, папір, масла (рослинні) та ін. Основним хімічним елементом цього роду забруднень є вуглець. До забруднень тваринного походження відносяться фізіологічні виділення людей і тварин, залишки м'язових і жирових тканин тварин,

клейові речовини та ін. Вони характеризуються досить значним вмістом азоту. Крім того, в стічних водах міститься фосфор, сірка і водень.

Бактеріальні та біологічні забруднення представляють собою різні мікроорганізми: дріжджові і цвілеві грибки, дрібні водорості і бактерії, у тому числі хвороботворні – збудники черевного тифу, паратифу, дизентерії та ін..

Цей вид забруднень властивий в основному побутовим водам і деякими видами виробничих стічних вод (стічним водам боєнь, шкіряних заводів, біофабрик і т. п.). За своїм хімічним складом вони належать до органічних забруднень, але виділяються в окрему групу зважаючи особливого взаємодії з забрудненнями інших видів. Приблизне співвідношення забруднень побутових стічних вод – мінеральні речовини в забруднення стічних вод становлять 42%, а органічні – 58% [1].

Основні хімічні методи очистки води

Хімічне очищення використовується як самостійний метод або як попередній перед фізико-хімічним і біологічним очищенням. Основними методами хімічної очистки ВСВ є нейтралізація та окиснення. Їх використовують для зниження корозійної активності ВСВ, видалення з них важких металів, очищення стоків гальванічних ділень, для окиснення сірководню й органічних речовин, для дезинфекції води та її знебарвлення.

Нейтралізація застосовується для очищення стоків гальванічних, травильних та інших виробництв, де використовують кислоти та луги. Нейтралізацію здійснюють шляхом змішування кислих вод з лугами, додавання до СВ реагентів (вапно, карбонати кальцію та магнію, аміак тощо) або фільтруванням через нейтралізуючі матеріали (доломіт, магнезит, крейда, вапняк тощо). Кількість реагенту для нейтралізації СВ (M_p) визначають за формулою:

$$M_p = \frac{100}{K \cdot B \cdot V_{ст} \cdot m \cdot C_k}$$

де K – коефіцієнт запасу реагенту; B – кількість активної складової в СВ; $V_{ст}$ – кількість СВ; m – витрата реагенту для нейтралізації активних речовин; C_k – концентрація кислоти та лугу.

Окиснення застосовується для знезараження СВ від токсичних домішок (мідь, цинк, сірководень, сульфід), а також від органічних сполук. Окисниками є хлор, озон, кисень, хлорне вапно, кальцію гіпохлорит тощо [2,3].

Умови застосування хімічних методів очищення ВСВ наведено у табл. 1

Призначення методу	Метод	Механізм методу	Спосіб застосування
1	2	3	4
Очищення від молекулярно-та іоннорозчинених домішок відбувається за рахунок взаємодії з хімічним реагентом, що призводить до видалення летких, газуватих, малорозчинних сполук та гідрооксидів металів, карбонатів, сульфатів тощо, або виділення металів методами цементації. Вибір способу осадження визначається фізико-хімічними властивостями розчинних речовин та утворенням осадів і техніко-економічними міркуваннями.	Хімічне осадження домішок	Різновид кристалізації твердої фази, але на відміну від неї супроводжується хімічною реакцією. Процес зародження твердої фази в цьому випадку відбувається в результаті пересичення, що виникає внаслідок перебігу хімічної реакції	Застосовують у хімічній, нафтохімічній промисловостях тощо
Приклади:			
1. Осадження сполук заліза, що утворюються при травленні сталі: $6 \text{FeCl}_2 + \text{O}_2 + 6\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 6 \text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{FeSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{CaSO}_4$			
2. Осадження алюмінату, що утворюється в результаті травлення або анодування: $2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{SO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$			
3. Осадження фосфатів, що утворюються в міських стічних водах: $2\text{PO}_4^{3-} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 2 \text{AlPO}_4 + 3\text{SO}_4^{2-}$ $\text{PO}_4^{3-} + \text{FeCl}_3 = \text{FePO}_4 + 3\text{Cl}^-$			

	Виділення металів цементацією	Цементация – процес витіснення з розчинів іонів одного металу іншим, при цьому перший з них переходить з іонного стану в металічний, а другий – металічного в іонний. З погляду електрохімічної теорії процес осадження ґрунтується на дії електричної пари, яка створює електрорушійну силу залежно від різниці потенціалів металів. Кольорові та благородні метали з мінералізованих вод виділяють методом цементації, який називають ще внутрішнім електролізом, або конкретним виділенням металу	Застосовують у гірничо-видобувній, металургійній промисловості тощо
Приклад: $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^0 = \text{Cu}^0 + \text{Fe}^{2+}$			
	Електролітичне виділення металів	Електролітичне виділення металів з водних розчинів під дією електричного струму завжди відбувається за більш електронегативного потенціалу ніж рівноважний потенціал відповідного металу за певних умов. Електрокристалізація здійснюється за таких стадій: доставка іонів, що розряджаються, з	Застосовують у гірничо-видобувній, металургійній промисловості

		<p>об'єму електроліту до поверхні електроду; перехід іонів на межі фаз від електроліту до металу та перетворенням іонів на адсорбовані іони й атоми; дифузія адсорбованих атомів на поверхні електрода до місця росту та побудови кристалічних решіток</p>	
<p>Приклад:</p> <p>Катод $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}^0$</p> <p>Анод $\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$</p>			
	Окисно-відновні процеси	<p>За окисники найчастіше використовують хлор та його сполуки (кальцію і натрію гіпохлорит, хлорне вапно, хлор (IV) оксид). За здатністю брати участь у реакціях заміщення хлорні реагенти розміщуються у такій послідовності: $\text{Cl}_2 > \text{HClO} > \text{ClO}^-$.</p> <p>У водних розчинах хлор гідролізує за реакцією:</p> $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$ <p>Збільшення величини рН водних розчинів призводить до утворення гіпохлорит-іонів – ClO^-.</p> <p>У сильно кислому середовищі домінує молекулярний хлор, за рН = 5 – хлорнуватиста кислота, а за рН = 10 – гіпохлорит іони.</p>	<p>Для знешкодження промислових стічних вод, які містять отруйні ціаніди, сірководню, гідросульфідів, сульфідів, метилмеркаптанів та ін.</p>

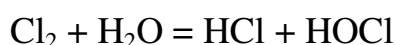
		Окисна здатність цих сполук різна, про що свідчить величина їхніх електродних потенціалів: $E^0 \text{Cl}_2 = 1,359$; $\text{HClO} = 1,5 \text{ В}$; $\text{ClO}^- = 0,906 \text{ В}$.	
Приклади:			
<p>1. Окиснення ціанідів хлором проводять лише у лужному середовищі: $\text{CN}^- + \text{OH}^- + \text{Cl}_2 = \text{CNO}^- + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ утворювані ціанати можна окиснити до азоту та карбон (IV) оксиду $2\text{CNO}^- + 3\text{Cl}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{CO}_2 + 6\text{Cl}^- + \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>2. При наявності амоніаку, амонійних солей або органічних сполук, що містять аміногрупи:</p> $\text{NH}_3 + \text{HOCl} = \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_2\text{Cl} + \text{HOCl} = \text{NHCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NHCl}_2 + \text{HOCl} = \text{NCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$			
	Нейтралізація	Реакція нейтралізація – хімічна реакція між речовинами, які характеризуються кислотними чи лужними властивостями. Реакція нейтралізації у водних розчинах відбувається між гідратованими іонами водню та іонами гідроксиду, які містяться в сильних кислотах та лугах: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, концентрація кожного з цих іонів стає рівною самій воді (10^{-7}), рН = 7	Промислові стічні води, які містять кислоти і луги тощо

Дезінфекція стічних вод як один з методів хімічної очистки води

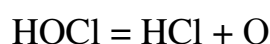
Знезараження (дезінфекцію) стічних вод виконують з метою знищення в них патогенних бактерій та запобігання, таким чином, водоймищ, куди вони скидаються, від зараження. Частково бактеріальні забруднення затримуються і в спорудах з очищення стічних вод, що спричинює

необхідність періодичної дезінфекції цих споруд. Знезараження повинні підлягати стічні води після їх механічного або штучного біологічного очищення. Що стосується стічних вод, які очищуються на полях фільтрації, а також в біологічних ставках, то дезінфекції вони не підлягають. Знезараження стічних вод може виконуватись різними способами: хлоруванням, ультрафіолетовими променями, електролізом, озонуванням та ультразвуком. Найбільш розповсюдженим у нашій країні на теперішній час способом є хлорування водним розчином газоподібного хлору або хлорним вапном.

Взаємодія хлору з водою описується реакцією:

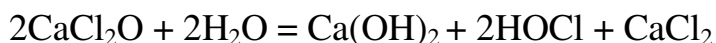


яка приводить до виділення соляної (HCl) та хлорноватистої (HOCl) кислот. Нестійка хлорноватиста кислота легко розпадається на соляну кислоту та атом кисню:



Атомарний кисень окислює речовини, які входять у склад кліток (протоплазми) бактерій, крім того на них діє сам хлор. Це і приводить до загибелі бактерій.

При використанні для дезінфекції хлорного вапна CaCl_2O процес протікає аналогічно описаному. Утворюється хлорноватиста кислота, кальцій хлорид CaCl_2 та вапно Ca(OH)_2 .



Кількість хлору, яка необхідна для процесу знезараження, значно більша, ніж потреба в ньому для руйнування кліток бактерій, оскільки частина хлору, що вводиться у воду, йде на окиснення органічних речовин та на реакції з мінеральними домішками, які містяться у стічних водах. Кількість хлору, що витрачається на ці процеси, характеризує хлоропоглинання стічної води. Кількість активного хлору, яка необхідна для обеззаражування 1 л або 1 м³ стічної води, яка виражена відповідно у мг/л

або г/м^3 , називається дозою хлору. Прийнята доза хлору повинна забезпечувати після 30-хвилинного контакту з водою наявність у ній надлишкового хлору у кількості 0,5-1 мг/л. Згідно до норм дози хлору призначаються такими: після механічного очищення – 10 г/м^3 відстояних стічних вод; після повного штучного біологічного очищення – 3 г/м^3 .

Для неочищених стічних вод, як установлено практикою, доза хлору повинна бути значно вище – до 60 г/м^3 , і навіть при цьому хлорування не дає надійних результатів, оскільки крупні частинки завислих речовин перешкоджають дії хлору на бактерії, які знаходяться усередині цих частинок. Для більш швидкої і кращої дезінфекції необхідно ретельне змішування хлорного розчину із стічною водою і достатній час контакту для проходження реакцій. Тривалість контакту відповідно до нормативу належить приймати 30 хв. Хлор дуже отруйний, тому вміст хлору у повітрі приміщення хлораторної не повинен перевищувати 0,001 мг/л. Вміст його у кількості 0,1-0,2 мг/л призводить до отруєння, а у кількості 0,3 мг/л і більше – смертельний.

Знезаражування стічних вод хлором та його похідними. Хлорування стічних вод рідким хлором виконують за допомогою хлоратора – приладу, який служить для приготування розчину та його дозування. Найбільш широке розповсюдження одержали вакуумні хлоратори ЛОНІІ-100 (рис. 1) та ЛК-10 двох типів: з рідинним вимірювачем витрати хлору (дифманометром) та з газовим вимірювачем (ротаметром).

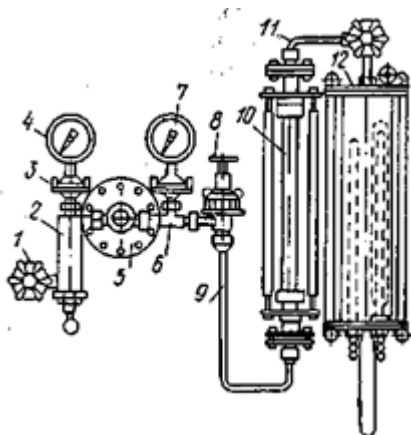


Рис.1 Хлоратор ЛОНИИ – СТО:

1 - запірний вентиль; 2 - фільтр; 3 - мембранна камера; 4 і 7 - манометри; 5 - редукційний клапан; 6 - трійник; 8 - регулюючий вентиль; 9 і 11 - з'єднувальні трубки; 10 - ротаметр; 12 - змішувач хлоргазу з водою.

Вакуумні хлоратори відрізняються безпечністю їх застосування. Споруди для хлорування складаються із хлораторної, змішувача та контактного басейну. У хлораторній розташовуються: витратний склад хлору, приміщення хлораторів (приготування та дозування розчину хлору). Для приготування та дозування розчину хлорного вапна частіше за все використовують пристрій, який складається із затворного, двох розчинних та дозуючого баків. У затворному баці із хлорного вапна та водопровідної води готують концентрований розчин, який вміщує 10-15% активного хлору. Цей розчин пропускають через розчинні баки, де його розбавляють водою, та одержують 2-3-процентний розчин, який вводять у воду, що обробляється. Дозу розчину хлору регулюють спеціальним краном. Потім розчин хлору поступає у змішувач, де змішується із стічною водою і разом з нею поступає у контактний резервуар. Для змішування частіше за все застосовують лоткові змішувачі. Час протікання стічних вод від змішувача до контактного резервуару і від нього до випуску у водоймище – 30 хвилин.

З технологічної точки зору найбільш простим, дешевим та надійним методом дезінфекції стічних вод є хлорування рідинним хлором або їх електроліз з одержанням натрій гіпохлориту. Санітарна оцінка вказаних методів однакова, але перевагу треба віддавати електролітичному методу, який може виконуватись без додавання хлороутримуючих речовин або з додаванням морської води чи повареної солі. При цьому методі виключається перевезення реагенту, відпадає потреба у поверненні тари, улаштуванні сховищ, прийнятті заходів з запобігання витоку токсичного хлор-газу і т. п.

В даний час зріс інтерес і до пероксиду водню, як знезаражувального агента, що забезпечує здійснення екологічно чистих процесів без утворення токсичних продуктів як при обробці стічної води, так і питної води. Проте

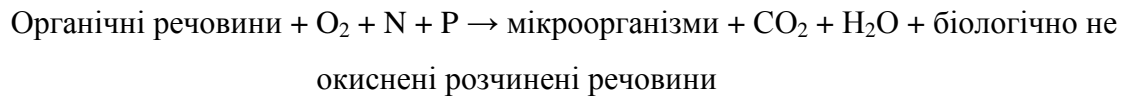
встановлено, що H_2O_2 надає інактивууючу дію на бактерії тільки в досить високих концентраціях. Такі дози призводять як до високих витрат на дезінфекцію, так і до скиду стічних вод з підвищеним вмістом пероксиду водню, для якого встановлені жорсткі гранично допустимі концентрації: 0,1 і 0,01 мг/дм³ у водоймах культурно-побутового і рибогосподарського призначення відповідно [4].

Фактори ефективності біологічної очистки та її види

Різноманітність видів бактерій зумовлена наявністю в стічній воді органічних речовин різних класів. Якщо у складі стічних вод є лише одна або декілька близьких за складом органічних сполук, то можливий розвиток монокультури бактерій. Скорочення видів бактерій можливе, якщо очищення проводять при відсутності розчиненого у воді кисню (в анаеробних умовах) або при надто великому співвідношенні кількості поданих на очищення забруднень і біомас мікроорганізмів.

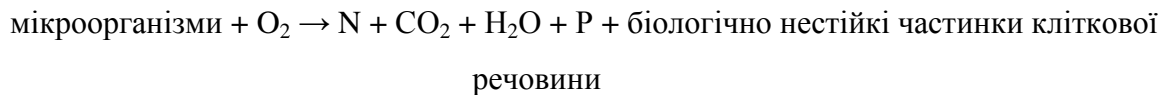
У процесі очищення стічних вод беруть участь дві групи бактерій: гетеротрофи та автотрофи. Ці групи бактерій відрізняються за способом використання джерела вуглецевого живлення. Гетеротрофи використовують вуглець з готових органічних речовин, що переробляються ними для отримання енергії, необхідної для біосинтезу клітин. Автотрофи для синтезу клітин застосовують неорганічний карбон, а енергію утримують у результаті фотосинтезу або хемосинтезу (окислення деяких органічних сполук: амоніаку, нітритів, солей двовалентного феруму, сірководню та ін.). Під дією мікроорганізмів можуть протікати окиснювальний (аеробний) або відновлювальний (анаеробний) процеси.

Механізм біологічного окислення в аеробних умовах гетеротрофними бактеріями можна подати у вигляді такої схеми:



Ця реакція описує процес окислення органічних речовин у стічних водах та утворення нової біомаси. При цьому в очищених стічних водах залишаються біологічно неокиснені речовини переважно в розчиненому стані, оскільки колоїдні та нерозчинені речовини виводяться із стічної води методом сорбції.

Після використання джерела живлення (повного окиснення органічних речовин) починається процес окиснення кліткової речовини за реакцією:



Аеробний процес може відбуватись нормально, якщо концентрація органічної речовини в очищеній воді, виражена у біологічній потребі в кисні, не перевищуватиме певне значення. У зв'язку з цим під час біологічного очищення концентровані стічні води розводять слабкоконцентрованими побутовими стічними водами, а в окремих випадках чистою водою.

Відновлюваний процес біологічного очищення стічної води відбувається за такою схемою:



Анаеробний процес часто застосовують для очищення дуже концентрованих стічних вод, що викидаються малярними, лакувальними, машинобудівними, деревообробними та іншими промисловими підприємствами.

Ефективність процесів біологічного очищення залежить від температури, рН середовища, наявності біогенних елементів, рівня живлення мікроорганізмів, кисневого режиму, вмісту токсичних речовин.

Найбільша ефективність біологічного очищення вод забезпечується при:

- температурі в очисних спорудах 20 – 30 °С;
- рН середовища 5 – 9 (оптимальне 6,5 – 7,5);
- достатній концентрації основних елементів живлення бактерій — органічного вуглецю (БСК), азоту і фосфору з розрахунку БСК : N : P = 100: 5:1;
- кількості забруднення, що припадає на 1 м³ очисної споруди, на 1 г біомаси або на 1 г беззольної частини біомаси (100— 300 мг БСК_{пов} на 1 г беззольної речовини);
- постійній концентрації розчиненого кисню не нижче 2 мг/л;
- допустимій дозі токсичних речовин, яка могла б негативно вплинути на біологічні процеси.

Нові методи очистки води

Найбільшого застосування набули біофільтри, так як вони стійкі до великих перепадів концентрації органічних забруднень в процесі їх очищення. В аеротенках вміст органічних речовин знижується на 88-95%, проте для очищення необхідні аеротенки великої місткості, які вимагають значних капіталовкладень для будівництва.

Для очищення стічних вод дріжджових заводів широко використовують метод безкисневої ферментації, тобто анаеробного зброджування. Але це не забезпечує належного ефекту очищення і цей метод може служити тільки попереднім ступенем очищення.

Очищення стічних вод активним мулом знижує концентрацію органічних забруднень до 40%, але при дуже тривалому часі аерації.

Альтернативою для реагентних способів очистки стічних вод дріжджової галузі можуть бути різні електрохімічні методи: обробка води змінним електричним струмом, дія надзвичайно високих частот (НВЧ), високих (ВЧ) та низьких частот (НЧ), ультрафіолетове опромінення, ультразвук та магнітна обробка.

Очищення стічних вод фізико-хімічними методами відбувається внаслідок перебігу реакцій під дією електричного струму. В електрохімічних процесах багато токсичних речовин змінюються, й утворюються інші, менш токсичні речовини. Іноді сполуки, які утворюються, мають малу розчинність у воді і випадають в осад.

Досі не існує достатніх доказів безпосереднього впливу НВЧ-поля на мікробну клітину. Проте дослідження за інтегральним ефектом дії НВЧ-поля на харчові об'єкти вказують, що можливою є пастеризація і стерилізація стічної води. У деяких випадках бактерицидний ефект пояснюють безпосередньою взаємодією електромагнітного поля з життєво важливими елементами клітини. Результатом цього є загибель або пригнічення її життєдіяльності.

Так в результаті випромінювання спостерігається часткова інактивація мікроорганізмів і зміна їх морфологічних властивостей. При цьому відбувається незначне підвищення температури, що пояснюється зміною проникності стінок клітин.

Експериментальна доказовість цього факту ускладнена через складність відокремлення одночасної теплової дії електромагнітного поля, яке навіть за малих потужностей може бути значним внаслідок локального виділення енергії, що є результатом дискретних властивостей самої клітини, її оболонки та зовнішнього середовища.

Існує декілька гіпотез про вплив НВЧ-поля на мікроорганізми. Так, при опроміненні клітин електромагнітним полем виділення енергії відбувається як в оболонці, так і внутрішньоклітинній речовині за рахунок миттєвого розповсюдження НВЧ-енергії по всьому об'єму клітини і визначається величиною падаючого потоку напруги і електричними характеристиками середовища. З іншого боку є гіпотеза про існування нетеплового ефекту електромагнітного НВЧ-поля. Вона полягає у тому, що під впливом таких полів всі поляризовані білкові ланцюги макромолекул орієнтуються в напрямку електричних силових полів, що може призвести до розриву водневих та інших макромолекулярних зв'язків.

На основі численних досліджень було встановлено, що бактерії в слабких електролітах гинуть при невеликій енергії при частоті електромагнітного поля порядку 10-30 МГц, а особливо при 60 МГц. Було висунуто припущення, що летальний вплив НВЧ-енергії на мікроорганізми слід віднести до теплового фактору. Встановлено, що обробка при низьких температурах не призводить до інактивації мікроорганізмів.

Відомо, що тривалість обробки залежить від потужності НВЧ-поля. На практиці швидкість НВЧ нагрівання характеризується або теплотою нагрівання, або тривалістю обробки одиниці маси продукту. Так, величини поглинання НВЧ-енергії більшою мірою залежить від частоти електромагнітного поля і діелектричних витрат обробленого продукту. Це пов'язано з тим, що величина тепла при обробці збільшується пропорційно до росту частоти і залежить від температури продукту та частоти генератора. Аналізуючи вище сказане, слід зазначити перспективність застосування надзвичайно високих частот, але значна вартість та складність апаратурного оформлення, виникнення температурної неоднорідності у продуктах, необхідність створення рівномірності поля, а також підвищенні вимог до кваліфікації обслуговуючого персоналу обмежують застосування способу електромагнітної надвисокочастотної обробки.

При використанні струмів високої частоти (ВЧ) середовище нагрівається і немає контакту з джерелом електроенергії. Основна частина електромагнітної енергії перетворюється на теплову в самому пастеризованому середовищі. При цьому має місце діелектричне нагрівання. ВЧ спостерігається при частотах 0,5-100 МГц і при відповідних довжинах хвиль 600^{-3} м.

Застосування цього методу виявився дорожчим, ніж традиційні методи, та не знайшов широкого практичного застосування.

Велике розповсюдження одержало застосування ультрафіолетового опромінення. Дія ультрафіолетових променів достатньо вивчена, є простою і відносно дешевою формою біологічно активного опромінення. Максимально ефективними є ультрафіолетові промені з довжиною хвилі 260 нм. Різні види мікроорганізмів мають різну чутливість до впливу ультрафіолетового опромінення, стійкість бактерій визначається їх природою та фазою розвитку.

Важливими параметрами для обробки стічних вод є потужність і доза опромінення. В залежності від дози опромінення можна спостерігати три основних періоди змінення, яке призводить до загибелі клітини. При дуже малому опроміненні в клітині з'являються вакуолі, які поступово збільшуються.

Друга фаза характеризується появою у плазмі клітин надзвичайно маленьких жирових кульок в результаті розщеплення ліпопротеїнового комплексу плазми.

Третя фаза настає при більш тривалому опроміненні, внаслідок чого відбуваються незворотні зміни в клітині. Спостерігається зникнення оболонки, залишається плазматичний вміст, який з'єднується між собою у грубозернисту масу, яка поступово руйнується. Таким чином ультрафіолетове опромінення прискорює темп життєздатності мікроорганізмів і викликає швидке старіння клітин.

Необхідно відмітити, що ефективність ультрафіолетового опромінення залежить від початкової концентрації мікроорганізмів в стічних водах. Для більш надійної обробки стічних вод необхідно застосувати бактерицидні установки, які обладнані джерелом ультрафіолетового опромінення з великим бактерицидним потоком, а це ускладнює їх впровадження на виробництві.

Застосування ультразвукових хвиль базується на їх властивості викликати миттєвий розрив клітин. Це спостерігається у тому випадку, коли інтенсивність акустичних коливань є достатньою для утворення кавітаційних бульбашок у середовищі.

За даними багатьох дослідників в полі ультразвукових хвиль піддаються дезінтеграції грампозитивні, грамнегативні, аеробні та анаеробні бактерії і дріжджі. В основному вибірковість дії ультразвукових хвиль на бактерії обумовлено морфологічними особливостями та їх функціональним станом.

Ефективність дії ультразвукових хвиль на мікроорганізми залежить від концентрації клітин в одиниці об'єму стічних вод, а також від рівня частоти ультразвуку. Порівнюючи результати впливу ультразвуку на дріжджі при частоті 0,6; 1 та 2 МГц можна відмітити, що максимальна загибель мікроорганізмів спостерігається при високій частоті.

Висока концентрація мікроорганізмів в середовищі негативно впливає на ефективність ультразвукового впливу. Так, при концентрації клітин 48 тис. в 1 мм³ їх загибель настає після 75 секунд обробки.

Дріжджові клітини дуже чутливі до дії ультразвукових коливань, в результаті яких спостерігається сильне ушкодження протоплазми, яке супроводжується звільненням великої кількості краплин жиру. Після 1-1,5 годин ультразвукової обробки кількість кисню, що споживається клітинами дріжджів знижується на 10-12%.

Недоліками цього методу є обмеження об'єму оброблюваного водного середовища через неоднорідність розподілу інтенсивності ультразвукових коливань в об'ємі пристрою, а для підвищення ефективності обробки потрібне збільшення часу експозиції [6].

Висновки

Проблема чистої води є однією з найактуальніших проблем початку століття. Для збереження місць забору питної води чистими необхідне якісне її очищення як за хімічними показниками так і бактеріологічними. Існує багато сучасних методів, пристроїв, здатних очищати стічні води. Використання певного з них залежить від складу забруднень у воді, подальшого її використання та виділених речовин. Найбільший інтерес і перспективу мають природні і найдешевші біологічні методи очищення, що представляють собою інтенсифікацію природних процесів розкладання органічних сполук мікроорганізмами в аеробних або анаеробних умовах.

Але так як вода у наш час дорожчає, тому виникає багато методів, які ґрунтуються на повторному використанні очищеної води у технологічних процесах, створюючи замкнені технологічні цикли.

Список використаної літератури

1. Склад стічних вод. Каналізація [Електронний ресурс] / [Яковлев С.В., Я. А Карелін, А. В. Жуков, С. К. Колобанов]. – М.: Стройиздат, 1983. – Режим доступу:
<http://bibliograph.com.ua/spravochnik-109-kanalizacia/61.htm>
2. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / [А.М. Когановский, Н.А. Клименко, Т.М. Левченко и др.].- М.: Химия, 1983. – 288с.
3. Краткий курс лекций по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды» [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://studme.org/12521228/ekologiya/teoreticheskie_osnovy_zaschity_okruzhayuschey_sredy
4. Ваганов І.І. Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища / Ваганов І.І., Маєвська І.В., Попович М.М.. – Вінниця:Універсум, 2009. – 360 с.
5. Промислова екологія: [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://pidruchniki.com/1584072041610/ekologiya/promislova_ekologiya
6. Сучасні підходи очищення стічної води біотехнологічних виробництв. Промислова екологія [Електронний ресурс] / [Струтинська А.В., Косоголова Л.О., Гаркава В.Г., Нежанківська В.Є.]. – К.:Ековидавництво, 2011. – Режим доступу:
<http://eco.com.ua/content/suchasni-pidkhodi-ochishchennya-stichnoi-vodi-biotekhnologichnikh-virobnitstv>