

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 8th International Research and Practical Conference

**CHEMICAL TECHNOLOGY:
SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VIII Міжнародної науково-практичної конференції

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



Фармак



ISSN 2786-4898

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки збройних сил України
Публічне акціонерне товариство «Фармак»
Управління освіти Шосткинської міської ради
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 8th International Research and Practical Conference

CHEMICAL TECHNOLOGY: SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VIII Міжнародної науково-практичної конференції
**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**

(м. Шостка, 27-29 листопада 2024 року)



Суми

Сумський Державний Університет

2024

УДК 66.01

Редакційна колегія:

Головний редактор Закусило Р.В., доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н., доцент.

Заступник головного редактора Павленко О.В., завідувач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.

Відповідальний секретар Скуба Ю.Г. фахівець кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету.

Члени редакційної колегії:

Кравець В.Г. – професор кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, д.т.н., професор;

Худолей Г.М. – завідувач кафедри системотехніки і інформаційних технологій, к.т.н;

Тур О.М. – доцент кафедри економіки та управління, к.е.н.;

Тимофіїв С.В. – ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.х.н.;

Пригара І.О. – ст. викладач кафедри економіки та управління, к.е.н.

Збірник наукових праць VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», м. Шостка, 27 - 29 листопада 2024 року. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 242 с.

ISSN 2786-4898.

Збірник містить наукові праці учасників VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», що складаються з узагальнених матеріалів науково-дослідних робіт науковців різних галузей виробництва та наукових закладів України.

У збірнику висвітлюються актуальні питання спеціальної хімічної технології і виробництва боєприпасів, утилізації відходів виробництва різних галузей, енергозбереження, моделювання технологічних процесів, соціально-економічні аспекти виробництва та природокористування в умовах війни.

Збірник корисний робітникам хімічної промисловості, науковим співробітникам, аспірантам і студентам спеціальностей хіміко-технологічного та соціально-економічного профілів, фахівцям інформаційних технологій виробництва.

Наукові праці учасників конференції подаються в авторській редакції.

© Шосткинський інститут
Сумського державного університету, 2024
© Сумський державний університет, 2024

АНАЛІЗ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВ В УМОВАХ ПІДВИЩЕНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ТИСКУ

М.Г., Коваль¹, І.М. Куліш², М.В. Яковенко¹

¹Черкаський державний технологічний університет

²Херсонський національний технічний університет

m.koval@chdtu.edu.ua

Корозія завдає надзвичайно великої шкоди світовому господарству. Це виявляється у безпосередній втраті самих металів при корозійному руйнуванні, яка щорічно досягає близько 15% від кількості усього виплавленого металу та оцінюється у декілька мільярдів доларів. Спеціалісти підраховали, що в розвинених країнах збитки від корозії складають 3-4% валового національного доходу. Корозія є причиною непрямих збитків, зумовлених необхідністю дострокового ремонту чи навіть заміни зруйнованого обладнання, а також вартістю втрачених продуктів, наприклад, масла, газу, води із системи з прокородованими трубами або антифризу через зіпсований радіатор. Вихід природного газу та інших шкідливих чи агресивних речовин через отвори, утворені в результаті корозії, може призвести до пожеж, потужних вибухів з величезними матеріальними втратами і навіть до людських жертв [1].

Корозійні процеси у промисловому теплообмінному обладнанні є складними та потребують вирішення у багатьох галузях промисловості.

Для процесів консервування та пастеризації харчових продуктів використовують спеціальне обладнання – автоклав. Його дія заснована на значному підвищенні температури, що супроводжується високим тиском, за рахунок чого точка кипіння зміщується, доходючи до 125°C. Це дозволяє створювати умови для якісної обробки овочів, м'яса і будь-яких інших продуктів, розміщених всередині пристрою [2]. Під час роботи автоклава вода піддається тепловій обробці під підвищеним тиском, що негативно впливає на внутрішні стінки пристрою, піддаючи їх корозійному руйнуванню. Захист матеріалів від корозії має важливе значення. Умови навколишнього середовища, окислення, стирання, мінеральний (сольовий) склад води та інші фактори негативно впливають на термін служби установки, якість її роботи, що потребує визначення певного плану захисту, а згодом – уникнення додаткових витрат на ремонт автоклаву або заміну його окремих деталей [2].

Тому, з метою продовження терміну експлуатації та захисту обладнання, необхідно визначити протикорозійні методи захисту внутрішніх стінок автоклавів. Для цього необхідно розробити алгоритм дослідження та конкретних дій:

- аналіз вихідної води, яка використовується в автоклавах для консервування;
- аналіз відпрацьованої води (після обробки її високими тиском і температурою після процесу консервування);
- визначення методів очищення вихідної води;
- очищення вихідної води певними методами;
- аналіз очищеної води.

Мета роботи, обмежена даною публікацією – здійснити аналіз вихідної води та визначити її корозійний вплив в процесі експлуатації автоклавів при високому тиску та температурі; визначити шляхи очищення води.

Сучасними фізико-хімічними методами, які використовуються для очищення води є флокуляція, фільтрація, коагуляція, фотодеградація, мембранні процеси, фотокаталіз, зворотний осмос і хімічне окислення. Ці методи ефективні для

видалення кольору, але вони мають високу вартість, обмежене застосування та проблеми вторинного забруднення - утворення мулу, токсичних газів тощо [4]. Серед методів, які успішно застосовуються для вирішення завдання очищення води є достатньо простий та ефективний метод сорбційного очищення [5]. Активоване вугілля є широко використовуваним адсорбентом для адсорбційного процесу водоочищення. Однак комерційне активоване вугілля залишається дорогим, що викликає великий інтерес до недорогих, природних та екологічно чистих адсорбентів [6]. Перспективним кандидатом в адсорбенти в цю категорію є β -циклодекстрин (β -CD). β -CD – циклічний олігосахарид, що містить сім α -1,4-зв'язаних D-глюкопіраноз які поділяються на три типи (α -, β - та γ -CD) [7]. Протягом багатьох років β -CD використовується в багатьох галузях: фармацевтика, харчові продукти, косметика, хімічна продукція, водоочищення. Перевагами цього адсорбенту є одночасне видалення кольору та йонів важких металів. Як правило, метали можуть бути виведені за допомогою механізмів комплексоутворення, взаємодії або йонного обміну. Ефективність адсорбенту залежить від різних факторів, особливо від техніки приготування і оптимального рівня рН. Полімер CD має депротоновані гідроксильні групи, які міцно зв'язують метал в первинних умовах. Існують наукові праці, які доводять адсорбцію йонів важких металів (Ni(II), Cu(II) та Pb(II)) [8].

Дослідженню підлягала вихідна вода Херсонського регіону України, яка використовується в автоклавах для консервування. Здійснено аналіз трьох зразків води:

Зразок 1 – водопровідна вода (вихідна);

Зразок 2 – вода після використання в автоклаві;

Зразок 3 – водопровідна вода, очищена адсорбційним методом з використанням β -циклодекстрину.

Здійснено фізико-хімічний аналіз досліджених водних систем. Електропровідність визначено з використанням кондуктометричного методу за допомогою лабораторного кондуктометра MP 521. Мутність визначали мутноміром (турбідиметром) CyberScan TB1000 (Нідерланди) з використанням турбідиметричного методу. Густина досліджуваних розчинів визначали за допомогою лабораторного ареометра АОН-1 ГОСТ 18481-81 20°C (№ 8). Результати фізико-хімічного аналізу водних систем наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 Порівняльний фізико-хімічний аналіз досліджених водних систем

Показник	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Забарвлення (колір)	безбарвний	безбарвний	білуватий
Мутність, мг/дм ³	1,06	0,1	6,67
Запах, бали при 20°C	0	0	3
Осад і плаваючі домішки	відсутні	пластівці бурого кольору	присутні
рН	7,42	7,64	4,55
В'язкість, кг/м ³	1,003	1,000	1,001
Електропровідність, мСм/см	1180	1130	1310

Високе значення електропровідності всіх досліджених водних систем вказує на великий вміст розчинених у воді солей, що потребує очищення та подальших досліджень з метою нормалізації сольового складу та, відповідно, впливу його на корозійну стійкість внутрішніх стінок автоклаву. Використання адсорбенту β -циклодекстрину призводить до утворення мутності води, що потребує додаткового фільтрування, появу специфічного запаху та значного зменшення рН води.

Зразки води аналізували згідно ДСТУ EN ISO 11885:2019 Якість води. Визначення хімічних елементів здійснено методом оптичної емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-OES) (EN ISO 11885:2009, IDT; ISO 11885:2007, IDT) емісійним спектрометром паралельної дії з індуктивно зв'язаною плазмою Shimadzu ICPE – 9800. Результати досліджень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 Елементний склад у досліджуваних водних системах

Хімічний елемент	Зразок 1		Зразок 2		Зразок 3	
	вміст хімічного елементу, мг/л	\pm^*	вміст хімічного елементу, мг/л	\pm^*	вміст хімічного елементу, мг/л	\pm^*
Al	0,08	0,04	<0,07	-	0,10	0,04
B	0,58	0,20	0,19	0,08	0,29	0,11
Ca	26,70	5,21	30,90	5,90	37,70	6,98
Cd	<0,08	-	<0,08	-	<0,08	-
Co	<0,002	-	<0,002	-	0,00	0,00
Cr	<0,007	-	0,01	0,00	<0,007	-
Cu	<0,007	-	0,03	0,01	0,02	0,01
Fe	110,00	17,35	1,70	0,50	21,60	4,35
K	6,22	1,51	5,47	1,36	9,47	2,16
Mg	40,43	7,41	35,13	6,58	43,03	7,82
Mn	0,39	0,14	<0,08	-	0,08	0,04
Mo	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-
Na	146,63	22,14	140,63	21,37	162,63	24,18
Ni	0,04	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01
P	0,35	0,13	<0,16	-	1,44	0,44
Pb	0,58	0,20	0,09	0,04	0,04	0,02
S	12,30	2,70	10,20	2,30	18,10	3,75
Si	2,54	0,71	2,29	0,65	2,86	0,78
Zn	0,04	0,02	0,02	0,01	0,08	0,04

\pm^* - розширена невизначеність вимірювань визначає інтервал навколо результату вимірювання, в межах якого ймовірно знаходиться більша частина розподілу значень, які обґрунтовано можуть бути приписані вимірюваній величині [9]

Результати, наведені в таблиці 2, свідчать про високий вміст заліза та інших хімічних елементів у вихідній воді та воді, очищеній адсорбентом β -циклодекстрином, що значно погіршує їх технологічні та експлуатаційні властивості.

На основі виконаних лабораторних досліджень та з метою визначення шляхів зменшення корозії автоклаву в процесі його використання, можна зробити такі висновки та надати такі рекомендації:

– За результатами показників електропровідності, водопровідна вода Херсонського регіону у своєму складі містить багато розчинних солей, вміст яких негативно впливає на роботу автоклава в процесі консервування, призводячи до корозійних руйнувань його внутрішніх стінок.

– Очищення водопровідної води сорбентом β -циклодекстрином не усуває елементного та сольового складу води, призводить до зменшення рН, появу кольору, мутності та запаху, тому є недоцільним для використання.

– Серед основних шляхів щодо зменшення корозійного впливу води на внутрішні стінки автоклаву в процесі експлуатації, рекомендується її попереднє очищення багатопшаровими фільтрами.

– Нормалізацію сольового складу та пом'якшення води рекомендується здійснювати за допомогою іоннообмінних мембран та сорбційних фільтрів.

Список літературних джерел

1. Загальна хімія. Корозія металів. [Електронний ресурс]: режим доступу https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:c025ee0d1cacd40c9b6db4f8ec2bad8c5184bb2c/latest/472197/index.html

2. Як працює автоклав: інструкція і принцип роботи [Електронний ресурс]: режим доступу <https://autoclav.com.ua/ua/blog/kak-rabotaet-avtoclav/>

3. Бакихін Є. Як вибрати правильний захист від корозії в різних середовищах [Електронний ресурс]: режим доступу <https://ask.hilti.ua/article/що-таке-корозія-і-як-захистити-від-неї/anjwq>

4. Chandanshive V., Kadam S., Rane N., Jeon B.H., Jadhav J., Govindwar S. In situ textile wastewater treatment in high rate transpiration system furrows planted with aquatic macrophytes and floating phytobeds // *Chemosphere* – 2020, 252:126513. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2020.126513](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126513)

5. Sulaiman N.S., Ahmad Zaini M.A., Arsad A. Evaluation of dyes removal by beta-cyclodextrin adsorbent // *Materials today: Processing*. 2021, № 39 (2). P. 907-910. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.696>

6. Zubir M.H., Zaini M.A., Arsad A. Twigs-derived activated carbons via $H_3PO_4/ZnCl_2$ composite activation for methylene blue and congo red dyes removal // *Scientific Reports*. Vol. 10, 2020: 14050. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71034-6>

7. Huang W., Hu Y., Li Y., Zhou Y., Niu D., Lei Z., Zhang Z. Citric acid-crosslinked β -cyclodextrin for simultaneous removal of bisphenol A, methylene blue and copper: The roles of cavity and surface functional groups // *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 2018, Vol. 82, 189-197. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2017.11.021>

8. Syeda S.E., Nowacka D., Khan M.S., Skwierawska A.M. Recent Advancements in Cyclodextrin-Based Adsorbents for the Removal of Hazardous Pollutants from Waters // *Polymers*, 2022, 14(12), 2341. <https://doi.org/10.3390/polym14122341>

9. ДСТУ ISO/TS 21749:2013 Невизначеність вимірювання в метрологічній практиці. Повторні вимірювання та ієрархічні експерименти.