

рити та нітрати, а також зважені речовини. Визначено порушення технології відстоювання стічних вод у вторинному відстійнику, що призвело до інтенсифікації процесу біообростання стінок споруд. Доведено, що інтенсивне біообростання споруд призвело до вторинного забруднення очищених стічних вод, про що свідчить підвищення концентрації біогенних елементів у 2-2,5 рази. Шляхом гідробіологічної оцінки якісних характеристик мулу встановлено збільшення чисельності гідробіонтів-полісапробіонтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Любченко О.А. Микробная нитрификация и очистка воды / Любченко О.А., Могилович Н.Ф., Гвоздяк П.И. // Химия и технология воды. – 1996. – № 1. – С.98-107.
2. Stewart W.D. Liberation of extracellular nitrogen by two nitrogen – fixing algae / Stewart W.D. // Natur. – 1963. – № 20. – P.1020-1022.
3. Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей / Барашков Г.К. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 335с.
4. Сиренко Л.А. Суточная вертикальная миграция *Microcystis Aeruginosa* Kutz. Emend. Elenk и ее влияние на содержание азотистых компонентов в клетках / Сиренко Л.А., Кокыца П.Н. // Гидробиологический журнал. – 1981. – № 2. – С.50-58.
5. Басс Я.И. Поступление аллохтонных органических веществ и биогенных элементов в Днепровские водохранилища / Басс Я.И., Сипченко П.В. // Гидробиологический журнал. – 1990. – № 2. – С.79-83.
6. Смирнова Н.Н. Роль водных растений в круговороте органических веществ в водоеме / Смирнова Н.Н. // Гидробиологический журнал. – 1981. – № 1. – С.100.
7. Реконструкция и интенсификация работы очистных сооружений / [Воронов Ю.В., Соломеев К.П., Ивчатов А.Л. и др.]. – М.: Стройиздат, 1990. – 222с.
8. Васенко А.Г. Методика идентификации, оценки и приоритизации «горячих точек» в бассейне Днепра / Васенко А.Г. – К: ПолиграфКонсалтинг, 2004. – 118с.
9. Петраков І.Ю. Дотримання вимог санітарного законодавства у забезпеченні населення держави доброякісною питною водою / Петраков І.Ю. // Актуальні питання якості води в Україні: наук.-практ. сем., 2004 р.: матеріали семінару. – К: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2004. – С.4-22.

Надійшла до редколегії 03.02.2014.

УДК 628.1

ІВАНЧЕНКО А.В., к.т.н., доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет

УТИЛІЗАЦІЯ РІДКИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ

Вступ. Утилізація рідких відходів виробництва неорганічних речовин є важливим і актуальним питанням, що потребує наукового вирішення [1]. Адже при проектуванні водного господарства промислового об'єкта екологічно спрямованою є замкнута схема промислового водопостачання без скидів стічних вод у водойми. Такий підхід не тільки захистить водойми від забруднень, а і знизить витрати природних ресурсів.

У виробництві аміаку вода використовується для охолодження газу в закритих теплообмінних апаратах і для очистки газів від вуглекислоти. Задля отримання пом'якшеної води для таких технологічних цілей використовують метод фільтрування через катіонообмінні матеріали, які мають назву катіоніти. Для одержання пом'якшеної води з оптимальною лужністю використовують змішане H^+ - Na^+ катіонування, при якому видаляються іони Ca^{2+} та Mg^{2+} . Регенерація катіонітів після того, як в результаті обміну вони перейдуть в Ca^{2+} і Mg^{2+} форму, здійснюється розчинами сульфатної кисло-

ти. В результаті даних процесів при регенерації катіонітів у стічних водах, які являються високомінералізованими рідкими відходами, накопичуються солі кальцію та магнію (в основному сульфати), що зумовлюють постійну жорсткість зливної води.

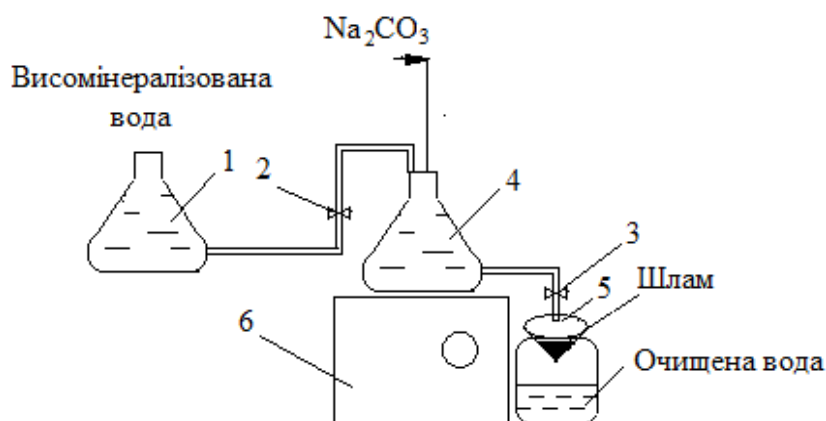
Постановка задачі. Поставлено задачу дослідити процес реагентної обробки високомінералізованої стічної води відділення водопідготовки виробництва аміаку із природного газу з метою доведення її якості до екологічно безпечного скиду.

Результати роботи. Для вирішення поставленої задачі обрано содовий метод пом'якшення води. Якість нечищених високомінералізованих стічних вод, які утворюються у відділенні водопідготовки виробництва аміаку, представлено у табл.1.

Таблиця 1 – Якість нечищених високомінералізованих стічних вод, які утворюються у відділенні водопідготовки виробництва аміаку

Склад стічних вод	рН	Лужність загальна, мг·екв/дм ³	Сухий залишок, мг/дм ³	Окислюваність перманганатна, мг/дм ³	Вміст, мг/дм ³	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺
1	9,7	1,23	1377	39,0	74,0	10,9
2	10,5	1,34	1417	25,6	137,0	15,2
3	8,3	2,05	2281	48,6	152,0	43,8
4	8,3	2,16	2020	38,7	204,0	17,6
5	7,9	2,96	1795	55,7	270,0	36,5
6	8,0	2,97	1906	52,2	284,0	33,4

У літературних джерелах [2] наводяться дані, в яких представлено закономірності процесу очистки природних вод содовим методом, проте механізм обробки високомінералізованих рідких відходів виробництва аміаку залишається недослідженим. Схему лабораторної установки обробки високомінералізованої стічної води содовим методом представлено на рис.1.



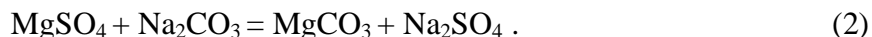
1 – емність; 2,3 – запірний вентиль; 4 – хімічний реактор реагентної обробки води; 5 – паперовий фільтр; 6 – магнітна мішалка

Рисунок 1 – Схема лабораторної установки обробки високомінералізованої стічної води содовим методом

Експеримент полягав в наступному. Кожну з шести проб (згідно із табл.1) високомінералізованої води з емності (1) подавали через запірний вентиль (2) у хімічний реактор (4) та обробляли содою визначеною дозою протягом двох годин, перемішуючи розчин магнітною мішалкою (6). Потім через запірний вентиль (3) оброблену воду пропускали через паперовий фільтр (5) і отримували таким чином пом'якшену очищену воду та шлам, який залишався на фільтрі у вигляді карбонатів кальцію та магнію. Через

кожні 0,5 години у пробах визначали вміст іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} .

Хімізм процесу можливо охарактеризувати такими рівняннями реакції:



Залежність вмісту іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} від дози соди, часу експерименту та вихідної концентрації у стічній воді представлено на рис.2 та 3. Причому, вихідна концентрація іонів Ca^{2+} відповідно становила: 1 – 74; 2 – 137; 3 – 152; 4 – 204; 5 – 270; 6-284 (рис.2) та іонів Mg^{2+} : 1 – 10,9; 2 – 15,2; 3 – 43,8; 4 – 17,6; 5 – 36,5; 6 – 33,4 (рис.3).

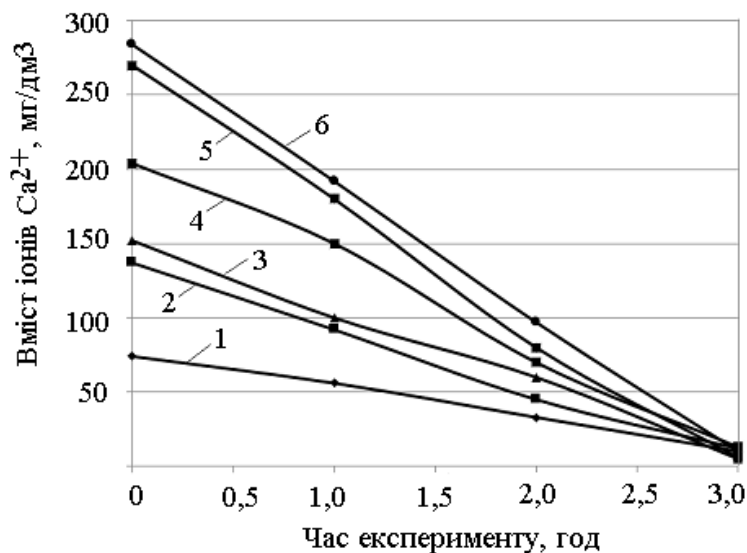


Рисунок 2 – Залежність вмісту іонів Ca^{2+} від часу експерименту та вихідної концентрації у стічній воді при дозі соди, моль/дм³: 1 – 0,0026; 2 – 0,0044; 3 – 0,0110; 4 – 0,0057; 5 – 0,0120; 6 – 0,0110

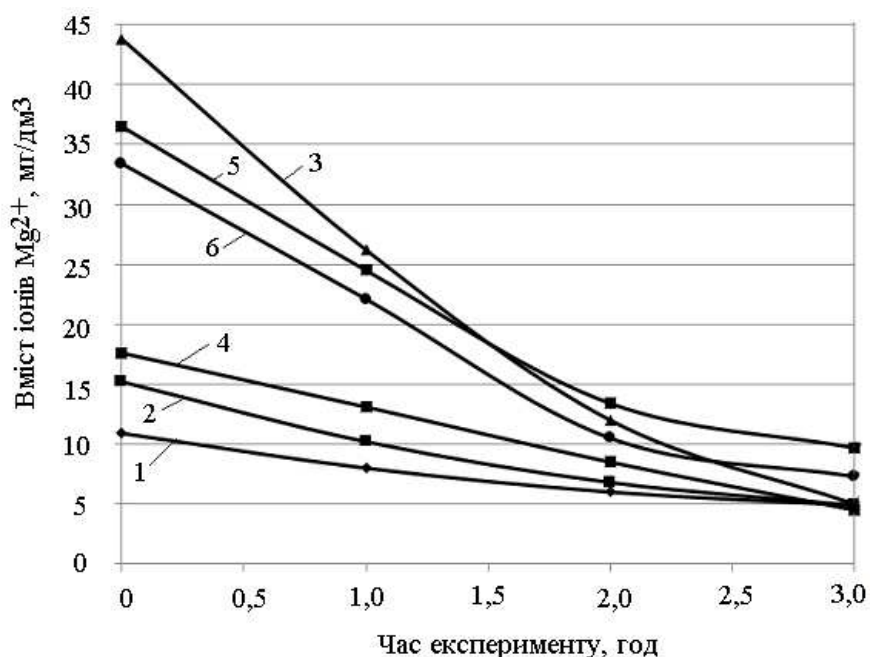


Рисунок 3 – Залежність вмісту іонів Mg^{2+} від часу експерименту та вихідної концентрації у стічній воді при дозі соди, моль/дм³: 1 – 0,0026; 2 – 0,0044; 3 – 0,0110; 4 – 0,0057; 5 – 0,0120; 6 – 0,0110

Якщо проаналізувати дані рис.2 та 3, то можна побачити, що, використовуючи содовий метод, можливо знизити постійну жорсткість до показників, які є близькими до нормативних даних якості води, що використовується в технологічних процесах, тобто до 2-7 мг·екв/дм³ [3, 4]. Постійна жорсткість у кожному зразку зливної води відповідно становить, мг·екв/дм³: 1 – 7,5; 2 – 8,45; 3 – 5; 4 – 8,75; 5 – 7,9; 6 – 8,75.

Доза соди (в моль/дм³), яка необхідна для зниження постійної жорсткості (Ж_п), що обумовлена наявністю сульфатів кальцію та магнію для всіх досліджених складів води, переважає розрахункову кількість і визначається за формулою [2]:

$$D_i = 53 \left(J_p + \frac{D}{E_k} + 1,5 \right), \quad (3)$$

де E_k – еквівалентна маса активної речовини, мг·екв/дм³;

D – величина, що залежить від кількості завислих речовин у вихідній воді, в моль/дм³ і може бути знайдена з виразу:

$$D = 3 \sqrt[3]{C}, \quad (4)$$

де C – кількість завислих речовин у вихідній воді (в перерахунку на суху речовину), моль/дм³.

В табл.2 наведено дози соди, розраховані за формулою (3) і підібрані експериментально.

Таблиця 2 – Дози соди і якість очищеної води

№ зразка зливної води	Доза соди Na ₂ CO ₃ , моль/дм ³		Якість очищеної води			
	Розрахункова	Експериментальна	рН	Вміст іонів, мг/дм ³		Обсяг шламу, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	
1	0,0026	0,0026	9,7	10,1	4,9	2,2
2	0,0044	0,0044	10,5	12,0	4,9	4,0
3	0,0055	0,0110	8,3	5,0	5,0	3,6
4	0,0054	0,0057	8,3	13,0	4,5	2,1
5	0,0077	0,0120	7,9	6,1	9,7	3,0
6	0,0077	0,0110	8,0	10,2	7,3	1,6

Як свідчить табл. 2, практично для всіх досліджених зразків високомінералізованої води фактична доза соди переважає розрахункову. Особливо велика різниця спостерігається для води з підвищеною окиснюваністю (вмістом вуглецю) більше 45 мгО₂/дм³ за перманганатом (зразки води № 3, 5, 6). Також виявлено, що доза соди прямо пропорційно залежить від вмісту іонів магнію у вихідній воді про що свідчить рис.4.

Так, для складів води № 1, 2, 4, у яких вміст магнію менший, ніж 20 мг/дм³, спостерігається схожість розрахункової і експериментальної дози соди. Для складів води № 3, 5 найбільший вміст магнію – 36-48 мг/дм³, і різниця розрахункових та фактичних доз – максимальна. Для складу № 6 характерний збільшений вміст магнію й висока окислюваність. Для цієї води різниця дози соди розрахункової і експериментальної також максимальна.

Математична обробка одержаної закономірності дозволила вивести рівняння:

$$\Delta D_c = 0,43 C_2 - 2, \quad (5)$$

де ΔD_c – надлишкова кількість соди в порівнянні з розрахунковою, яка необхідна для пом'якшення зливної води, моль/дм³;

C_2 – концентрація іонів магнію, що міститься в зливній воді, мг/дм³.

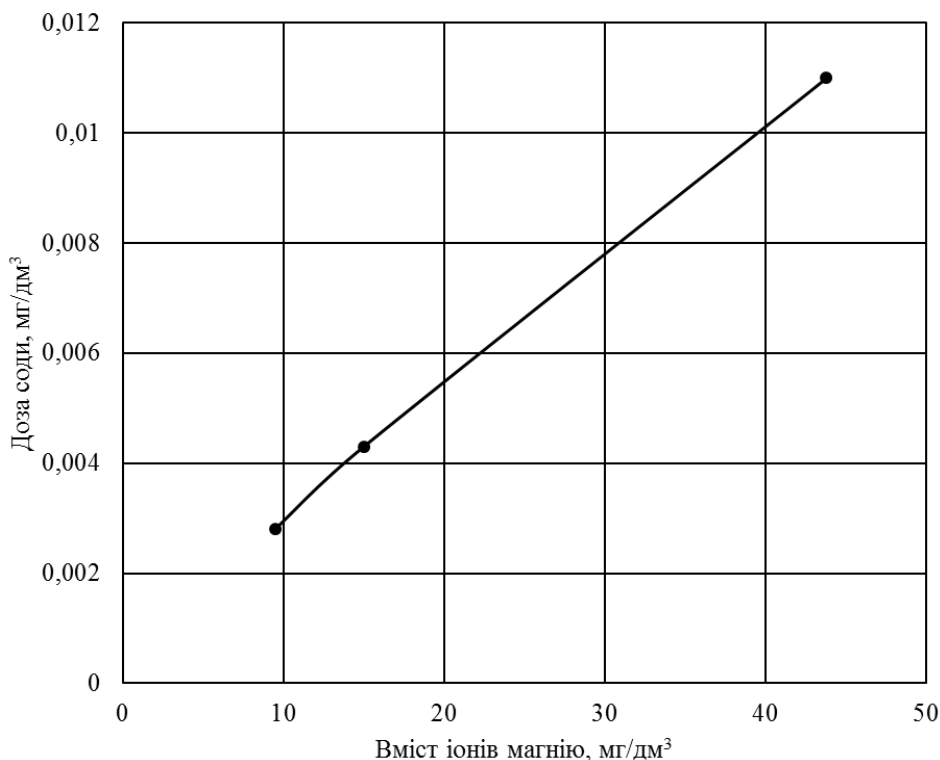


Рисунок 4 – Залежність дози соди від вмісту іонів магнію

Використовуючи формулу (5), можна у рівняння (3) внести поправку в сторону збільшення розрахункової кількості соди на величину ΔD_c . Рівняння (3) при цьому матиме наступний вигляд:

$$D_i = 53 \left(J_{\text{п}} + \frac{D}{E_{\text{к}}} + 0,43C_2 - 0,5 \right). \quad (6)$$

За даним виразом (6) можна розрахувати дозу соди, яка необхідна для пом'якшення зливної води із високим солевмістом.

Висновки. Отримано закономірності процесу утилізації високомінералізованої стічної води відділення водопідготовки виробництва аміаку содовим методом. Показано, що, використовуючи содовий метод обробки, можна знизити постійну жорсткість у зливній воді до 7,5-8,75 мг-екв/дм³. Експериментально виявлено, що доза соди залежить від вмісту іонів магнію у вихідній зливній воді, причому зі збільшенням концентрації іонів магнію доза соди збільшується. Виведено математичне рівняння для знаходження необхідної дози соди в залежності від якості вихідної високомінералізованої води.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іванченко А.В. Дослідження технології очистки стічних вод ПАТ „ДніпроАзот” / А.В.Іванченко, О.О.Фішбейн, М.Д.Волошин // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету (технічні науки). – Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2012. – № 1 (18). – С.195-197.
2. Лифшиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок / Лифшиц О.В. – М: Энергия, 1976. – 283с.
3. Когановский А.М. Обратное водоснабжение промышленных предприятий / А.М.Когановский, В.Д.Семенюк. – К.: Будівельник, 1975. – 232с.
4. Кульский Л.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды (в 2-х частях) / Л.А.Кульский, И.Г.Гороновский, А.М.Когановский. – К.: Наукова думка, 1980. – 1206с.

Надійшла до редколегії 30.06.2014.