

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Вдосконалення методів та засобів очищення води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів»

Виконав: студент групи ЕКО-21м
спеціальності 101 - Екологія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Саківський Н. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор кафедри ЕХТЗД

Сакалова Г. В.

(прізвище та ініціали)

«12» 12 2022 р.

Опонент: к.х.н., доцент кафедри ЕХТЗД

Тітов Т.С.

(прізвище та ініціали)

«12» 12 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕХТЗД

д.т.н., проф. Петрук В.Г.

(прізвище та ініціали)

«13» грудня 2022 р.



Вінниця ВНТУ – 2022 рік

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Екології, хімії та технологій захисту довкілля
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 10 «Природничі науки»
Спеціальність 101 – «Екологія»
Освітньо-професійна програма «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕХТЗД
д.т.н., проф.  В.І. Петрук
(підпис)
“28” вересня 2022 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Саківському Назару Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення методів та засобів очищення води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів.

керівник роботи Сакалова Галина Володимирівна, д.т.н., професор
затверджено наказом по ВНТУ від “28” вересня 2022 року №277.

2. Строк подання студентом роботи “13” грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: умови проведення та результати аналізів рідкофазного окиснення хлорорганічних пестицидів (табл.2.1.).



4. Зміст текстової частини:

1. Дослідження процесів, що відбуваються під впливом плазми у воді, забрудненій пестицидами.
2. Вдосконалення методів знешкодження непридатних пестицидних препаратів.
3. Вдосконалення методів обробки стічних вод забруднених непридатними пестицидними препаратами.
4. Техніко-економічне обґрунтування використання обладнання для очищення стічних вод.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Схема експериментальної установки обробки води тліючим розрядом.
2. Блок-схема установки для обробки рідин у проточному режимі.
3. Мікробіологічні показники після використання плазмохімічно активованих водних розчинів.
4. Результати знешкодження непридатних пестицидів.
5. Система для знешкодження токсичних речовин.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4 Техніко-економічне обґрунтування використання обладнання для очищення стічних вод	Краєвська Алла Станіславівна		

7. Дата видачі завдання "28 вересня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розроблення технічного завдання	4.10.2022	
2	Вдосконалення методів знешкодження непридатних пестицидних препаратів.	15.10.2022	
3	Вдосконалення методів обробки стічних вод забруднених непридатними пестицидними препаратами.	25.10.2022	
4	Вдосконалення методів дезінфекції технологічного обладнання, пакування і тари.	5.11.2022	
5	Експериментальні дослідження обробки рідини плазмохімічним методом.	15.11.2022	
7	Виконання економічної частини	5.12.2022	
8	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури	13.12.2022	

Студент


(підпис)

Саківський Н. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Сакалова Г. В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 504.064

Саківський Назар Олександрович. Вдосконалення методів та засобів очищення води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 101 – екологія, освітня програма – Екологія. Вінниця: ВНТУ, 2021. 100 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 32 назв; рис.: 11; табл. 9.

В магістерській кваліфікаційній роботі здійснено дослідження процесів, що відбуваються під впливом плазми у воді, забруденій пестицидами. Вдосконалено методи знешкодження непридатних пестицидних препаратів. Вдосконалено методи обробки стічних вод забрудених непридатними пестицидними препаратами.

Ключові слова: вода, пестициди препарати, забруднення.

ABSTRACT

Sakivsky Nazar Oleksandrovykh. Improvement of methods and means of water purification from residues of unusable pesticides and pesticide-containing waste. Master's thesis on the specialty 101 - ecology, educational program - Ecology. Vinnytsia: VNTU, 2022. 100 p.

In Ukrainian language. Bibliographer: 32 titles; fig.: 11; tabl. 9.

In the master's qualification work, a study was made of the processes occurring under the influence of plasma in water contaminated with pesticides. Methods for neutralizing unsuitable pesticide preparations have been improved. Methods for treating wastewater contaminated with unsuitable pesticides have been improved.

Keywords: water, pesticide preparations, pollution.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПІД ВПЛИВОМ ПЛАЗМИ У ВОДІ, ЗАБРУДНЕНІЙ ПЕСТИЦИДАМИ	8
1.1 Реалізація тліючого розряду в системі газ-рідина	8
1.2 Окислення органічних речовин методом електророзрядної плазми...	18
1.3 Фізико-хімічний склад та органолептичні властивості обробленої води	21
2 ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЗНЕШКОДЖЕННЯ НЕПРИДАТНИХ ПЕСТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ	28
2.1 Метод окисного рідкофазного знешкодження пестицидів хлорорганічного ряду	28
2.2 Метод утилізації некондиційних пестицидів	31
3 ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ СТІЧНИХ ВОД ЗАБРУДНЕНИХ НЕПРИДАТНИМИ ПЕСТИЦИДНИМИ ПРЕПАРАТАМИ	35
3.1 Метод комплексної обробки води	35
3.2 Пристрій для обробки рідини плазмохімічним методом	39
3.3 Система для знешкодження токсичних речовин	44
3.4 Пристрій для проведення плазмохімічних процесів	54
3.5 Метод дезінфекції технологічного обладнання, пакування і тари ...	61
3.6 Метод знешкодження токсичних сполук	66
3.7 Система для знешкодження токсичних речовин	70
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИС- ТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	76
4.1 Розрахунок суми податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти	76
4.2 Розрахунок кошторису капітальних витрат на проведення	80

природоохоронних заходів для зменшення скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти	
4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат під час використання обладнання очищення стічних вод	83
4.4 Визначення економічного ефекту та терміну окупності під час використання обладнання очищення стічних вод	86
4.5 Розрахунок терміну окупності витрат під час використання обладнання очищення стічних вод	86
4.6 Висновки до четвертого розділу	87
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89
Додаток А	92
Додаток Б	93
Додаток В	95

ВСТУП

Актуальність. Актуальність роботи пов'язана з потребою пошуку альтернативних методів очистки води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів, які задовольняють необхідний рівень очищення води. Перспективним напрямом розвитку технології водопідготовки та знешкодження стічних вод є застосування високоенергетичних зовнішніх полів. Впровадження та промислове застосування методу електророзрядної плазми є частиною розвитку наукомістких технологій, що відповідають сучасним вимогам до захисту екосистем та ресурсозбереження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалась у рамках проведення держбюджетної науково-дослідної роботи Вінницького національного технічного університету “Обґрунтування наукових засад оптимальних методів і засобів моніторингу та інтегрованого управління екологічною безпекою непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів” у 2021-2022 рр. (номер державної реєстрації 0121U109723).

Метою роботи є вдосконалення методів очистки води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів.

Завдання роботи. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1. Дослідження процесів, що відбуваються під впливом плазми у воді, забруденій пестицидами.
2. Вдосконалити методи знешкодження непридатних пестицидних препаратів
3. Вдосконалити методи обробки стічних вод забрудених непридатними пестицидними препаратами
4. Здійснити техніко-економічне обґрунтування використання обладнання для очищення стічних вод

Об'єкт досліджень – процес очистки води від залишків непридатних

пестицидів та пестицидвмісних відходів за допомогою вдосконалених методів та засобів.

Предмет досліджень – методи і засоби очистки води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів.

Новизна одержаних результатів. Вдосконалено методи плазмохімічного очищення води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів, що дозволяє зменшити токсичність дренажних стічних вод сільського господарства та зменшити подальше забруднення поверхневих вод та прибережних територій водних об'єктів.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні положення та результати виконаних досліджень були подані у доповіді на Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023).

Публікації результатів магістерської кваліфікаційної роботи.

1. Кватернюк С. М., Мандебура С. В., Саківський Н. О. Вдосконалення методів та засобів очищення води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи [Електронне мережне наукове видання] : зб. наук. праць. Вінниця, 2022.

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023/schedConf/presentations>

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПІД ВПЛИВОМ ПЛАЗМИ У ВОДІ, ЗАБРУДНЕНІЙ ПЕСТИЦИДАМИ

1.1 Реалізація тліючого розряду в системі газ-рідина

Класичний газовий тліючий розряд, що виникає після пробою в розрядній трубці при низькому тиску і досить великому опорі зовнішнього ланцюга [1–4], характеризується своєрідним розподілом темної області або області, що світяться.

Безпосередньо до катода прилягає тонка чорна астонова область, обмежена також тонкою областю катодного світіння. Наступна потім темна катодна область змінюється негативним, або тліючим, світінням. За останньою йде фарадеева чорний область, що переходить у більш-менш широку область однорідного світіння – позитивний стовп розряду. Перед самим анодом спостерігається смуга більш інтенсивного світіння - анодне світіння і, нарешті, безпосередньо до анода прилягає темна анодна світіння. Якщо вимірювати за допомогою спеціально введеного зонда різницю потенціалів щодо катода, виявляється, що катод має різкий стрибок потенціалу, так зване катодне падіння потенціалу, що залежить від роду газу і матеріалу катода і досягає 200-400 В. При цьому з паралелізмом, що спостерігається між величиною катодного падіння потенціалу і роботою виходу електронів з металу, слідує висновок, що катодне падіння пов'язане з емісією електронів катодом. Після катодного падіння різниця потенціалів проходить через мінімум і в межах позитивного стовпа змінюється лінійно зі збільшенням відстані від катода. Перед анодом знову спостерігається стрибок потенціалу, значно менший, ніж у катода – це так зване анодне падіння потенціалу. Відповідно до сказаного про розподіл потенціалу, сила електричного поля, що вимірюється градієнтом потенціалу, найбільша поблизу катода, потім різко спадає, досягаючи, мабуть, невеликого

негативного значення, і в межах позитивного стовпа залишається постійною [5].

Вивчення інтенсивності світіння різних областей тліючого розряду, спектрального складу випромінювання, а також розподілу градієнта та різниці потенціалів дає можливість зробити висновок, що основні процеси, життєво необхідні для існування стаціонарного розряду, розвиваються в області, що безпосередньо прилягає до катода. Що ж до позитивного стовпа, то, хоча при підвищених тисках і розрядах великої довжини він є основною частиною розряду, його наявність не обов'язково. Позитивний стовп є як би струмопровідним продовженням анода.

Позитивні іони газу, прискорені в області катодного падіння потенціалу, з великою кінетичною енергією бомбардують поверхню катода і вибивають з нього електрони. Останні можуть емітуватися катодом і внаслідок фотоелектричного ефекту, і з інших причин, проте бомбардування іонами є, мабуть, головною причиною емісії. Електрони, що емітуються катодом (первинні електрони), мають спочатку малі енергії і не можуть ні збуджувати, ні іонізувати молекули газу. Вони повинні спочатку пройти в поле деяку відстань, що залежить від природи газу, перш ніж, придбавши достатню енергію, отримають можливість збуджувати при зіткненнях молекули газу. Тому перша область (катодне світіння), що світиться, віддалена від катода темним (астоновим) простором. Відомо, однак, що ймовірності в збудження та іонізації молекул електронами проходять зі збільшенням енергії електронів, що ударяють, через максимуми. Саме максимум функції збудження відповідає приблизно подвоєної енергії збудження.

Первинні електрони, отримуючи подальше прискорення в полі катодного падіння потенціалу, набувають енергії, більшої за відповідні максимуми ймовірності збудження. Тому число збудливих зіткнень електронів з молекулами газу зменшується, відповідно до чого зменшується і

інтенсивність випромінюваного світла. Таким чином, виникає темний катодний простір, в якому енергії первинних електронів занадто великі для того, щоб ефективно збуджувати електронні рівні молекул. Втрачаючи здатність збуджувати молекули, електрони набувають можливості їх іонізувати. Це з тим, що функція іонізації істотно відрізняється від функції збудження: вона монотонно зростає до енергій електронів, рівних 100–200 еВ залежно від роду газу. Тому в темному катодному просторі відбувається інтенсивна іонізація молекул, що веде до утворення позитивних іонів та вторинних електронів, які, прискорюючись у полі, надалі також беруть участь в актах збудження та іонізації, виробляючи третинні та інші електрони.

При іонізуючих зіткненнях первинні електрони, просуваючись у напрямку до анода, втрачають частину своєї енергії і, коли їх швидкість наблизиться до швидкості, що відповідає знову максимуму функції збудження, з'являється нова область, що світиться – негативно (або тліюче) світіння. У цю область електрони входять все ж таки з відносно високими енергіями. Тому, по-перше, в тліючому світінні збуджуються рівні, що відповідають високим енергіям збудження, так звані іскрові лінії, і тліюче світіння має, наприклад, у повітрі блакитне забарвлення, різко відрізняється від помаранчевого катодного світіння або червонувато-пурпурного забарвлення позитивного. По-друге, в області негативного світіння поряд з актами збудження триває й іонізація, щоправда, менш інтенсивна, ніж у галузі темного катодного простору. Позитивні іони, що утворилися в області тліючого світіння, просуваючись до катода, в першу чергу потрапляють у темний катодний простір і разом з іонами, що утворилися тут, створюють у темному катодному просторі надмірний об'ємний позитивний заряд. Іншими словами, у цій галузі концентрація позитивних іонів значно перевищує концентрацію електронів. Існування поблизу катода об'ємного позитивного заряду і є причиною виникнення різкого перепаду потенціалу - катодного

падіння потенціалу, що досягає декількох сотень вольт (для повітря близько 300 В). Подібне велике падіння потенціалу у катода - характерна ознака розряду, що тліє, і необхідна умова його існування [6].

В описі механізму виникнення різних частин тліючого розряду ми дійшли до тліючого свічення, яке в напрямку до анода поступово згасає і змінюється темним фарадеєвим простором. Поява останнього пов'язана з тим, що первинні електрони, прискорені катодним падінням потенціалу, розсіяли свою енергію в області тліючого світіння внаслідок численних непружних зіткнень з молекулами і втратили таким чином здатність збуджувати їх. Такі частини тліючого розряду, необхідні для існування і виникають у всіх випадках його здійснення. Подальше залежить від конкретних умов. Так, якщо анод досить наближений до катода чи ні стінок, що обмежують розряд, фарадеєво темний простір поширюється до анода і лише у останнього виникає неширока область анодного світіння, походження якого пов'язане з виникненням у анода стрибка потенціалу, необхідного для тяжіння електронів і подолання їх дифузії убік. Тому електрони падають на анод з енергіями, достатніми для збудження молекул.

Якщо ж відстань між електродами досить велика і розряд обмежений стінками трубки, виникає ще одна область, що світиться, що носить назву позитивного стовпа, протяжність якого може бути як завгодно збільшена шляхом розсування електродів і відповідного підвищення живлячого розряду на напруги. Виникнення позитивного стовпа пов'язане із загибеллю заряджених частинок на стінках трубки. Електрони, що рухаються з відносно великими швидкостями, швидко дифундують до стінок, де адсорбуються і повідомляють стінкам негативний заряд. Цей заряд притягує, своєю чергою, позитивні іони, що нейтралізуються при попаданні на стінку (амбіполярна дифузія). При великій довжині розряду цим шляхом могло б загинути така велика кількість заряджених частинок, що анод не міг би отримати з прилеглої до нього області кількості зарядів (головним чином електронів),

необхідних для підтримки струму. Цього, однак, не відбувається, оскільки, починаючи з якої точки, що лежить в області темного фарадеева простору, напруженість поля знову підвищується, електрони отримують додаткове прискорення і знову набувають здатність іонізувати і збуджувати молекули газу. На всьому протязі позитивного стовпа встановлюється така підвищена і постійна напруженість поля, яка необхідна, щоб втрати на адсорбцію заповнювалися тут збільшенням іонізації.

Постійність напруженості поля в позитивному стовпі ряду вказує на відсутність у цій галузі об'ємних зарядів і, отже, на те, що позитивні та негативні частинки присутні в однакових концентраціях. У той же час висока електропровідність стовпа свідчить про значні концентрації заряджених частинок, що досягають 10 на 1 см. Такий стан газоподібної матерії, що характеризується вмістом в одиниці об'єму досить великих і однакових кількостей позитивно і негативно заряджених частинок і, отже, в цілому електричною (квазі-нейтральною), називається станом плазми. Плазма має властивості, що ріднять її, як з металевим станом, так і з розчинами електролітів. З металевим станом плазму споріднює те, що в порівнянні з електронами, що швидко рухаються, важкі позитивні іони можна розглядати як нерухомі, подібні до іонів, що утворюють кристалічну решітку. Відмінність плазми від металевого стану полягає в тому, що електронний газ у ній не вироджений. З розчинами електролітів плазма подібна до рівності концентрацій позитивно і негативно заряджених частинок, що рухаються в середовищі з тертям.

Між електронами плазми відбувається інтенсивний обмін енергій, чому сприяє їх рух у мікрополях позитивних іонів : одні електрони прискорюються мікрополями, інші - заповільнюються. Наслідком інтенсивного обміну енергією є встановлення розподілу швидкостей електронів, близького до теплового максвелівського розподілу. Це дозволяє приписати електронному газу плазми певну температуру (електронну температуру), що

характеризується середньою кінетичною енергією електронів. Так як, з одного боку, електрони внаслідок своєї малої маси набувають у полі розряду, необхідному для підтримки плазми, значно більші енергії, ніж важкі іони, а, з іншого боку, при пружних зіткненнях з важкими частинками можуть віддавати лише мізерну частку своєї енергії, Виходить, що електрони плазми мають більшу середню енергію, ніж інші частки в плазмі, тобто, іони і молекули газу. Інакше кажучи, температура електронів у плазмі позитивного стовпа тліючого розряду може значно перевищувати середню температуру газу і досягати десятків тисяч градусів при температурі газу, що вимірюється десятками або з тнями градусів. У цьому сенсі говорять про неізотермічну плазму, характерну для низьких тисків газу в розряді (порядку мм і десятків мм рт. ст.).

При підвищенні тиску обмін енергіями між електронами і важкими частинками збільшується внаслідок зростаючого числа зіткнень, температура електронів знижується, а температура газу, навпаки, підвищується і плазма може стати ізотермічною. Така плазма в дугах при високих тисках, в яких температура електронів, іонів і нейтральних молекул приблизно однакова.

Реалізувати, таким чином, тліючий розряд у системі газ-рідина, здавалося б, неможливо, оскільки при тисках, що відповідають класичному газофазному тліючому розряду, рідина інтенсивно кипить, що призводить до нестабільності катодної плями на поверхні рідини. До того ж, при підвищенні тиску істотно зростає щільність струму, в основному через стиснення розряду, що тліє, і зменшення, таким чином, його поперечного перерізу. У таких умовах, якщо як катод застосовується металева поверхня, відбувається перехід тліючого розряду і в дугу. Але тут треба брати до уваги, що якщо емісія електронів катодом тліючого розряду визначається вибиванням їх позитивними іонами, прискореними катодним падінням потенціалу, то при дуговому розряді катод випускає електрони головним чином шляхом термоелектронної емісії. Таким чином, перехід тліючого розряду на дугу з

гарячим катодом визначається температурою катода. Тому в умовах низькотемпературного плазмового електролізу, де катодом газової фази, в якій і реалізується тліючий розряд, є поверхня рідини, яка працює тут як біфункціональний електрод і має внаслідок дифузійних процесів завжди низьку температуру, представляється можливим реалізовувати тліючий розряд при великих тисках (аж до атмосферного) і навіть за значних сил струму [7].

Більш того, в аналізованих умовах здійснення тліючого розряду, в області катодної плями на поверхні рідкості через інтенсивне її випаровування тиск парів води значно, що призводить до істотного зменшення області катодного падіння потенціалу, і, як наслідок, різкого збільшення напруженості електричного поля порядку 10^6 В/см, що достатньо для подолання сил, що утримують електрони рідини. Виникає, таким чином, явище автоелектронної емісії схоже на аналогічний при металевому катоді в подібних умовах і, безсумнівно, відіграє значну роль при реалізації тліючого розряду при низькотемпературному плазмовому (люмінесцентному) електролізі [8–10].

Поряд з електролітним розрядом широко поширений розряд, що тліє, по поверхні рідини. Тліючий розряд у повітрі атмосферного тиску широко досліджується в системах обробки рідких середовищ. Тліючий розряд характеризується сильною нерівноважністю і є джерелом окислювачів ОН-радикалів, пероксиду водню, оксидів азоту та атомарного водню [11].

Виділяються два типи подібних розрядів: розряди з електролітними електродами, що виникають у повітряному проміжку, і розряди, які повністю зосереджені в обсязі рідини. До першого відноситься тліючий розряд, до другого – діафрагмовий електролітний (рис. 1.1). З різних варіантів розрядів, що тліють, найбільш зручний для практичних цілей і ефективний розряд з електролітним катодом. Він багато в чому схожий на класичний тліючий розряд низького тиску з металевими катодами і включає зону плазми і

катодну область.

Згідно з експериментальними даними, напруженість поля в плазмі такого розряду атмосферного тиску становить близько $1,5 \cdot 10^4$ В/см, а катодне падіння потенціалу в залежності від складу розчину змінюється в межах від 400 до 800 В. Зона плазми є джерелом хімічно активних частинок, як це має місце, і в описаному вище типі розряду з металевими електродами. Позитивні іони з енергією, що досягає сотні електрон вольт, бомбардують поверхневий шар розчину, викликаючи низку найважливіших ефектів. Перший - емісія електронів, необхідна підтримки розряду. Пар, що утворюється при електророзряді, істотно впливає на склад і властивості плазми. Іонне бомбардування викликає хімічну активацію розчину та утворення у його поверхневому шарі нерівноважних концентрацій радикалів Н, ОН та сольватованих електронів.

Діафрагмовий розряд виникає в об'ємі електроліту, де в місці звуження струмового каналу (у діафрагмі) через перегрівання утворюється парогазовий міхур, в якому відбувається електричний пробій. На відміну від тліючого діафрагмовий розряд за своєю природою не стаціонарний, а плазмоутворюючим газом у ньому виступають пари компонентів електроліту.

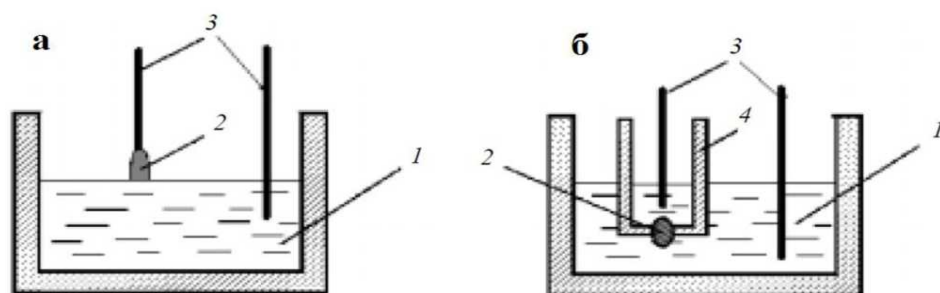


Рисунок 1.1 – Газові розряди з електролітними електродами: а - розряд, що тліє; б - діафрагмовий розряд; 1 – розчин електроліту; 2 – зона розряду; 3 – електроди; 4 - діелектричний посуд з діафрагмою

Тліючий розряд у повітрі атмосферного тиску з рідкими електродами

знаходить все ширше застосування в системах очищення води та різних плазмово-розчинних технологіях: напилення захисних покриттів, модифікація поверхні металів та сплавів, очищення води від поверхневих забруднень нафтопродуктами, стерилізація медичних інструментів. Плазма такого розряду є сильнонерівновесною і є джерелом радикалів гідроксилу, перекису водню, оксидів азоту і атомів водню, що використовуються у фізичній та колоїдній хімії, зокрема, і для синтезу наноструктур металів. Особливе місце в цих дослідженнях відводиться тліючому розряду в повітрі атмосферного тиску.

Особливий інтерес дослідників викликає тліючий розряд у середовищі повітря атмосферного тиску над поверхнею дистильованої води, де плазма виникає спочатку з імпульсно-періодичними характеристиками, а потім протягом 15-20 с характеризується безперервним режимом роботи, що спостерігається як яскраве катодне свічення (катодна пляма в діаметром 1-2 мм за середньої силі струму розряду 10-30 мА). Падіння напруги при розряді включає спад напруги в області парогазової бульбашки та катодне падіння напруги, яке залежить від висоти стовпа дистильованої води над зануреним у неї електродом (рис. 1.2) [5].

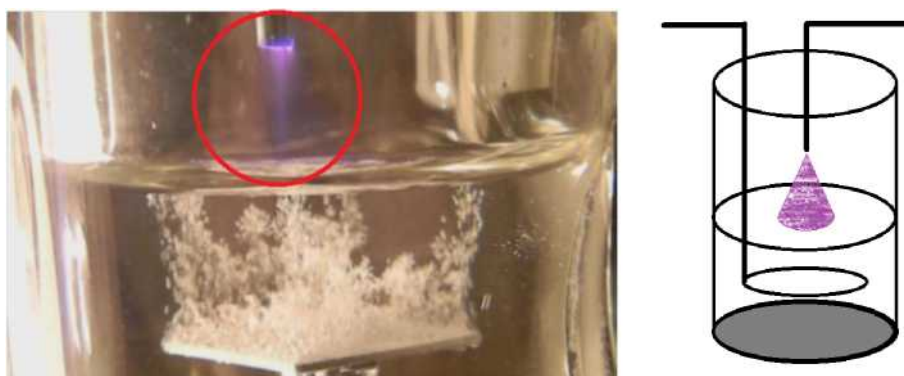


Рисунок 1.2 – Фотографія та схематичне зображення виникнення тліючого розряду по поверхні рідини

Дія тліючого розряду з електролітним катодом призводить до зміни фізико-хімічних властивостей рідин (водневий показник,

електропровідність). Багато дослідників при роботі з електророзрядною плазмою відмічають і описують явища, що спостерігаються, зниження показника рН водних розчинів, що контактують з газовими розрядами. Пояснення зміни рН розчинів під дією розрядів, як правило, мають якісний характер, проте найбільш очевидне пояснення даного ефекту полягає в обліку утворення оксидів азоту в зоні виникнення плазмового розряду з їх подальшим дифундуванням через кордон газ-рідина в розчин та утворенням кислот. До інших причин часто відносять утворення в електророзряді синглетного кисню та подальше його розчинення в оброблюваній рідині, а також утворення та накопичення пероксиду водню [6, 7].

Добре відомо модифікування властивостей полімерних плівок і тканин за допомогою розряду тліючого низького тиску. Ці процеси вже давно вийшли за межі лабораторних досліджень. Багато років випускається устаткування модифікування поверхонь плівкових матеріалів плазмою як низького, і атмосферного тиску [4].

1.2 Окислення органічних речовин методом електророзрядної плазми

При електричному розряді в міжелектродному просторі виникають хімічно активні частинки, що мають більший окисний потенціал, ніж озон. До них відносяться ОН-радикали та атомарний кисень. Радикали ОН ефективно утворюються, наприклад, у разі імпульсних іскрового чи бар'єрного розрядів у вологому повітрі.

Час життя ОН-радикалів в озono-повітряній суміші становить 0,1-0,3 мс, радіус дифузії ОН-радикалів – порядку діаметра розряду. ОН-радикали за час життя переносяться на відстань не більше 30 мкм, при цьому їх концентрація знижується більш ніж у 10 разів. Тому рух повітря не може робити істотний внесок у процеси масопереносу ОН-радикалів. Для

перенесення у воду радикали повинні створюватися у безпосередній близькості від поверхні води.

У багатьох роботах досліджувалась можливість інтенсифікації окислювальної деструкції органічних забруднювачів в оброблюваній воді, що містить деякі ароматичні сполуки [12-14].

Було зазначено, що експериментальні установки електророзрядної обробки води у більшості аналізованих робіт повторюють одна одну. Пристрій плазмохімічного реактора в рідкому випадку відрізняється від класичного розташування електродів для здійснення обробки розрядом тліючим заданого об'єму рідини.

На рис.1.3 показано схему експериментальної установки, принцип якої використовувався в роботах [12–15]. Як джерело імпульсного струму використовувався високовольтний генератор імпульсний з частотою 70 кГц і струмом від 0 до 30 кВ.

При плазмохімічному окисненні органічних речовин найчастіше визначають кінетичні характеристики процесу, ефективність деструкції, енерговкладення досліджуваного розряду, а також аналізують можливі механізми реакції за рахунок детектування проміжних продуктів окиснення та інтермедіатів.

Так, наприклад, у роботах [12–15] передбачається, що первинною реакцією окислення фенолу є атака ароматичного кільця гідроксильними радикалами, тому результат показав, що фенол в першу чергу окислюється до 1,2-дигідроксибензолу, згодом хінонів. Первинні продукти окислення зазнають деструкції з утворенням вторинних продуктів. Розкриття ароматичного кільця призводить до утворення низькомолекулярних сполук, переважно альдегідів та органічних кислот.

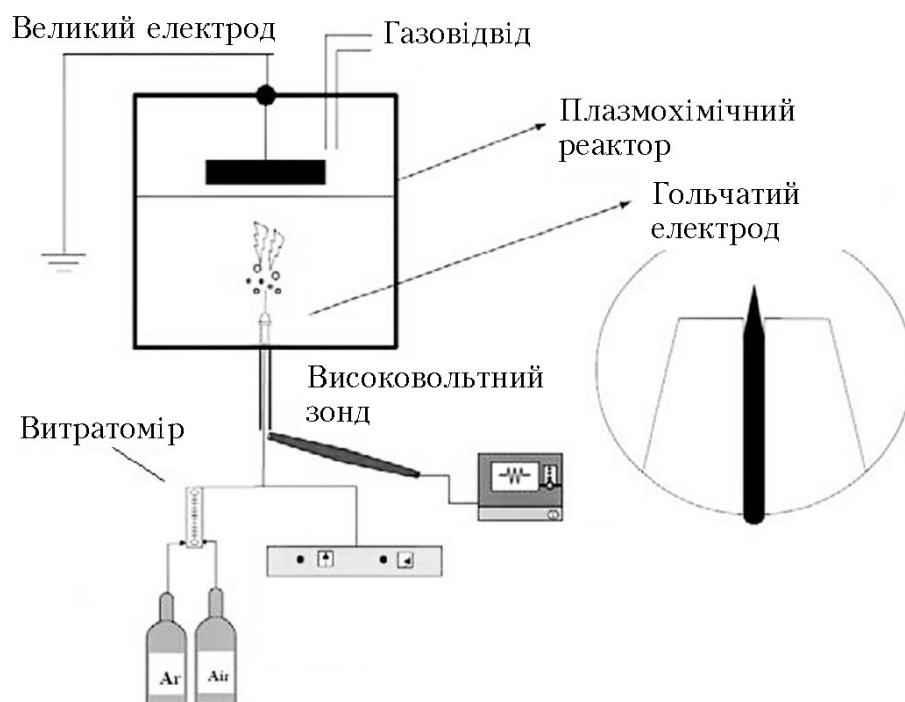


Рисунок 1.3 – Схема експериментальної установки обробки води тліючим розрядом

Основними побічними продуктами є 2-нітрофенол, катехін, бензохінон

та пропін, а також у слідових кількостях органічні кислоти. На рис. 1.4 наведено схему окислення фенолу, при обробці розчину в тліючому розряді в повітряному та аргонному (інертному) середовищах [14].

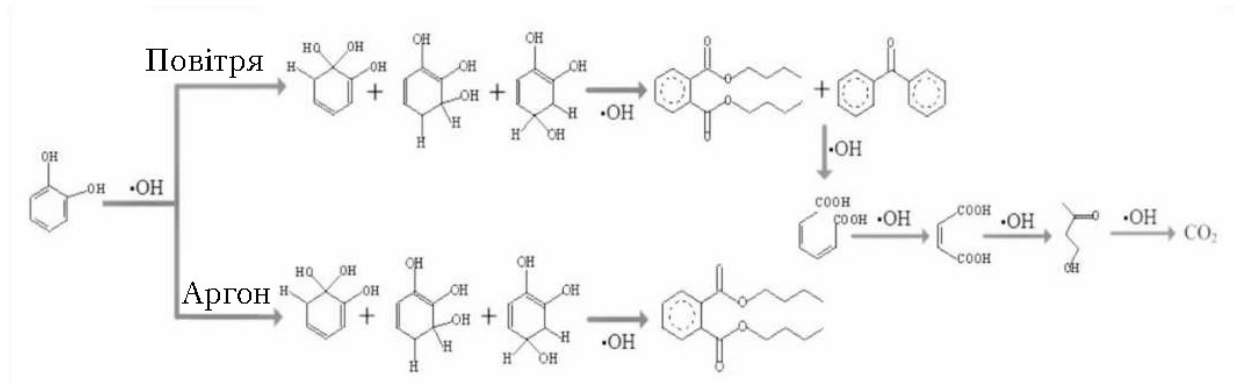


Рисунок 1.4 - Можлива схема окислення фенолу в тліючому розряді

Крім того, інтермедіатами в процесі деструкції катехіну (рис. 1.5) є 1,2-бензолдикарбонова кислота, дифенілметан, та деякі інші неідентифіковані продукти. 20% фенолу і 30% катехіну зазнали деструкції, відповідно, вищезазначені проміжні сполуки склали 80% і 70% [14].



Рисунок 1.5 - Можлива схема окислення катехіну в тліючому розряді

В результаті низки досліджень показано, що найбільш ефективно окислення органічних компонентів стічних вод імпульсним розрядом досягається при продуванні розчину киснем повітря. Атмосфера інертних газів не сприяють інтенсифікації окислювальних процесів.

Також, швидкість видалення органічних забруднювачів збільшується зі зростанням прикладеної напруги та підвищення рН розчину. Додавання Fe^{2+} може сприяти деструкції органічних речовин за рахунок формування ОН-радикалів [14].

1.3 Фізико-хімічний склад та органолептичні властивості обробленої води

Враховуючи, що при дії низькотемпературного плазмового - електролізу на розчини в них відбуваються різні фізикохімічні процеси, цікавило розглянути вплив розряду НТПЕ на зміну складу оброблюваних вод та їх органолептичні властивості .

Як було показано раніше, унікальність методу низькотемпературного плазмового електролізу полягає в тому, що він дозволяє впливати на рідину за допомогою електричного і фотохімічного ефекту, а також електрохімічних реакцій, що протікають їх на електроді, зануреному в рідину, і пролонгованого впливу продуктів, що утворюються у водному розчині при дії двох перших факторів.

На рис. 1.6 представлена схема установки для реалізації методу і низькотемпературного плазмового електролізу в плівковому режимі перебігу рідини [1].

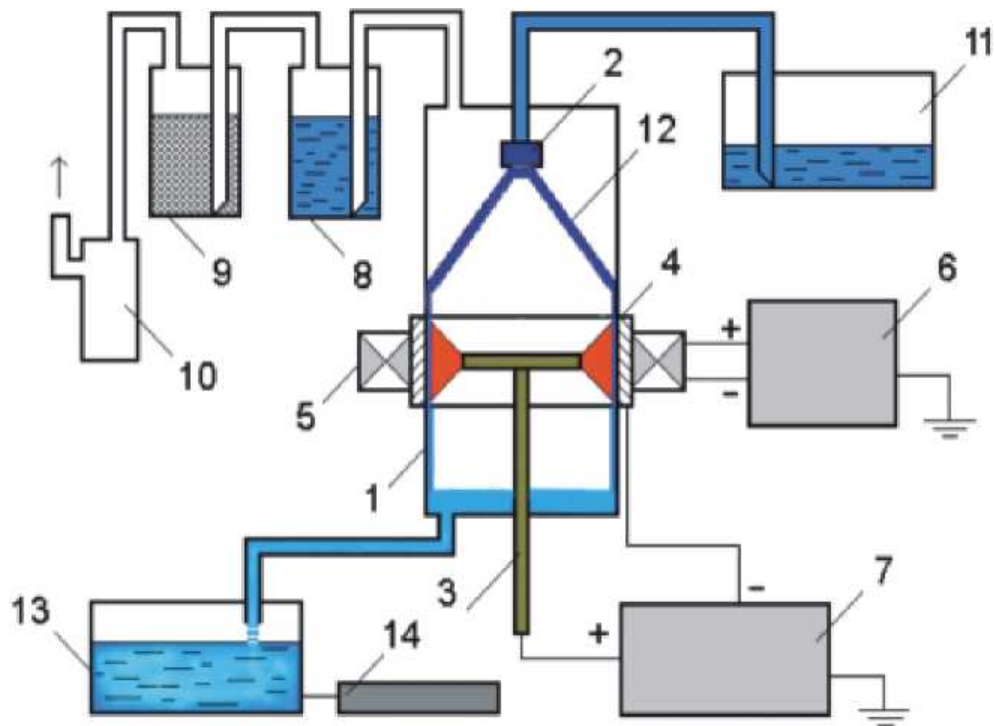


Рисунок 1.6 – Блок-схема установки для обробки рідин у проточному режимі: 1 – реактор; 2 – форсунка; 3 – анод; 4 – катод; 5 – електромагніт; 6 – джерело живлення електромагніту; 7 – джерело живлення розряду; 8 - поглинач вологи першого ступеня; 9 - поглинач вологи другого ступеня; 10 – вакуумний насос; 11 – необроблений розчин; 12 – плівка рідини; 13 - розчин після обробки; 14 - фільтри

Реактор 1 являє собою по лу трубку з діелектричного матеріалу з катодом 4, виконаний у вигляді кільця, і коаксіально розташований анодом 3. Оброблена рідина, що рівномірно розподіляється за допомогою форсунки 2 на стінки реактора, у вигляді плівки стікає вниз і потрапляє в зону обробки НТПЕ, після чого збирається в приймальній ємності 13, звідки при необхідності на фільтри 14. Надалі оброблена рідина може бути повернена в технологічний процес, спрямована в злив або на повторну обробку з метою підвищення якості очищення .

У методі низькотемпературного плазмового електролізу електронемічний фактор впливу присутній, але в досить своєрідному аспекті.

Анодні процеси протікають на межі газ-рідина, зверненої в бік рідини, і забезпечують оброблюваний розчинами і радикалами деструкції води під дією електророзряду низькотемпературного плазмового електролізу на рідину, ці високореакційні сполуки сприяють утворенню реакцій лавинного характеру з домішками.

Катодні процеси протікають в основному у вигляді утворення атомарного та молекулярного водню на поверхні електрода, зануреного у рідину. Атомарний водень – це один із найсильніших хімічних відновників. Такий спрямований з двох сторін вплив на оброблювану рідину сприяє протіканню реакційних взаємодій, що призводять до окислювально - відновних змін забруднень, і, як наслідок, високого ступеня очищення води.

При цьому у вихідний водний розчин не вносяться будь-які додаткові хімічні речовини, які згодом могли б накопичуватися у воді і викликати її додаткове забруднення. При очищенні води від одних забруднень до неї не вносяться інші. Єдиним витратним фактором є електричний струм, зростання якого пропорційне зростанню кількості вихідних забруднень.

При використанні методу низькотемпературного плазмового електролізу рідкоказних системах використовували тиск 50 100 мм рт. ст. Нижня межа зумовлена інтенсивним пароутворенням і закипанням оброблюваної рідини, що призводить до дестабілізації розряду НТПЕ та значного зниження його ефективності. Верхня межа обумовлена різким підвищенням сили струму в електрохімічному ланцюзі та зміною фізико-хімічних процесів, що протікають в рідині, що пов'язано з переходом розряду НТПЕ в дуговий.

В якості об'єктів дослідження обрані питна і річкова вода, в яку в відомих концентраціях вносили органічні забруднення (хлор-, фосфорорганічні сполуки, пестициди, феноли), попереднім аналізом не виявляються в досліджуваних водах. Інші компоненти визначали за попереднім аналізом досліджуваних вод. Нижче наведено методи досліджень

та прилади (табл. 1.1), а також санітарно-хімічні показники оцінки якості води (табл. 1.2).

Пропонований метод знезараження води оцінювали за наступними основними напрямками: вивчення можливого негативного впливу даного способу обробки на якість одержуваної води та ефективності доочистки води від різних видів хімічного забруднення.

Таблиця 1.1 – Методи дослідження показників якості води

Показник	Методи досліджень та використовувані прилади
Запах, присмак, бал	ГОСТ 3351-74 [176]
Мутність, мг/дм ³	ГОСТ 3351-74 [176]
Кольоровість, грн.	ГОСТ 3351-74 [176]
pH	Іономер
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	ГОСТ 4151-72 [176]
Окислюваність, мг О/дм ³	
перманганатна	[177]
біхроматна	[177]
Зміст, мг/дм ³	
галовмісні сполуки (ГСС) мкг/дм ³	Хромато-мас-спектрометр ЛКБ-2091 (Швеція)
бензапірен, мкг/дм ³	Спектрограф
метали (Al, Ba, Fe, Bi тощо)	Атомно-абсорбційний спектрофотометр "Hitachi"
органічний вуглець	Аналізатор загального та органічного вуглецю «Vackman» модель 915
поверхнево активні речовини	Експрес-метод з метиленовим синім [178]
феноли	Газохроматографічний метод «Хром-4» з полум'яно- іонізаційним детектором [179]
нітрати	ГОСТ 18826-73, колориметричний метод з салициловокислим натрієм [176]
нітрати	[177]

Таблиця 1.2 – Характеристика якості питної води за органолептичними показниками

Показник	Початкова		Після обробки	
	перша серія	друга серія	перша серія	друга серія
Запах, бал	0-1	0-1	0	0
Кольоровість, град	15	20	10	15
Мутність, мг/дм ³	1	0,82	0,01	0
pH	7,2	6,7	9,8	9,8
Температура, °C	15	16	18	20

Вивчення якості води за показниками сольового складу (табл. 5.5) показало, що після обробки в дослідній воді в порівнянні з контрольною відзначається деяке зниження загального вмісту солі, в основному за рахунок зменшення концентрації бікарбонатів, а також незначне зниження концентрації «солей жорсткості» (кальція та магнію).

Встановлено, що при солевмісті вихідної води приблизно 364 мг/дм³ його рівень в обробленій воді знижується в середньому до 307 мг/дм³ і відповідає оптимальному регламенту для питних вод гідрокарбонатного класу (250...500 мг/дм³).

Обробка водопровідної води низькотемпературним плазмовим - електролізом призводила до зміни концентрації азотовмісних сполук - вміст амонійного азоту в обробленій воді зменшувалася приблизно на 22%, нітритів зросла - 30%, але не перевищила гігієнічного нормативу, вміст нітратів практично не змінювалося.

Таким чином, слід зазначити зміну показників вмісту органічних речовин у вивчених водах (табл. 1.3).

Окислюваність по перманганату, що характеризує вміст легкоокислюваних речовин у вихідній питній воді, не перевищувала - гігієнічного регламенту і коливалася на рівні 2,8 мг·О/дм³, а у воді, обробленої НТПЕ, збільшувалася до 6,04 мг·О/дм³.

Зміна за показниками органічного забруднення, очевидно, обумовлено процесами окислення органічних речовин і переходом їх у легкоокислювані форми при обробці води НТПЕ.

У той же час сумарний вміст органічних речовин, що визначаються за загальним органічним вуглецем, при обробці води низькотемпературним плазмовим електролізом показало, що концентрація органічного вуглецю в обробленій воді знижувалася в середньому на 60% по відношенню до вихідного рівня.

Вивчення якості водопровідної води за іншими показниками органічного забруднення води і, зокрема, за ступенем забруднення -ГСС, що утворюються при хлоруванні води, показало високу ефективність запропонованого методу очищення води від останніх.

Оброблена низькотемпературним плазмовим електролізом вода характеризувалася низьким значенням вмісту ГСС, визначених щодо їх суми до вихідного рівня (55 мкг/дм³). Концентрація ГСС знижувалася в обробленій воді в середньому в 4 рази та не перевищувала гігієнічного регламенту. Аналогічна закономірність встановлена і для інших поширених антропогенних органічних забруднень (ПАР, феноли та ін) при вмісті їх у вихідній воді на рівні гранично допустимих концентрацій. Тому була також вивчена ефективність очищення стічних вод, що характеризуються вищими рівнями хімічного забруднення. Дослідження проводили на модельних розчинах. Використовували річкову воду, яку попередньо вносили феноли, канцерогенні речовини, галогенсодержащие сполуки.

Аналіз результатів органолептичних досліджень показав, що в процесі обробки річкової води (без внесення вищевказаних добавок) низькотемпературним плазмовим електролізом її запах практично не змінювався за високої вихідної кольоровості (38 гр.), оброблена вода мала кольоровість значно нижча за гігієнічний регламент для джерел господарсько-питного водопостачання (10 гр.). Поряд із цим, як і в

попередній серії досліджень, відзначено зсув водневого показника з 7,5 до 9,8, температура води підвищувалася в середньому на 3 °С.

Окислення органічних азотовмісних речовин оцінювали зі зміни вмісту аміаку, нітритів та нітратів. У воді після обробки низькотемпературним плазмовим електролізом вміст аміаку знижувалося приблизно в 1,3 рази, концентрація нітратів була на тому ж рівні, що і до обробки, а вміст нітратів підвищувалося в 0,7 рази.

За зміною показника окислюваності перманганату (7,4 мг О/дм³) можна відзначити деяке збільшення вмісту легкоокислюваних органічних речовин у річковій воді після обробки НТПЕ.

Вміст органічного вуглецю після обробки знижувалося в 3 рази (з 195 до 65 мг/дм³). Показниками найбільш поширених органічних забруднень є феноли, канцерогени та галогеновмісні сполуки.

У подальших дослідженнях вивчено зміну вмісту фенолів в обробленій низькотемпературним плазмовим електролізом річковій воді при внесенні їх у кількості 0,007-0,0143 мг/дм³. Аналіз результатів дослідження показав, що при впливі НТПЕ відбувається зниження вмісту фенолу приблизно в 2 рази. Ефективність очищення досить висока, проте вміст фенолів в отриманих водах перевищує гранично допустимі норми (ГДК - 0,001 мг/дм³) при вихідному рівні 10 ГДК. Аналогічна закономірність встановлена і для бензапірену. Видно, що при впливі НТПЕ має місце явно виражене зниження концентрації бензапірену (35%), його вміст в обробленій воді не перевищував рівня ГДК. Найбільш висока ефективність очищення відзначена для галогенуючих сполук, які утворюються у воді при обробці її хлором на станціях водопідготовки і мають високу токсичність для людини.

2 ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЗНЕШКОДЖЕННЯ НЕПРИДАТНИХ ПЕСТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ

2.1 Метод окисного рідкофазного знешкодження пестицидів хлорорганічного ряду

Метод окисного рідкофазного знешкодження пестицидів хлорорганічного ряду дією окиснювальної системи, який відрізняється тим, що окиснювач генерують в бездіафрагмовому електролізері при інтенсивному перемішуванні шляхом пропускання постійного електричного струму з густиною 0,1-1 А/см² через суспензію пестициду в розчині сірчаної кислоти концентрацією 30-70 мас. % при атмосферному тиску і температурі 10–70 °С [16].

Відомий високотемпературний метод повного окиснення пестицидів, заборонених до використання, що включає стадії термічного розкладання знешкоджуваної речовини на елементи, окиснення елементів розкладання, термохімічної нейтралізації токсичних оксидів і уловлювань сполук у відхідних газах [17].

В США впроваджена установка газифікації будь-яких видів небезпечних відходів (у тому числі і хлорвуглеводнів) в шарі розплавленого металу при температурі 300-800 °С [18]. Необхідність знешкодження викидів ускладнює і здорожує термічний метод детоксикації пестицидів.

Особливо токсичні і канцерогенні пестициди можуть піддаватися знешкодженню в плазмі. Проте високі витрати енергії і складність проблем, пов'язаних з плазмохімічною технологією, зумовлюють обмежене використання цього способу.

Найближчим за технологією з відомих способів окиснювальної деструкції токсикантів описаний в роботі [19], де розкладання органічних речовин відбувається у виносному реакторі, а окиснювач (сіль марганцю в

концентрованої сірчаній кислоті) генерується (і регенерується) шляхом анодного окиснення.

Проте дані способи використовуються для окиснювальної деструкції пестицидів хлорорганічного ряду в гомогенному середовищі при низькій концентрації забруднювача.

В основу методу поставлена задача знешкодження хлорорганічних пестицидів (ХОП) в рідкій фазі за рахунок повного окиснення органічних складових пестицидів і продуктів їх деструкції.

Поставлена задача вирішується тим, що метод окисного рідкофазного знешкодження пестицидів хлорорганічного ряду здійснюють дією окиснювальної системи і, згідно корисної моделі, окиснювач генерують в бездіафрагмовому електролізері при інтенсивному перемішуванні шляхом пропускання постійного електричного струму з густиною $0,1-1 \text{ А/см}^2$ через суспензію пестициду в розчині сірчаної кислоти концентрацією 30-70 мас. % при атмосферному тиску і температурі 10-70 °С.

Вибір концентрації кислоти обумовлений необхідністю забезпечення низького тиску пари розчинника. Пестицид і проміжні продукти його окиснення в апараті знаходяться у вигляді суспензії в розчині сірчаної кислоти.

Інша відмінність полягає в тому, що процес ведуть при температурі не нижче 10 °С з метою запобігання накопичення проміжних перокеїдних сполук процесу окиснення пестицидів і не вище 70 °С. Проведення процесу при температурі більш 70 °С є недоцільним, оскільки через утворення великої кількості газоподібних сполук відбувається віднесення частини речовин, що не прореагували, з реактора.

Крім того, процес глибокого рідкофазного окиснення хлорорганічних пестицидів окиснювальною системою, генеруємою електрохімічно, ведуть в бездіафрагмовому електролізері, що дозволяє одночасно деструктувати окремі фрагменти молекул пестициду за рахунок їх окиснення в об'ємі

електроліту і на аноді. Для збільшення швидкості окиснення і запобігання утворення застійних зон в реакторі застосовується інтенсивне перемішування.

Принципова відмінність пропонованого процесу знешкодження ХОП від прототипу полягає в синтезі окиснювальної системи при пропусканні електричного постійного струму (з густиною струму від 0,1 до 1 А/см²) через водні розчини сірчаної кислоти (з концентрацією 30-70 мас. % при атмосферному тиску і температурі 10-70 °С і паралельним анодним окисненням органічних складових розчинів пестицидів.

Пестицид хлорорганічного ряду розчиняють в 30 мл розчину сірчаної кислоти (з концентрацією 40 %) і переносять в апарат. За допомогою термостата встановлюють температуру 50 °С в об'ємі реактора і подають напругу на електроди (значення густини струму встановлюють на відмітці 0,5 А/см²) від регульованого джерела постійного струму. Через задані проміжки часу проводять відбір проб для аналізу.

Процес окиснювальної деструкції досліджували на товарній формі пестицидів ДДТ і ГХЦГ (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Умови проведення та результати аналізів рідкофазного окиснення хлорорганічних пестицидів

№ /п	Об'єкт дослідження	Початкова концентрація, мг/дм ³	Температура, °С	Густина струму, А/см ²	Концентрація сірчаної кислоти, мас.%	Час електролізу, хв.	Значення ХСК, мг О/л (до окиснення)	Значення ХСК, мг О/л (після окиснення)
1	ДДТ	500	50	0,75	40	120	1620	0
2	ГХЦГ	500	50	0,75	40	60	400	0

Розроблений метод окиснювальної деструкції пестицидів хлорорганічного ряду дозволяє досягти глибокого окиснення всіх органічних

складових пестициду у вигляді сірчаноокислотного розчину або суспензії, поміщеної в електролізері.

Вибрані технологічні умови дозволяють з достатньою швидкістю проводити процес при атмосферному тиску.

Набір операцій для здійснення розробленого процесу знешкодження некондиційних пестицидів можна реалізувати як на мобільній, так і стаціонарній установці.

2.2 Метод утилізації некондиційних пестицидів

Метод утилізації некондиційних пестицидів, що включає електрохімічну деструкцію в електрокоагуляторі, який відрізняється тим, що утилізацію проводять в дві стадії, на першій з яких пестициди деструктують гідролізом у водно-лужному середовищі при рН 13-14, причому гідроліз пестицидів в товарній формі їх розчинів або емульсій проводять при температурі кипіння розчинника до повної відгонки розчинника з водно-лужного розчину, а пестицидів в товарній формі гранул або порошку - при кип'ятінні лужного розчину протягом півгодини, на другій стадії гідролізат обробляють в електрокоагуляторі з розчинними залізними електродами при рН 9-10, при насиченні електроліту киснем повітря до 2-6 мг/л, продукти електрокоагуляції видаляють відстоюванням і фільтрацією лужного розчину через інертні фільтруючі матеріали, після чого лужний розчин повертають в технологічний процес [20].

Відомі способи утилізації пестицидів стосуються переважно утилізації їх твердих форм - гранульованих препаратів або порошоків. Проблема екологічно безпечних методів утилізації пестицидів у формі їх розчинів і емульсій в органічних розчинниках залишається актуальною.

Відомі способи високотемпературної окиснювальної деструкції пестицидів киснем повітря при спалюванні їх з паливом. Недолік цих

способів - енерговитратність, пов'язана із знешкодженням викидів токсичних продуктів спалювання.

Найближчим є метод електрохімічного знешкодження отрутохімікатів і хімічної зброї в лужному середовищі. В способі токсичні речовини розчиняються у воді, кислотах, лузі; двічі обробляються в електролізерах з розчинними залізними електродами при густині струму 8-10 А/дм². Між обробками в електролізерах лужний розчин фільтрується через шар сорбенту. Газоподібні продукти уловлюються фільтрами - сорбентами. Нетоксичні продукти електрокоагуляції (шлам) ховають на полігонах ТБВ (твердих побутових відходів).

Недоліки способу: надмірні технологічні операції, високі експлуатаційні витрати, забруднення навколишнього середовища вторинними продуктами утилізації, обмеженість способу в застосовності його для знешкодження отрутохімікатів в товарній формі розчину або емульсії їх в органічних розчинниках через малу електропровідність розчинників і їх вогне- і вибухонебезпеки.

В основу методу поставлена задача розробки екологічно безпечного способу утилізації некондиційних пестицидів як в товарній формі розчинів і емульсій їх в органічних розчинниках, так і у формі гранульованих препаратів або порошків, забезпечуючого екологічну безпеку, мінімізацію експлуатаційних витрат і повернення в сферу виробництва вторинної сировини.

Поставлена задача вирішується тим, що метод утилізації некондиційних пестицидів включає електрохімічну деструкцію в електрокоагуляторі і, згідно корисної моделі, утилізацію проводять в дві стадії, на першій з яких пестициди деструктують гідролізом у водно-лужному середовищі при рН 13- 14, причому гідроліз пестицидів в товарній формі їх розчинів або емульсій проводять при температурі кипіння розчинника до повної відгонки розчинника з водно-лужного розчину, а

пестицидів в товарній формі гранул або порошку - при кип'ятінні лужного розчину протягом півгодини, на другій стадії гідролізат обробляють в електрокоагуляторі з розчинними залізними електродами при рН 9-10, при насиченні електроліту киснем повітря до 2-6 мг/л, продукти електрокоагуляції видаляють відстоюванням і фільтрацією лужного розчину через інертні фільтруючі матеріали, після чого лужний розчин повертають в технологічний процес.

Метод утилізації некондиційних пестицидів, що заявляється, в товарній формі їх розчинів, емульсій в органічних розчинниках, гранульованих препаратів, порошоків, гідролітичною (гідроліз) і електрохімічною (електрокоагуляція) деструкцією дозволить:

- виключити утилізацію пестицидів шляхом їх спалювання, піролізу або високотемпературної обробки і тим самим виключити забруднення атмосфери токсичними оксидами вуглецю, азоту, сірки, фосфору, миш'яку, фосгеном, диціаном, діоксинами;

- виключити забруднення водних джерел за рахунок замкненої оборотної системи водопостачання;

- розв'язати проблему екологічно безпечній утилізації більшості некондиційних пестицидів в будь-якій товарній формі (виключення - пестициди, що містять ртуть і миш'як).

Метод утилізації пестицидів, що заявляється, має такі переваги у порівнянні з прототипом:

- порівняльна універсальність способу, що дозволяє утилізувати як розчини і емульсії пестицидів в органічних розчинниках, так і їх тверді товарні форми у вигляді гранульованих препаратів, порошоків;

- перед електрокоагуляцією пестициди піддаються лужному гідролізу;

- електрохімічна деструкція пестицидів проводиться в одну стадію;

- після видалення з лужного розчину продуктів електрокоагуляції він повертається в технологічний процес.

Заявлений метод утилізації здійснюється за допомогою пристрою, схема якого зображена на рис. 2.1.

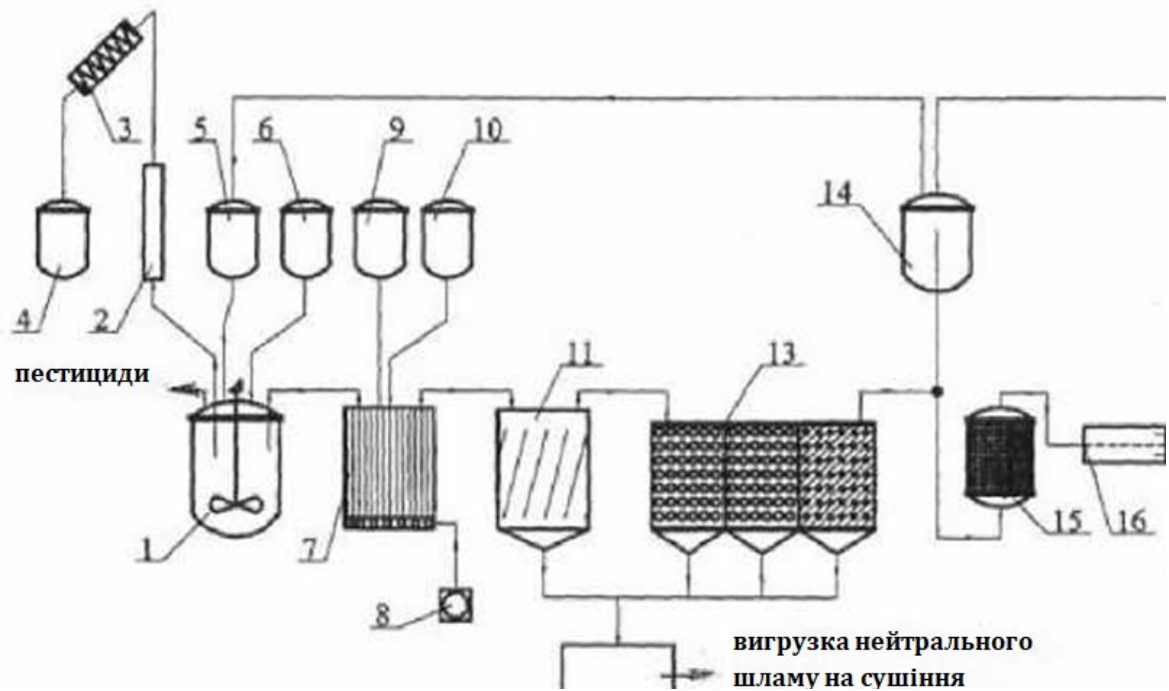


Рисунок 2.1 – Пристрій для утилізації некондиційних пестицидів [20]

Пристрій містить хімічний реактор 1 з підігрівом, мішалкою, датчиком рН, дефлегматором 2, конденсатором-холодильником 3, збіркою дистилляту 4; мірники розчину луку 5 і води 6; електрокоагулятор 7, компресор повітря 8, мірники розчинів кислоти 9, хлориду натрію 10, освітлювач (відстійник) 11, місткість для нейтралізації осаду 12, касетний блок фільтрів грубого очищення 13, накопичувальна місткість для лужного розчину 14, блок фільтрів тонкого очищення 15, блок електродіалізаторів 16.

3 ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ СТІЧНИХ ВОД ЗАБРУДНЕНИХ НЕПРИДАТНИМИ ПЕСТИЦИДНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

3.1 Метод комплексної обробки води

Метод комплексної обробки води, який відрізняється тим, що воду фільтрують, обеззаражують інтенсивним кавітаційним потоком з реагентами та опромінюють ультрафіолетовим випромінюванням і в залежності від призначення води визначають ступінь очищення, режим кавітації, кількість реагентів, час та інтенсивність опромінювання.

Метод належить до санітарної техніки і може бути використаний у системах підготовки води в комунальних господарствах, медицині, хімічній промисловості, в екологічних системах для очищення стокових вод та в інших галузях.

Сучасні технології обробки води передбачають багатоступеневе її очищення і обеззараження. В більшості випадків цей процес розпочинається з механічного очищення води. Інші етапи обробки реалізуються за допомогою реагентних і безреагентних засобів. Реагентні передбачають застосування хімічно активних речовин, безреагентні - фізичні ефекти, які здатні обеззаразити воду та сприяють зменшенню вмісту забруднення.

Найбільш поширеним реагентним способом обробки води є її хлорування. Його переваги: дешевий та простий у застосуванні. Однак, хлор та його сполуки є отруйними речовинами, які небезпечні як при їх зберіганні, так і використанні. Передозування та надмірне накопичення хлору у воді призводить до її високої токсикації, яка може становити загрозу здоров'ю і навіть життю людини.

Перспективним способом обробки води є озонування. Озон, завдяки високим окислювальним властивостям, сприяє розкладу у воді органічних і

неорганічних сполук. Однак із-за швидкого розкладу озону вода довго не зберігає свої властивості. У зв'язку з цим обробку здійснюють у два і більше прийоми [21, 22].

Відомий метод поєднання озонування води з введенням алюмінієвого коагулянту, хлору і аміаку з подальшою обробкою активованим вугіллям. Цей метод складний, тривалий, потребує значних витрат на реагенти і обладнання.

Таким чином, аналіз зазначених способів показав, що обробка води в більшості випадків являє собою багатоступеневий процес, що реалізується за допомогою сукупності заходів, які направлені на очищення та обеззараження води.

В основу методу поставлено задачу розробки ефективного способу для комплексної обробки води.

Поставлена задача вирішується тим, що метод комплексної обробки води передбачає: фільтрацію від механічних забруднень; створення інтенсивного кавітаційного потоку; при необхідності введення реагентів в кавітаційну зону для змішування їх у воді на молекулярному рівні; здійснення безперервного опромінення води ультрафіолетовим випромінюванням.

Механічне очищення води проводиться за допомогою фільтрації [23]. Обеззараження широкого спектра мікроорганізмів у воді досягається за допомогою одночасного поєднання гідромеханічного, електричного, теплового та ультразвукового ефектів кавітації.

Гідромеханічні ефекти: великі розтягуючі зусилля на розрив в потоці рідини; глибокий вакуум, який відповідає значенню тиску насичених парів води (3 кПа); великі значення пульсацій тиску поза зоною кавітації [24], що характеризуються широким спектром частот; в розривах суцільності потоку виникають парогазові бульбашки (каверни) при схлопуванні яких утворюються мікрокумулятивні струмені з тиском у декілька тисяч

атмосфер. Такі фактори не сумісні з умовами існування більшості мікроорганізмів. Крім того, вони в потоці води разом з мікроскопічними механічними включеннями, утворюючи неоднорідність середовища, є центрами зародження кавітації і таким чином потрапляють в епіцентр вибуху каверн.

Завдяки електричному ефекту кавітації проходить додаткове залучення мікроорганізмів в зону колапсу. Цей процес відбувається за допомогою позитивних і негативних зарядів, які концентруються на оболонці каверни. Створене ними електричне поле зтягує мікроорганізми, що характеризуються позитивним або негативним електричним потенціалом.

Тепловий ефект виникає внаслідок схлопування кавітаційних бульбашок. Він короткочасний і має локальний характер. Супроводжується великими значеннями температури, які можуть сягати температури утворення плазми (тобто до 2000°C) [25]. Навіть миттєве перебування у середовищі з такими температурами для більшості мікроорганізмів є згубними.

Гідродинамічна кавітація супроводжується ультразвуковим випромінюванням, яке теж має високу здатність дезінфікувати.

Деякі мікроорганізми захищені спеціальною оболонкою (наприклад, паличка Коха), або знаходяться в міжкоугуляційному просторі частинок забруднення. Під дією кавітації відбувається механічна руйнація як природних, так і штучних захисних оболонок. Це сприяє збільшенню ймовірності загибелі мікроорганізмів такого типу.

Внаслідок великих значень температури та тиску у зоні кавітації проходять хімічні реакції, які неможливі у звичайних умовах. При кавітації у водному середовищі - утворення перекису водню, озону та атомарного кисню. Незважаючи на їх незначну кількість, вони додатково обеззаражують воду. В зоні кавітації створюється розрідження. Це дає змогу за допомогою ежекції при необхідності вводити в воду, що обробляється, різні речовини з

метою обеззараження або для досягнення інших технологічних ефектів. Висока здатність змішування при кавітації дозволяє рівномірно насичувати воду реагентами по всьому її об'єму. При кавітації здійснюється руйнація кластерної структури води в результаті чого вона стає активованою. Така вода здатна набагато швидше ніж звичайна розчинити хімічні сполуки. Завдяки цим факторам досягається збільшення швидкості масообміну (а значить збільшується швидкість дезінфекції) та заощадження реагентів.

Остаточне обеззараження води здійснюють ультрафіолетовим випромінюванням. Воно ініціює фотохімічні реакції в мікроорганізмах, які є для них фатальними.

Заявлений метод комплексної обробки води здійснюється таким чином. На початковому етапі проводять очистку води від забруднення механічного походження. Тип фільтрів та фільтроелементів вибирають в залежності від потрібної тонкості фільтрації. Вона в свою чергу, обумовлена призначенням води. Потім воду кавітують. Цей процес здійснюють за допомогою спеціального пристрою – кавітатора. Інтенсивність та час кавітаційної обробки визначають емпіричним шляхом в залежності від конкретних умов. При необхідності в потік води, що обробляється через кавітатор, вводять реагенти за призначенням.

На заключному етапі воду опромінюють ультрафіолетовими променями за допомогою ламп певної інтенсивності. Найбільшого ефекту комплексної обробки води досягають шляхом повторення циклів обробки.

3.2 Пристрій для обробки рідини плазмохімічним методом

Пристрій для обробки рідини плазмохімічним методом, який включає камеру, обмежену корпусом (1), з розміщеними в ньому електродами, патрубками введення і виведення рідини, яку обробляють, який відрізняється тим, що включає горизонтальний або нахилений корпус (1) камери, який є анодом, для обробки рідини у проточному режимі при дії на неї контактної нерівноважної низькотемпературної плазми та додатково оснащений кришкою (2), реакційним каналом (8) з діелектричними накладками (9), сорочкою (11) для забезпечення ізотермічних умов у реакційному просторі, приймальною ємністю (3) з демпфером-піногасником (4), переливним порогом (5), датчиком (10) наявності рідини в реакційному каналі і охолоджуваними в газовій фазі катодами (6) [26].

Пристрій який відрізняється тим, що катода (6) розміщені в газовій фазі уздовж реакційного каналу (8) на кришці (2) і виконані у формі сферичного конуса, вершина якого спрямована перпендикулярно до поверхні рідини, яку обробляють, а зовні забезпечені радіаторами охолодження (7).

Пристрій відрізняється тим, що робочу частину електродів виготовлено зі сплаву вольфраму з торієм та вмонтовано в сферичний конус на його кінці.

Пристрій відрізняється тим, що додатково містить підймальний механізм (12) і шарнір (13), який забезпечує нахил корпусу, за допомогою якого встановлюють товщину шару рідини, яку обробляють, від 1,5 до 10 мм. Пристрій з відрізняється тим, що демпфер-піногасник (4) виконано у вигляді перфорованого циліндричного стакана (рис.3.1).

Даний пристрій відноситься до пристроїв для синтезу органічних і неорганічних продуктів, очищення, знезараження стічних вод і рідких середовищ, активації розчинів. Може бути використано в хімічних, електрохімічних, гальванічних кіно- фотовиробництвах, об'єктах санітарно-

гігієнічного, медичного, фармакологічного призначення, атомній енергетиці, харчовій та інших галузях промисловості.

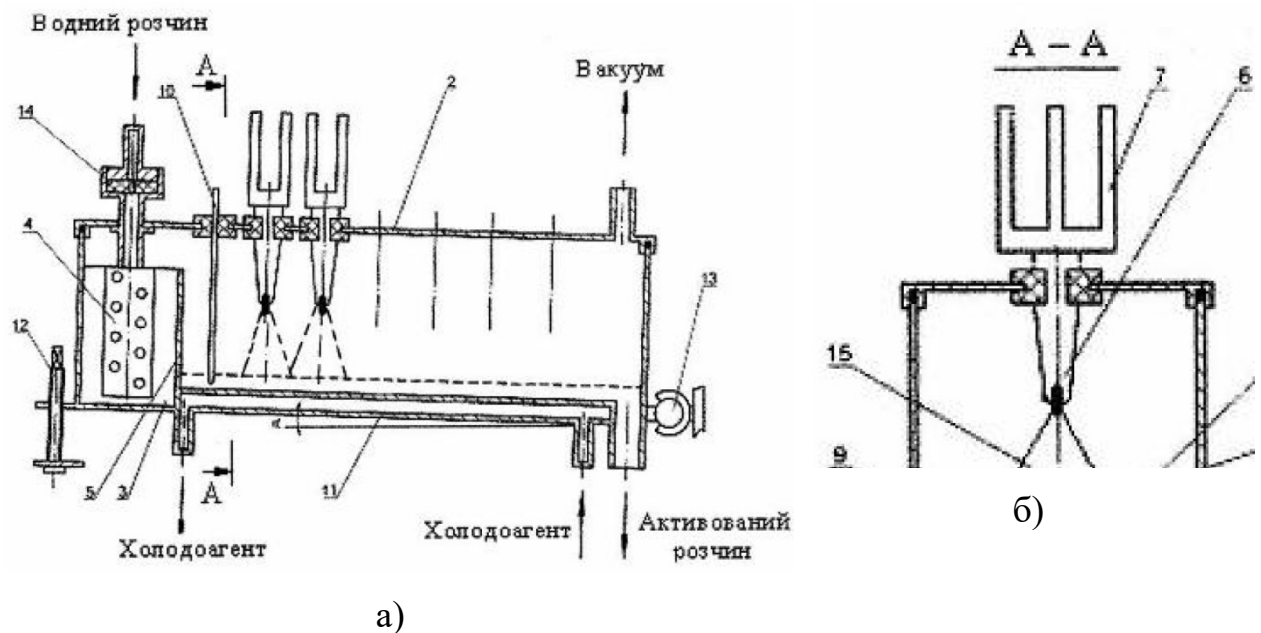


Рисунок 3.1 – Пристрій для обробки рідини плазмохімічним методом [26]

Відомий пристрій для випалювання нафтовміщених домішок зі стічних вод у стовпі відкритої електричної дуги. Пристрій складається з корпусу з встановленими у середині кільцевими електродами і по вісі стрижневим електродом. Зовні корпусу встановлена електрична обмотка. Між корпусом і електричною обмоткою розміщена охолодна сорочка. Забруднена вода з необхідною для згоряння домішкою повітря подається у середину пристрою. В наслідок проходження води і повітря через стовп дуги нафтопродукти вигоряють, а продукти згорання виводяться з пристрою. Недоліком зазначеного пристрою є:

- неможливість використання даного пристрою для інших цілей через відсутність у відкритій електричній дузі ініціюючих факторів для здійснення інших хімічних процесів;
- висока температура у зоні електричної дуги, що сприяє інтенсивному випару рідини, яку оброблюють;
- необхідність додавання повітря з метою ініціювання процесу горіння

нафтовміщених домішок;

- неможливість здійснення процесу в плівковому режимі що погіршує параметри ведення процесу очищення стічних вод;

- неможливість виділення зі стічних вод іонів важких металів;

- неможливість ведення процесу в режимі, близькому до режиму плазмового розряду, який би забезпечував ініціюючі фактори для проведення процесу очищення забруднених рідких середовищ.

Відомо також пристрій для очищення рідини, що представляє собою камеру іонізатора, який виконано з ізольованими стінками для розміщення електродів, які підключені до джерела високої напруги, та з встановленими шиберами. Нижня частина камери виконана у вигляді заземленого піддона з підведенням і відведенням рідини, яку оброблюють, а верхній частині розміщено патрубки підведення окислювача, які з'єднані трубопроводом з патрубками підведення рідини, яка очищується.

Недоліком відомого технічного рішення є:

- громіздкість;

- неможливість виділення зі стічних вод іонів важких металів, радіонуклідів, очищення стічних вод від органічних і неорганічних домішок та сполук, здійснення синтезу органічних і неорганічних продуктів;

- неможливість проведення процесу в режимі плазмового контактного розряду;

- неможливість здійснення процесу без виділення токсичних домішок у повітря;

- робота пристрою з використанням системи подачі окислювача в реагуючий простір.

В розробки поставлено задачу створення пристрою, що забезпечує проведення широкого спектру технологічних процесів у різних виробництвах з використанням контактної нерівноважної плазми. Поставлена задача досягається тим, що пристрій для проведення плазмохімічних процесів

складається з корпусу реактора 1, який являється одночасно електродом розрядної камери, приймальної ємності 3 для збирання рідини, яку оброблено, реакційного каналу 8, сорочки 11, регулятора подачі рідини 14, демпфера-піногасника 4 у вигляді перфорованого циліндричного стакану, підіймального механізму 12 і шарніру 13, які забезпечують нахил реактора щодо горизонтальної площини, кришки реактора 2, на якій розміщено ряди електродів 6 з радіаторами 7 і датчиком 10 наявності рідини в реакційному каналі. Робочий елемент електрода виконано у вигляді сферичного конусу, вершина якого направлена убік поверхні рідини, яку оброблюють. Робочу частину електрода виготовлено з торійованого вольфраму, яку вмонтовано в сферичну об'єм на її конічному кінці. Електроди гальванічно розв'язані між собою, корпусом 1 і кришкою 2. Кількість електродів задають за умови забезпечення необхідного часу перебування рідини в реакційному просторі з метою досягнення заданої ефективності процесу. Ширину реакційного каналу формують діелектричними накладками 9. Переливний поріг 5 відокремлює реакційний простір від накопичувача і демпферапіногасника.

У робочому просторі реактора створюють розрядження, яке постійно підтримують в процесі роботи пристрою на рівні значення, при якому не настає процес природного кипіння рідини при сталій температурі рідини в реакторі. З метою забезпечення ізотермічних умов процесу хімічного перетворення в рідині, яку оброблюють, в простір сорочки 11 подають холодоагент з метою охолодження реакційного каналу. Рідину, яку оброблюють в проточному режимі подають крізь регулятор рідини 14, демпфер-піногасник 4 у приймальну ємність 3 і далі крізь переливний поріг 5 у реакційний канал 8 реактора. Наявність рідини в реакційному каналі контролюється датчиком 10.

Контактна нерівноважна плазма над шаром рідини створюється за допомогою електродів, на які подають необхідні напруга та струм, при цьому електрод (катод), який є корпусом 1 реактора, знаходиться під шаром рідини,

а електроди 6 (анооди) розташовані в газовій фазі на кришці реактора. Електроди 6 розташовані в зоні реакційного каналу на відстані 5-30мм від поверхні рідини, яку оброблюють. Формування розряду забезпечується високою напругою при малих струменях, обробка рідини забезпечується робочим струмом при більш низьких напругах. У зоні дії розрядів знаходиться поверхня рідини в реакційному каналі. Пройшовши реакційну зону першого електрода, який знаходиться в газовій фазі, рідина, яку оброблюють, попадає під дію другого електрода і так далі. Кількість електродів у просторі реакційного каналу і кількість паралельних реакційних каналів вибирається за умови необхідного часу контакту плазмового розряду з рідиною, завдяки чому забезпечується досягнення заданої ефективності обробки рідини і її продуктивності. Форма конфігурації електродів дозволяє стабілізувати плазмовий розряд. Оброблена контактною нерівноважною низькотемпературною плазмою рідина виводиться з реактора через патрубков у приймальну ємність. Товщину шару рідини (1,5-10 мм) забезпечують шляхом зміни кута нахилу пристрою за допомогою підйимального механізму 12, шарніру 13 і регулятора рідини 14.

Для створення плазми в реакторі застосовано електричний блок живлення з параметрами: вхідна напруга - перемінна, однофазна, 50 Гц, 220 В, 60 Гц, 11 В; вихідна напруга - постійна, пульсуюча, регульована в межах 700-1500 В; струм навантаження - максимальне значення 0,25 А; напруга підпалу - амплітуда 12000-15000 кВ, тривалість імпульсу 1,0-1,5 мс.

Додатково до аноду реактора відносно катоду підключено пристрій підпалу, що формує імпульси амплітудою до 15 кВ при тривалості до 1,5 мс. Імпульси підпалу жорстко синхронізовані з фазою пульсуючої напруги.

У момент формування імпульсу підпалу відбувається пробій вакуумного проміжку між електродами реактора, опір проміжку різко знижується в результаті чого починає текти анодний струм, який створює плазму.

Напруга плазмового розряду практично незмінна (550-900 В) і залежить в основному від ступеня розрідженості газу в середині реактора, Величина струму в плазмовому стовпі обумовлена електричним опором плазми і величиною прикладеної напруги до системи плазмовий стовп – баластовий резистор.

В електричному блоці живлення реалізовано принцип фазового методу регулювання величини напруги, тобто середнє значення анодної напруги залежить від фази пульсуючої напруги на аноді і моменту подачі імпульсу, що сприяє підпалу. Плазма виникає в момент підпалу і гасне в момент закінчення пульсації анодної напруги. Зазначений процес повторюється з частотою 100 Гц. Регулювання струму в плазмовому стовпі здійснюється за рахунок зміни моменту підпалу відносно пульсації анодної напруги за допомогою синхронізуючого пристрою, а силовим регулюючим пристроєм, таким чином, є безпосередньо сам реактор.

3.3 Система для знешкодження токсичних речовин

Система для знешкодження токсичних речовин, що містить озонатор, ультрафіолетовий реактор, припливну магістраль для підведення рідини, магістраль для відводу рідини, сполучну магістраль, яка відрізняється тим, що додатково містить блок попередньої підготовки токсичної сировини, осушувач осадів, з'єднаний з фільтрувальними установками, блок для електрофізичної обробки, електрохімічний реактор-окислювач, джерело каталізаторів і плазмохімічний реактор, при цьому система виконана так, що на вході має блок попередньої підготовки токсичної сировини і припливну магістраль для підведення рідини, на виході - магістраль для відведення рідини і послідовно з'єднані осушувач осадів та плазмохімічний реактор для остаточної переробки осадів, а детоксикуючий контур, який замкнений на осушувачі осадів через фільтрувальні установки, складається з послідовно

з'єднаних охолоджувача рідких токсичних речовин, озонатора, блока для електрофізичної обробки, ультрафіолетового реактора, електрохімічного реактор-окислювача та джерела каталізаторів [27].

Система відрізняється тим, що блок попередньої підготовки токсичної сировини включає сепаратор, подрібнювач та ємність для розчинення вихідної сировини. Система відрізняється тим, що ємність для розчинення оснащена кавітатором. Система відрізняється тим, що ємність для розчинення оснащена охолоджувачем. Система відрізняється тим, що блок для електрофізичної обробки встановлений між озонатором й ультрафіолетовим реактором. Система відрізняється тим, що джерело каталізаторів виконане з можливістю з'єднання із блоком для електрофізичної обробки, ультрафіолетовим реактором й електрохімічним реактором-окислювачем. Система відрізняється тим, що плазмохімічний реактор установлений після осушувача осадів.

Пристрій відноситься до екологічно безпечної техніки для переробки токсичних хімічних речовин, зокрема до фізико-хімічних систем, і може бути використаний для знешкодження побутових і промислових відходів, а так само для знищення речовин, які представляють небезпеку для екології й людини.

Відомо, що однією з актуальних екологічних проблем є запобігання небезпеки забруднення навколишнього середовища й нанесення шкоди здоров'ю людини, що містять у собі місця зберігання непридатних і заборонених до застосування хімічних засобів, таких, як пестициди, лікарські препарати й ін. Проблема ускладнена тривалим зберіганням накопичених небезпечних відходів, при якому відбувається зміна їхніх властивостей, руйнування, вимивання й вивітрювання під дією природних факторів, внаслідок чого небезпечні відходи й продукти їхнього розпаду попадають у навколишнє середовище і являють собою складну і важко поділювану суміш шкідливих речовин.

Відомі метод і пристрій для руйнування відходів за допомогою плазмової технології, у якому пристрій являє собою систему, що містить плазмовий генератор, пов'язаний із плазмовим реактором, який системою трубопроводів з'єднаний з теплообмінниками й газоочисною апаратурами. Пристрій включає також теплообмінники для попереднього нагрівання органічного матеріалу й повітря, які вводять у полум'яний реактор, два апарати для промивання газу.

Пристрій забезпечує 100% руйнування розчинних органічних забруднень. Однак, функціональні можливості такого пристрою обмежені, оскільки, як правило, відходи промислові, побутові та інші містять не тільки розчинні забруднення, але й тверді складові.

Відома також EnvirOzone Technologies Прогресивна Біохімічна Система Моделі EOT-AOX-1000, встановлена на прогресивному біохімічному заводі, що включає генератор озону, інжектор озону Mazzei зі специфічним співвідношенням газ/рідина, герметичну фіксацію, видалення отриманого газу й ультрафіолетове опромінення. Відповідно до виробництва, ця система виконує мікробіологічну дезінфекцію й біохімічне очищення органічних складових, що втримуються в побутових відходах і промислових вторинних стічних водах при швидкості потоку до 1000 галонів у хвилину. Процес знешкодження згаданих відходів використовується у системі для видалення твердих, хімічних і бактеріологічних відходів із заражених водяних розчинів. Система забезпечує чотири стадії процесу знешкодження й включає генератор озону, інжектор озону й змішувач, контактну камеру й ультрафіолетовий випромінювач [28]. Процес генерації озону використовує три Ozonia Ozart Ozone Generators Type CF-5, кожний з яких здатний робити 85 фунтів у день озону при концентрації 6 вага. %. Процес інжекції озону й змішування використовує GDT патентований процес, при якому подвійні трубки Mazzei типу озонових інжекторів впорскують озон з генератора озону й змішують із потоком стічної води. Інжектори використовують вакуум, що

виникає в інжекторах типу Вентурі для того, щоб впорскувати озоновий газ у потік стічної води. Оскільки тиск збільшує розчинність озону, система включає насос, що використовується для підвищення тиску. У спеціальних резервуарах озон дисоціює або перетворюється у воду, яку направляють на центрифугу для відділення твердих часток. Ультрафіолетову обробку забезпечують двома типами УФ пристроїв: пристроєм низького тиску й середнього тиску. Кожен пристрій виконаний для максимального потоку 500г/хв. Пристрої низького тиску складаються із двох блоків ламп, з'єднаних у серію, кожна містить 20 ламп. Пристрій середнього тиску складається з одного блоку з 4х ламп. Лампи в обох системах ізольовані від прямого контакту з водою кварцовими ізолюючими трубками, а система середнього тиску обладнана двірниками, які автоматично чистять кварцові трубки, підвищуючи ефективність УФ опромінення.

Система дозволяє досягти високого рівня очищення стічних вод, однак також не включає утилізацію твердих складових стічних побутових і промислових вод, що обмежує її функціональні можливості, зокрема, не дозволяє використати для знезаражування токсичних речовин.

Найбільш близькою по призначенню, технічній сутності й результату, що досягають, при використанні до рішення, що заявляють, є установка для обробки рідин, які містять токсичні речовини, що важко розкладаються, що включає пристрій для введення газу, що утримує озон, в потік підлягаючій обробці рідини, пристрій для УФ-опромінювання оброблюваної рідини, припливну магістраль для підведення підлягаючій обробці рідини, магістраль для відводу обробленої рідини. Пристрій для УФ-опромінювання підключено до пристрою для введення газу, що утримує озон, а реакційна ємність розташована між ними.

Установка забезпечує ефективний комбінований вплив за допомогою озону й УФ-опромінювання, що приводить до окислювання речовин, що розщеплюються важко. При цьому можлива навіть мінералізація продуктів

розщеплення, якщо використані досить високі дози озону й опромінення. Установа забезпечує також багаторазову циркуляцію оброблюваної рідини в контурі до одержання прийняттого рівня знешкодження. Однак відсутність можливості знешкодження складних твердих сумішей обмежує функціональні можливості установки.

Тому метою пропонованого технічного рішення є розширення функціональних можливостей пристрою для знешкодження складних токсичних і речовин, що важко розщеплюються.

В основу розробки поставлена задача вдосконалення системи для знешкодження токсичних речовин. Внаслідок того, що в систему додатково включений блок попередньої підготовки токсичної сировини, осушувач осадів, з'єднаний з фільтрувальними установками, блок для електрофізичної обробки, електрохімічний реактор - окислювач, джерело каталізаторів і плазмохімічний реактор, забезпечується технічний ефект, що полягає в комплексному впливі на фізичні, фізико-хімічні й хімічні зв'язки токсичних речовин, який підсилюється при застосуванні каталізаторів. За рахунок цього технічного ефекту досягають майже 100% утилізацію токсичної складової.

Поставлена задача вирішується тим, що система для знешкодження токсичних речовин, що містить озонатор, ультрафіолетовий реактор, припливну магістраль для підведення рідини, магістраль для відводу рідини, сполучну магістраль, відповідно до винаходу, додатково містить блок попередньої підготовки токсичної сировини, осушувач осадів, з'єднаний з фільтрувальними установками, блок для електрофізичної обробки, електрохімічний реактор-окислювач, джерело каталізаторів і плазмохімічний реактор, при цьому система виконана так, що на вході має блок попередньої підготовки токсичної сировини і припливну магістраль для підведення рідини, на виході магістраль для відведення рідини і послідовно з'єднані осушувач осадів та плазмохімічний реактор для остаточної переробки осадів, а детоксинуючий контур, який замкнений на осушувач

осадів через фільтрувальні установки, складається з послідовно з'єднаних охолоджувача рідких токсичних речовин, озонатора, блока для електрофізичної обробки, ультрафіолетового реактора, електрохімічного реактор-окислювача та джерела каталізаторів. Блок попередньої підготовки токсичної сировини включає сепаратор, подрібнювач й ємність для розчинення вихідної сировини. Ємність для розчинення постачена охолоджувачем. Блок для електрофізичної обробки встановлений між озонатором й ультрафіолетовим реактором. Джерело каталізаторів виконане з можливістю з'єднання із блоком для електрофізичної обробки, ультрафіолетовим реактором й електрохімічним реактор-окислювачем. Плазмохімічний реактор встановлений після осушувача осадів.

Відомі численні розробки, спрямовані на рішення проблеми знищення токсичних речовин, знешкодження стічних побутових і промислових відходів. Однак огляд цієї інформації показує, що жодне з відомих окремо, ні в сукупності не можуть мати досить широкі функціональні можливості для використання при знешкодженні небезпечних відходів, накопичених протягом тривалого часу.

Пропоноване рішення принципово відрізняється від відомих тим, що забезпечує, як відзначене вище, комплексний вплив на фізичні, фізико-хімічні й хімічні зв'язки токсичних речовин, що підсилює ефективність каталізаторів. За рахунок цього технічного ефекту досягають майже 100% утилізацію токсичної складової, а отриманий на виході із системи синтез-газ забезпечує енергетичну самодостатність системи.

На рис.3.2 представлена схема системи для знешкодження токсичних речовин. Система для знешкодження токсичних речовин містить блок 1 обробки озono-повітряної (озono-кисневої) суміші, блок 2 електрофізичної обробки, ультрафіолетовий реактор 3, електрохімічний реактор-окислювач 4 і плазмохімічний реактор 5. Система включає блок попередньої підготовки токсичної сировини, що складається із сепаратора 6, подрібнювача 7 і

розчинника 8. Система також включає блок каталізаторів 9, фільтрувальні установки 10 й 11, охолоджувач 12 й осушувач 13.

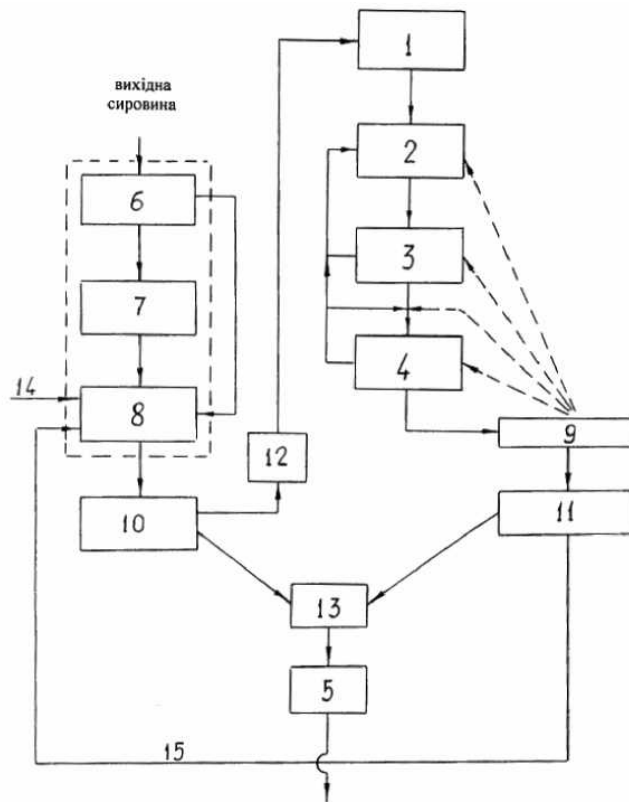


Рисунок 3.2 – Система для знешкодження токсичних речовин

Система для обробки рідин, що містять токсичні речовини, що важко розщеплюються, має магістраль 14 для уведення води або іншої рідини, магістраль 15 для відводу обробленої рідини й магістралі, що з'єднують складову систему пристроїв в тій або іншій послідовності. Наприклад, обидві магістралі 14 й 15 з'єднані із блоком попередньої підготовки сировини, що включає сепаратор 6, подрібнювач 7 й ємність для розчинення 8. Ємність 8 містить кавітатор і з'єднана з першою фільтрувальною установкою 10 системи. Блок 1 обробки озono-повітряною (озono-кисневою) сумішшю містить генератор озону, інжектор озону, озono-кисневий змішувач і контактну камеру(на Фіг. не показані), включений у магістраль безпосередньо після першої фільтрувальної установки 10. Для зниження температури рідини на вході в блок 1 обробки озono-повітряною (озono-

кисневою) сумішшю передбачений охолоджувач 12. Далі сполучна магістраль поєднує послідовно встановлені блок 2 для електрофізичної обробки, ультрафіолетовий реактор 3 й електрохімічної реактор- окислювач 4, які виконані з можливістю їхнього з'єднання із блоком 9 каталізаторів. Крім того, ультрафіолетовий реактор 3 й електрохімічний реактор-окислювач 4 виконані з можливістю їхнього з'єднання із блоком 2 для електрофізичної обробки, що дозволяє залежно від складу сировини включати реактори в тій або іншій послідовності.

Після реактора 4 перед початком магістралі 15 для відводу обробленої рідини встановлена друга фільтрувальна установка 11. Обидві фільтрувальні установки 10 й 11 з'єднані з осушувачем 13 осадів, які після висушування спалюють у плазмохімічному реакторі 5.

Вихідний продукт – токсичні відходи у твердій або рідкій фазі подають у сепаратор 6, де відбувається їхнє попереднє сортування й мийка (при необхідності). Великі тверді складові відходів (будівельне й виробниче сміття), відділені від більше дрібних фракцій, надходять на мийку, де відбувається їхнє відмивання від токсичних речовин.

У ємність 8 для розчинення надходить суміш в основному розчинних токсичних й інших речовин, що перебувають у твердій фазі, і по магістралі 14 стічна або інша вода. Для інтенсифікації процесу розчинення передбачена обробка суміші твердої й рідкої фракції за допомогою кавітатора. Розчинені токсичні речовини надходять на фільтрувальну установку 10, де відбувається відділення рідини, насиченої токсичними речовинами, і утворення нерозчинного осаду. Охолоджувач 12 знижує температуру розчину рідких токсичних речовин перед їхнім надходженням в озонатор 1, в якому здійснюється їхнє окислювання озоно-повітряною (озоно-кисневою) сумішшю. Для інтенсифікації процесу фотохімічної деструкції оброблена озоном рідина піддається електрофізичному впливу в блоці 2 для електрофізичної обробки. Оброблена озоном рідина надходить в

ультрафіолетовий реактор 3, де відбувається її обробка ультрафіолетовим випромінюванням. Оброблена в такий Метод рідина надходить в електрохімічний реактор - окислювач 4, де відбувається її електрохімічне окислювання. Процеси, що відбуваються в кожному з реакторів 1-4, можуть бути прискорені за допомогою каталізаторів, які надходять із блоку 9 каталізаторів. Детоксинована комплексним впливом рідина надходить у фільтраційну установку 11, де відбувається її адсорбційне очищення. Очищена малотоксична рідина по магістралі 15 для відводу рідини надходить у ємність 8 для розчинення, де її знову використовують у замкнутому технологічному процесі. Залежно від фізико-хімічних властивостей оброблюваних речовин обробка токсичного розчину відбувається в циклічному режимі в різній черговості.

Осад з фільтрувальних установок 10 й 11 надходить в осушувач осадів 13, де відбувається їхнє зневоднювання, і далі - у плазмохімічний реактор 5, де відбувається їхнє високотемпературне спалювання, у результаті чого утвориться синтез-газ. Отриманий синтез газ забезпечує енергетичну самодостатність системи.

Приклад 1. Як вихідний продукт використовували суміш препарату Прометрин з піском і залишками штукатурки. Суміш завантажували в подрібнювач, де її дробили до крупності 0,5-2мм і направляли в пристрій 6 для розчинення у водному середовищі. Після деякої витримки в пристрої для розчинення отриманий токсичний розчин направляли на фільтрувальну установку 10, де відбувалося відділення рідини, насиченої токсичними речовинами, і утворення нерозчинного осаду. Температура розчину рідких токсичних речовин була знижена в охолоджувачі 12 перед їхнім надходженням в озонатор 1, де робили їхнє окислювання озоно-повітряної (озоно-кисневої) сумішшю. Оброблену озonom рідину послідовно пропустили через блок 2 для електрофізичної обробки, ультрафіолетовий реактор 3 й електрохімічний реактор - окислювач 4. Детоксиновану

комплексним впливом рідину направили у фільтраційну установку 11, де завершили її обробку шляхом адсорбційного очищення. Очищена малотоксична рідина знову була використана в замкнутому технологічному процесі.

Осад з фільтрувальних установок 10 й 11 направили в осушувач осадів 13 для підготовки до спалювання в плазмохімічному реакторі 5.

У результаті обробки ефективність детоксикації вихідної токсичної речовини склала 94-97%.

Приклад 2. Як вихідний продукт використаний суміш препарату Рогор БИ-58 з піском і залишками штукатурки. Обробка відбувалася за схемою, наведеною в прикладі 1. У результаті обробки ефективність детоксикації вихідної токсичної речовини склала 97-98%. Як видно з опису системи і її роботи, вона дозволяє знешкоджувати такі токсичні речовини, як Прометрин і Рогор БИ-58, тобто має більше широкі функціональні можливості, ніж вище наведені аналоги.

Продуктивність комплексу складає 30-50 кг/год залежно від типу вихідного продукту.

3.4 Пристрій для проведення плазмохімічних процесів

Пристрій для проведення плазмохімічних процесів включає камеру, обмежену вертикальним корпусом (1), який є електродом мінусової полярності, внутрішня поверхня якого покривається в процесі роботи плівкою рідини, яку обробляють, (10), встановлений в середині камери стержневий протиелектрод (2) у вигляді секції електродів плюсового потенціалу (3), протилежного щодо циліндричного корпусу, який відрізняється тим, що секція електродів містить вузол охолодження електродів по типу стакан в стакані, патрубок вводу (6) і виводу (7) охолоджувального агента, електроди секції (3), виконані з вольфраму і мають

кільцеву форму, як охолоджувальний агент використано трансформаторну олію, пристрій містить також накопичувальний бак (5) з встановленими в ньому датчиком (11) верхнього рівня рідини і датчиком (12) нижнього рівня рідини для сигналізації наявності максимального і мінімального рівня рідини в ємності, у верхній частині бака розташовано патрубок (8) для з'єднання з трубопроводом вакуумного насоса, а у нижній його частині розташовано патрубок (9) для виведення рідини, яку оброблено контактною нерівноважною низькотемпературною плазмою. Пристрій відрізняється тим, що має форсунки в кількості 8 штук, які встановлені рівномірно по зовнішньому колу корпусу у верхній його частині тангенціально внутрішній поверхні циліндричного корпусу під кутом 15° щодо горизонтального перерізу, для формування по внутрішній поверхні турбулентного потоку рідини товщиною 0,4-0,7 мм. Пристрій відрізняється тим, що електроди плюсового потенціалу встановлені щодо внутрішньої поверхні циліндричного корпусу і відповідно щодо потоку плівкового шару рідини, яку обробляють, на відстані 8-10 мм [29].

Даний пристрій відноситься до пристроїв для проведення плазмохімічних процесів в наслідок контактної дії об'ємного плазмового розряду на плівковий шар рідини, що рухається безперервно по стінкам сосуду циліндричної форми зверху до низу. Використання такого реактору дозволяє проводити численні технологічні процеси, які пов'язано з обробкою рідини, що вміщує в собі органічні та неорганічні сполуки, важкі радіонукліди, з метою їх вилучення, або синтезу нових хімічних речовин, мікроорганізми з метою знезараження, активовані розчини тощо. Може бути використаний в хімічних, електрохімічних, гальванічних, кіно- фото виробництвах, об'єктах санітарно-гігієнічного, медичного, фармакологічного призначення, атомній енергетиці, харчовій та інших галузях промисловості.

Відомі технічні засоби для проведення плазмових процесів за принципом контактної дії плазмового розряду на поверхню рідини, згідно з

яким пристрій для обробки рідини плазмохімічним методом [26], який включає камеру, обмежену корпусом, з розміщеними в ньому електродами, патрубками введення і виведення рідини, яку обробляють. Пристрій включає горизонтальний або нахилений корпус камери, який є анодом, для обробки рідину проточному режимі при дії на неї контактної нерівноважної низькотемпературної плазми та додатково оснащений кришкою, реакційний канал з діелектричними накладками, сорочку для забезпечення ізотермічних умов у реакційному просторі, приймальну ємність з демпфером-піногасником, переливний поріг, датчик наявності рідини в реакційному каналі і охолоджувані в газовій фазі катоди. Катоди розміщені в газовій фазі уздовж реакційного каналу і розташовані на кришці і виконані у формі сферичного конуса, вершина якого спрямована перпендикулярно до поверхні рідини, яку обробляють, а зовні забезпечені радіаторами охолодження. Пристрій має також підймальний механізм і шарнір, який забезпечує нахил корпусу, за допомогою якого встановлюють товщину шару рідини, яку обробляють та демпфер піногасник, який виконано у вигляді перфорованого циліндричного стакану.

Найбільш близьким за технічною суттю і результатом, що досягається, є пристрій для проведення плазмохімічних процесів шляхом обробки стічних вод електричним розрядом, який утворюється над шаром рідини за допомогою електродів, один з яких розташовано в рідині, а другий в газовій фазі. Пристрій включає циліндричний корпус, з зовнішньої сторони якого розташовані охолоджувальна сорочка і електромагнітна система, а внутрішня сторона складається із блоку кільцевих електродів і стержневого протиелектроду, останній виконано у вигляді набору дисків, що встановлені у площині кільцевих електродів, а над кожною парою електрод-протиелектрод розташовано запобіжний екран, причому у верхній частині корпусу додатково встановлено елемент з S-подібним зазором, який виготовлено з нерухомої основи і рухомої шайби. Електромагнітна система

представляє собою набір магнітів, які розташовані в площині кожної пари електрод-протиелектрод.

В основу методу поставлено задачу створення пристрою, що забезпечує проведення широкого спектру технологічних процесів у різних виробництвах з використанням нерівноважної контактної плазми. Поставлена задача досягається тим, що пристрій для проведення плазмохімічних процесів (рис.3.3) складається з вертикально розташованого циліндричного корпусу 1, внутрішня поверхня якого покривається в процесі роботи плівкою рідини, яку обробляють, 10, і виконана з хімічно стійкого матеріалу. Цей циліндричний корпус є електродом мінусової полярності і заземлений в установці. Всередині корпусу встановлено стержневий протиелектрод 2 у вигляді секції електродів 3 протилежного плюсового потенціалу щодо циліндричного корпусу, яка у процесі роботи реактора знаходиться у газовому середовищі. Секція електродів разом із циліндричним покритим рідиною корпусом створює ряд плазмових об'ємних розрядних зон у реакторі. Секція електродів містить вузол охолодження електродів по типу стакан в стакані, патрубок вводу 6 і виводу 7 охолоджувального агента. У якості охолоджувального агента використовують трансформаторну мінеральну олію, яка не є провідником електричного струму, тобто є діелектриком. Реактор має форсунки 4 для подачі і формування потоку оброблюваної рідини. Форсунки в кількості 8 шт. встановлено рівномірно по зовнішньому колу реактора у верхній його частині тангенціально внутрішньої поверхні циліндричного корпусу під кутом 15° щодо горизонтального перетину. За допомогою форсунок досягається автоматичне регулювання продуктивності оброблюваної рідини за умови формування по внутрішній поверхні труби турбулентного потоку рідини товщиною 0,4-0,7 мм. Електроди виконані з вольфраму і мають кільцеподібну форму. Вони містять канали для охолодження їх трансформаторною олією. Ці канали з'єднані з контуром охолодження

електродів. Секція електродів реактора складається з декількох електродних елементів (для обробки великих обсягів рідин, що містять велику кількість забруднень, передбачена активна електродна поверхня великої площі). Електроди плюсового потенціалу встановлені щодо внутрішньої поверхні циліндричного корпусу на відстані 8-10 мм.

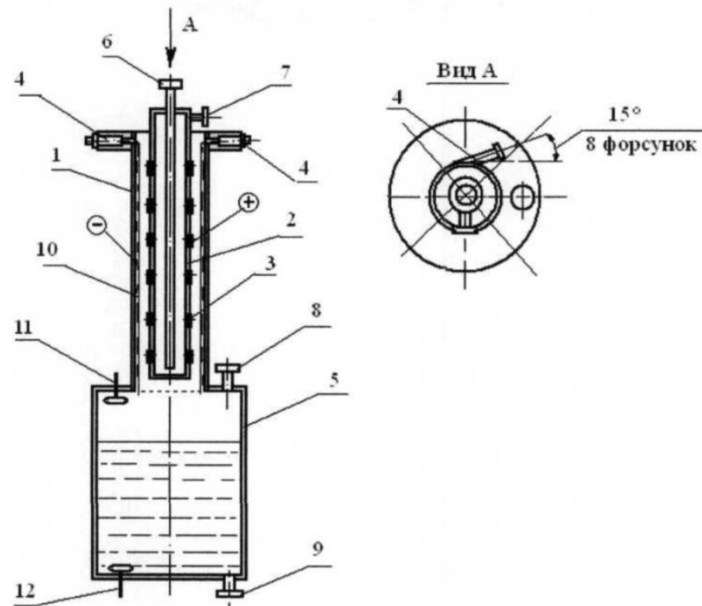


Рисунок 3.3 – Пристрій для проведення плазмохімічних процесів

Циліндричний корпус, що є електродом з мінусовим потенціалом, і електроди, які розташовано в газовому середовищі з'єднані окремими провідниками із блоком електроживлення. Електроди гальванічно розв'язані між циліндричним корпусом реактора, а також між собою діелектриком. Накопичувальний бак 5 ємністю 20л виготовлено з хімічно стійкого матеріалу і містить датчик 11 верхнього рівня рідини і датчик 12 нижнього рівня рідини, які сигналізують про наявність максимального і мінімального рівня рідини в ємності.

Патрубок 8, який розміщено на накопичувальному баці служить для з'єднання з трубопроводом вакуумного насосу. Вивід рідини, яку оброблено контактною плазмою, проводять через патрубок 9.

У робочому просторі реактора створюють розрядження, яке постійно

підтримують в процесі роботи пристрою на рівні значення, при якому не настає процес природного кипіння рідини при сталій температурі рідини в реакторі. Рідину, яку оброблюють, в проточному режимі подають за допомогою форсунок 4 тангенціально внутрішньої поверхні циліндричного корпусу, при цьому формується плівковий шар рідини. Форсунки також забезпечують витрати рідини, яку обробляють.

Нерівноважна плазма контактує з плівковим шаром рідини і створюється за допомогою електродів, на які подають необхідні напругу та струм, при цьому електрод (катод), який є корпусом 1 реактора, знаходиться під шаром рідини, яку сформовано у вигляді плівкового шару з турбулентним режимом руху по вертикальній внутрішній поверхні корпусу реактора, а секція електродів 3 (анода) розташовані в газовій фазі. Електроди 3 розташовані в зоні реакційного каналу на відстані 8-10 мм від поверхні рідини, яку оброблюють. Формування розряду забезпечується високою напругою при малих струменях, обробка рідини забезпечується робочим струмом при більш низьких напругах. У зоні дії розрядів знаходиться поверхня рідини в реакційному каналі. Пройшовши реакційну зону першого електрода, який знаходиться в газовій фазі, рідина, яку оброблюють, попадає під дію другого електрода і так далі. Кількість електродів у просторі реакційного каналу вибирається за умови необхідного часу контакту плазмового розряду з рідиною, завдяки чому забезпечується досягнення заданої ефективності обробки рідини і її продуктивності. Форма конфігурації електродів дозволяє стабілізувати плазмовий розряд. Спочатку в реактор 1 подають чисту воду, термін подачі 10с. За допомогою форсунок 4 на внутрішній поверхні корпусу 1 формують турбулентний потік рідини товщиною 0,4-0,7мм. Після формування плівкового шару рідини, замість чистої води подають рідину, яку обробляють. Оброблена контактною нерівноважною низькотемпературною плазмою рідина виводиться з реактора через патрубок у приймальну ємність. За рахунок забезпечення розвинутого

плівкового шару рідини, яка рухається по внутрішній поверхні корпусу 1 з достатньо високою швидкістю під дією відцентрових і гравітаційних сил досягається технологічно обміркована продуктивність пристрою та оптимальний час перебування рідини в зоні дії плазмового розряду з метою досягнення кінцевих заданих параметрів для рідини на виході з реактору. По досягненню рідиною границі дії датчика верхнього рівня 11 у накопичувальному баці 5 автоматично відкривається клапан на вихідному патрубку і оброблена рідина виходить за межі баку. По досягненню рідиною границі дії датчика нижнього рівня 12 у накопичувальному баці 5, автоматично закривають вихідний клапан і вивід рідини, яку оброблено, припиняється. Подібні цикли повторюються автоматично на протязі роботи реактору. По завершенню обробки рідини (задають часом, чи кількістю оброблюваної рідини, або мірою її повної обробки) виключають електроживлення і закривають усі клапани. Установка знаходиться в стані готовності до подальшої роботи. Реактор може робити в режимі з рециклом рідини, яку обробляють.

Для створення плазми в реакторі застосовано електричний блок живлення з параметрами: вхідна напруга - перемінна, однофазна, 50 Гц, 220 В або 60 Гц, 110 В; вихідна напруга – постійна, пульсуюча, регульована в межах 400-600 В; струмове навантаження - максимальне значення 2,0 А. Додатково до аноду реактора відносно катоду підключено пристрій підпалу, що формує імпульси амплітудою до 8,0-10,0 кВ при тривалості від 1,0 до 1,5 мс. Імпульси підпалу жорстко синхронізовані з фазою пульсуючої напруги.

У момент формування імпульсу підпалу відбувається пробій вакуумного проміжку між електродами реактора, опір проміжку різко знижується в результаті чого починає текти анодний струм, який створює об'ємний кільцевий плазмовий розряд над поверхнею рідини, яку обробляють.

З метою забезпечення ізотермічних умов процесу хімічного перетворення в рідині, яку обробляють, секцію електродів 3 охолоджують за допомогою трансформаторної олії, яка є діелектриком і сприяє недопущенню перегріву вольфрамових електродів і секції в цілому.

Напруга плазмового розряду практично незмінна (400-600 В) і залежить в основному від ступеня розрідженості газу в середині реактора, Величина струму в плазмовому стовпі обумовлена електричним опором плазми. В електричному блоці живлення реалізовано принцип фазового регулювання величини напруги, тобто середнє значення анодної напруги залежить від фази пульсуючої напруги на аноді і моменту подачі імпульсу, що сприяє підпалу. Плазма виникає в момент підпалу і гасне в момент закінчення пульсації анодної напруги. Зазначений процес повторюється з частотою 100 Гц. Регулювання струму в плазмовому стовпі здійснюється за рахунок зміни моменту підпалу відносно пульсації анодної напруги за допомогою синхронізуючого пристрою, а силовим регулюючим пристроєм, таким чином, є безпосередньо сам реактор.

3.5 Метод дезінфекції технологічного обладнання, пакування і тари

Метод дезінфекції технологічного обладнання включає механічну очистку, промивку і обробку дезінфікуючим засобом. Як дезінфікуючий засіб використовують плазмохімічно активовані водні розчини з концентрацією діючої речовини - пероксиду водню від 100 до 700 мг/л [30].

Корисна модель належить до харчової промисловості, а саме до способів дезінфекції харчового обладнання, пакування та тари універсального призначення.

Одним з найбільш відомих дезінфікуючих засобів є пероксид водню і препарати на його основі. Представником даної групи засобів є дезінфікуючий засіб, що містить пероксид водню, лаурилсульфат магнію,

гліцерин, олеат натрію, динатрієву сіль етилендіамінтетраоцтової кислоти, нітрит бензоат і воду.

Дезінфекція технологічного обладнання, виробничих приміщень, тари, пакувань є обов'язковим і в той же час одним з найбільш трудомістких процесів харчових виробництв, який є визначним для формування якісних характеристик продукту, біологічної цінності, строків зберігання і безпеки споживання харчових продуктів. Цим пояснюється багатоманітність методів дезінфекційної обробки та підвищений інтерес дослідників і спеціалістів харчової галузі до розробки нових високоефективних методів і засобів знезараження.

Якість виготовленої продукції, її зовнішній вигляд і стійкість при зберіганні залежить від санітарно-гігієнічного стану технологічного обладнання. Важливим фактором, що має вплив на якість очистки технологічного обладнання, є правильний підбір миючих і дезінфікуючих засобів. Це пов'язано з різноманітністю технологічних операцій та наявністю великого вибору миючих та дезінфікуючих засобів. Вони повинні не тільки якісно видаляти забруднення, а й якісно дезінфікувати обладнання.

Пероксид водню та препарати на його основі мають широкий спектр антимікробної дії, наприклад до бактерій групи кишкової палички, стафілококів, стрептококів, плісняв та інших. Його можна застосовувати для дезінфекції будь-якого обладнання, трубопроводів і тари, виготовлених з нержавіючої сталі, алюмінію, низьковуглецевої сталі, вкритих нікелем та латунню, пластиковою, з оцинкованого і луженого заліза; він також не викликає негативної реакції при контакті з гумою, бетоном, деревом. Для дезінфекції використовують 0,05-3 %-ий розчин даного засобу температурою 40 °C і часом дезінфекції 10-30 хв. Для стерилізації пакувального матеріалу використовують пероксид водню в суміші з іншими речовинами. Пакувальні матеріали для виробництва дитячих продуктів дезінфікують концентрованими розчинами пероксиду водню (30-35 %). В харчовій

промисловості для дезінфекції обладнання і тари використовують дезінфектанти на основі пероксиду водню 20-60 %.

Представлений метод направлений на вирішення технічної задачі, направленої на підвищення ефективності дезінфекції, скорочення тривалості обробки і підвищення токсикологічної безпеки.

Плазмохімічно активовані водні розчини отримують наступним чином: активують водопровідну воду з направленою зміною властивостей та реакційної здатності в результаті ведення процесу в плазмових розрядах зниженого тиску з напругою 1000-2000 В, силою струму 10,0-200,0 мА і подальшим переходом з підвищенням електропровідності в режим контактної нерівноважної плазми з параметрами: напруга від 400 до 600 В, сила струму до 150 мА.

Активація розчинів проводилась на лабораторній тридуговій плазмохімічній установці. Мікробіологічні показники після використання плазмохімічно активованих водних розчинів наведені в табл. 3.1.

Плазмохімічно активовані водні розчини мають специфічний склад: пероксид водню та надперекисні сполуки, збуджені частки та радикали, які відіграють важливу роль в окисно-відновних процесах. Пероксид водню є антисептиком, потрапляючи в клітини під дією ферментів, він розщеплюється на воду і кисень, що має протимікробну дію, але при цьому в клітинах не залишається шкідливих хімічних сполук. Тобто, продукти окисно-відновних реакцій при контакті з харчовою продукцією перетворюються в речовини, що входили до складу водних розчинів до їх плазмохімічної активації.

Явище активації водних розчинів викликає чисельні специфічні фізичні та хімічні ефекти, які можуть слугувати відправними пунктами для нових прогресивних технологій. Використання плазмохімічної активації може в багатьох випадках полегшити та здешевити отримання продукції з урахуванням затрат енергії та часу на активацію.

Строк придатності робочого плазмохімічно активованого водного розчину складає 6 місяців з моменту його виготовлення за умов зберігання його в закритих ємностях.

Так в складі активованих водних розчинів, як було зазначено вище, є пероксид водню та надперекисні сполуки. Пероксид водню є загальноприйнятим класичним антисептиком, потрапляючи в клітини під дією ферментів (пероксидази та каталази) він розщеплюється на воду і кисень, що має протимікробну дію, але при цьому в клітинах не залишається шкідливих хімічних сполук, тож не виникає хімічного забруднення харчової сировини. Плазмохімічно активовані водні розчини не привносять небажаних запахів і смаків та дозволяють не використовувати хімічні консерванти.

Одним з можливих механізмів впливу активованих водних розчинів на бактерії є зміна зовнішніх шарів клітини, яка робить доступними рецептори для реактогенних ензимів, наприклад лізоциму. Вільні радикали утворюють пролом в клітинній стінці, що призводить до втрати виборної проникності. Пероксид водню, який входить в склад активованих водних розчинів, викликає у мікроорганізмів руйнування поверхневих структур та внутрішніх мембран. Цілісність цитоплазматичної мембрани порушує роботу ряду пов'язаних з мембраною ферментів, наприклад дегідрогеназ, та знижує ефективність роботи систем репарації ДНК. Бактерицидна активність пероксиду водню і активованих водних розчинів, в першу чергу, пов'язана з їх високою окисною здібністю, а також з дією токсичних продуктів, які виникають при пероксидному окисленні ліпідів. Пероксидне окислення впливає на білки рибосом, викликаючи їх руйнування. Руйнуванню структури мембран сприяють і утворені надперекисні сполуки. Дія пероксиду водню або активованої води викликає локальну руйнацію цілісної клітинної стінки і порушення проникності бактеріальних клітин вже в перші хвилини контакту.

В промислових умовах плазмохімічно активовані водні розчини

отримують на дослідно-промислових плазмохімічних установках.

Плазмохімічно активовані водні розчини можуть застосовуватися як універсальний дезінфікуючий, стерилізуючий і бактерицидний засіб.

Таким чином використання плазмохімічно активованих водних розчинів при дезінфекції харчового обладнання, тари, пакувань дає змогу підвищити якість дезінфекції, при необхідності стерилізувати обладнання, скоротити час обробки, подовжити дію дезінфектанту, виключити можливість корозії поверхонь і підвищити токсикологічну безпеку готової продукції.

Таблиця 3.1 – Мікробіологічні показники після використання плазмохімічно активованих водних розчинів

Концентрація пероксидів, мг/л	Кількість мікроорганізмів в 1 мл змивних вод, піт.				Мікробіологічні показники готової продукції		
	після обробки	через 10 хв.	через 30 хв.	через 60 хв.	загальна кількість мікроорганізмів в 1 г продукту	бактерії групи кишкової палички	пліснява мікрофлора
0 (контроль)	170	171	178	193	$3,8 \cdot 10^2$	виявлено	виявлено
100	102	103	103	104	$0,7 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
200	91	90	90	90	$0,3 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
300	50	50	50	49	$0,2 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
400	15	12	12	12	$0,1 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
500	0	0	0	0	0	не виявлено	не виявлено
600	0	0	0	0	0	не виявлено	не виявлено
700	0	0	0	0	0	не виявлено	не виявлено

Метод дезінфекції технологічного обладнання, що включає механічну очистку, промивку і обробку дезінфікуючим засобом, який відрізняється тим, що як дезінфікуючий засіб використовують плазмохімічно активовані водні розчини з концентрацією діючої речовини - пероксиду водню від 100 до 700 мг/л. Метод відрізняється тим, що плазмохімічно активовані водні розчини 10 використовують при дезінфекції тари, яка використовується для зберігання харчових продуктів. Метод відрізняється тим, що плазмохімічно

активовані водні розчини використовуються при знезаражуванні пакувальних матеріалів для харчових продуктів.

3.6 Метод знешкодження токсичних сполук

Метод відноситься до способів руйнування молекулярних структур речовин і може бути використано в хімічній, нафтохімічній, біологічній та інших галузях промисловості. Зокрема, метод може бути використаний при здійсненні мір щодо захисту довкілля від забруднюючих високотоксичних хімічних сполук [31].

Відомі способи руйнування молекулярних структур речовин за допомогою механічного, теплового, хімічного, електричного та біологічного впливу.

Недоліками цих способів є нераціонально великі витрати енергії, малі швидкості процесу, обмеженість в можливостях керування проміжними стадіями, неуніверсальність методів, їх істотна залежність від термодинамічних та кінетичних заборонень.

Найбільш близьким є метод розкладання органічних речовин, в якому для глибокого очищення застосовується озонування розчинів пестицидів, поєднане з ультрафіолетовим опроміненням реакційної маси. Слід відмітити, що даний метод придатний тільки для знешкодження низько концентрованих водних розчинів. При цьому утворюються додаткові забруднюючі речовини у вигляді смол і газів, які можуть містити діоксини, оскільки наявність кисню не виключає можливості їх новоутворення.

Знешкодження токсичних сполук здійснюють в основному термічними методами розкладу з використання різноманітних нейтралізуючих компонентів. Величезні енергетичні витрати, складне апаратне оформлення, мали швидкості процесу, обмеженість у можливості керування проміжними стадіями компенсуються високою ступеню вивченості та

прогнозуванням процесу, тому модернізація в основному зводилася до поширення асортименту каталізаторів, що застосовуються, та вдосконаленню конструкцій реакційних апаратів.

Сучасні способи знешкодження, такі як плазмохімічні та радіаційна обробка пучком електронів, або мають обмежені можливості зміни хімічного складу та оптимізації процесу розкладення, або мало ефективні у випадку великих витрат, так як енергія пучка електронів поглинається рідиною неоднорідно за об'ємом, то зміна ступеня очищення є неконтрольована. Великий час опромінювання не дозволяє використовувати в економічному режимі сучасні промислові установки, які, крім того, ще й відрізняються складнішою конструкцією реакторів, значними енерговитратами та вартістю.

Задача полягає у створенні нового економічного способу, який дозволяє практично цілком розкласти токсичну речовину, що знешкоджується, незалежно від її хімічного складу, та агрегатного стану та виключити потрапляння екологічно небезпечних сполук у атмосферу.

Процес знешкодження токсичних сполук здійснюють під впливом ультрафіолетового випромінювання в діапазоні хвиль 200-450 нм в присутності суміші, що містить кадмій, вісмут, олово, свинець, при температурі 200-300°C у відсутності кисню.

Особливістю даного процесу є те, що його здійснюють без потрапляння кисню, щоб виключити з одного боку окислення елементів, що входять до складу суміші, а з іншого - запобігти протіканню "нового" синтезу діоксинів, оскільки відомо, що він інтенсифікується в діапазоні температур 250-450°C за наявності в газах продуктів неповного розкладу, особливо хлоридів. Каталізатором даного процесу виступає в першу чергу хлориди металів, що можуть знаходитися у золі.

Крім того, суміш металів обрано таким чином, щоб їх енергетичний вплив був еквівалентним енергіям розриву зв'язків у токсичних сполуках.

У способі, що заявляється, процес знешкодження токсичних речовин

ведуть переважно при температурі, що забезпечує послаблення зв'язків за рахунок пароутворення вуглеводню та збудження електронів в елементах, які складають суміш під впливом ультрафіолетового опромінювання при цьому розриваються важкодоступні електронні пари зв'язків С-Н, О-Н та інші, що призводить до утворення вільних радикалів та об'ємного продовження реакції за ланцюговим механізмом.

Звідси випливає, що йде процес знешкодження токсичних сполук в одну стадію з високим ступеням розкладу без домішок діоксинів, так як при цьому не протікають побічні реакції: утворення діоксинів, які звичні для високотемпературних процесів окислення.

Експериментально доведено, що процес йде за означеною схемою при використанні у якості первинних продуктів будь яких токсичних сполук, а також їх сумішей.

Високий ступень перетворення первинної сировини забезпечується радикальним характером процесу, який у свою чергу обумовлено енергетичними параметрами діапазону ультрафіолетового випромінювання, що заявляється. На ступень розкладу, по відношенню до первинної сировини, впливає також температура в реакторі, від якої залежить енергія збудження елементів, що складають суміш, та прозорість парового середовища для проходження ультрафіолетового випромінювання. Наявність вологи у первинних продуктах також не призводить до проходження процесів окислення й утворення діоксинів, оскільки в даному енергетичному діапазоні виключено утворення озону, який є необхідним для протікання цих реакцій.

Процес йде у одну стадію, у одному апараті при відносно низьких температурах та здійснимий при атмосферному тиску, а для виділення продуктів розкладу, які не є токсинами, вимагається тільки конденсація та абсорбція, тобто матеріало- та енерговитрати порівняно незначні, чим забезпечується безумовна економічність способу, що заявляється, порівняно з тими, що застосовуються в промисловості.

Таким чином, приведені у формулі ознаки корисної моделі, що характеризують метод, що заявляється, є необхідні та достатні для досягнення потрібного технічного результату.

Метод знешкодження токсичних сполук здійснюють в реакційному апараті об'ємом, наприклад, 5 літрів, що обладнано джерелом ультрафіолетового випромінювання, каталізаторною коробкою, яка містить суміш, що складається з кадмію, вісмуту, олова та свинцю, нагрівальним елементом, завантажувальним люком, штуцерами для виведення газоподібних продуктів реакції та "хвостових" газів, контрольно-вимірювальними приладами (термопари та інше). За допомогою нагрівального приладу в реакційному апараті підтримують температуру 200-300°C. В апарат завантажують токсичну сполуку або їх суміш, у рідкому або твердому вигляді, продувають інертним газом або водяною парою та піддають дії ультрафіолетового випромінювання в діапазоні довжин хвиль 200-450 нм та безперервно відводять продукти, що утворюються. У зоні реакції під впливом ультрафіолетового випромінювання протікає процес деструкції органічних сполук з утворенням галогенвмісного газу та вуглеводнів, залежно від складу первинної сировини. Отриману паро-газову суміш пропускають через конденсатор для вилучення органічних продуктів розкладу (у випадку їх утворення), а галогенвмісний газ барботують через шар води (з утворенням, наприклад, соляної кислоти). Газ, який не розчинився у воді, очищують барботуванням через розчин лугу, для виключення його потрапляння в атмосферу.

Запропонований метод є економічним, потребує відносно невисоких капітальних вкладень та відповідає вимогам щодо охорони довкілля.

Таблиця 3.2 – Результати знешкодження непридатних пестицидів

Показники	Назва знешкоджуваної токсичної сполуки								
	Дихлордифенітрихлоретан (ДДТ) 2М-4Х						Сима зін	Суміш ДДТ, 2М-4Х, симазін	
	Приклади								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Температура, °С	200	250	300	100	350	350	300	300	250
2. Час витримування, год	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3. Наявність кисню, ±	-	-	-	-	-	+	-	-	-
4. Вміст токсичної сполуки в конденсаті, %	Н	0.002	0.0006	Н	0.0006	0.0006	0.3	0.5	-
5. Остаточний вміст токсичної сполуки в твердому залишку, %	0.002	Н	Н	0.01	Н	Н	Н	0.13	S=0.1506
6. Наявність діоксину в твердому залишку або в конденсаті, %	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-

Примітка: Н - не визначено при чутності методу 0.0001%; "-" - відсутні; "+" - присутні.

3.7 Система для знешкодження токсичних речовин

Система відноситься до екологічно безпечної техніки для переробки токсичних хімічних речовин, зокрема до фізико-хімічних систем, і може бути використана для знешкодження побутових і промислових відходів, а так само для знищення речовин, які представляють небезпеку для екології й людини [32].

Відомо, що однією з актуальних екологічних проблем є запобігання небезпеки забруднення навколишнього середовища й нанесення шкоди здоров'ю людини, що містять у собі місця зберігання непридатних і заборонених до застосування хімічних засобів, таких, як пестициди, лікарські препарати й ін. Проблема ускладнена тривалим зберіганням накопичених небезпечних відходів, при якому відбувається зміна їхніх властивостей, руйнування, вимивання й вивітрювання під дією природних факторів,

внаслідок чого небезпечні відходи й продукти їхнього розпаду попадають у навколишнє середовище і являють собою складну і важко поділювану суміш шкідливих речовин.

Відомі метод і пристрій для руйнування відходів за допомогою плазмової технології, у якому пристрій являє собою систему, що містить плазмовий генератор, пов'язаний із плазмовим реактором, який системою трубопроводів з'єднаний з теплообмінниками й газоочисною апаратурами. Пристрій включає також теплообмінники для попереднього нагрівання органічного матеріалу й повітря, які вводять у полум'яний реактор, два апарати для промивання газу.

Пристрій забезпечує 100% руйнування розчинних органічних забруднень. Однак, функціональні можливості такого пристрою обмежені, оскільки, як правило, відходи промислові, побутові та інші містять не тільки розчинні забруднення, але й тверді складові.

Відома також система для знешкодження газоподібних і рідких галогеноорганічних речовин й утримуючих їх відходів. Система містить нагрівач знешкоджуваних речовин і пароперегрівник, які з'єднані з вихровим змішувачем, реактор, що має плазмотрон, вхідну частину й вузол загартування й нейтралізації, сепаратор, теплообмінник і циклотрон - краплевіддільник, у яких відбувається остаточне відділення рідини й газу і їхнє подальше охолодження, адсорбер доочищення й приймальну ємність для рідини, центрифугу, ємності для луку й додаткову ємність для остаточної обробки розчину.

Описана вище система була запропонована для використання при проектуванні й будівництві промислової плазмохімічної установки, призначеної для знищення відходів заводу з виробництва політетрафторетилену. Дослідно-промислова перевірка показала надійність, ефективність й екологічну безпеку знешкодження зазначених відходів.

Однак система припускає значне енергоспоживання у зв'язку з

необхідністю нагрівання відходів, підготовки пари, його перегріву й т.п. Крім того, система не забезпечує повної утилізації твердих залишків, які втримуються у відходах, що обмежує її можливості для використання при знешкодженні складних составів токсичних речовин.

Найбільш близькою по призначенню, технічній сутності й результату, що досягають, при використанні до рішення, що заявляють, є установка для обробки рідин, які містять токсичні речовини, що важко розкладають, що включає пристрій для введення газу, що утримує озон, в потік підлягаючій обробці рідини, пристрій для УФ-опромінювання оброблюваної рідини, припливну магістраль для підведення підлягаючій обробці рідини, магістраль для відводу обробленої рідини. Пристрій для УФ-опромінювання підключено до пристрою для введення газу, що утримує озон, а реакційна ємність розташована між ними.

Установка забезпечує ефективний комбінований вплив за допомогою озону й УФ-опромінювання, що приводить до окислювання речовин, що розщеплюються важко. При цьому можлива навіть мінералізація продуктів розщеплення, якщо використані досить високі дози озону й опромінення. Установка забезпечує також багаторазову циркуляцію оброблюваної рідини в контурі до одержання прийняттого рівня знешкодження. Однак відсутність можливості знешкодження складних твердих сумішей обмежує функціональні можливості установки.

В основу даного методу поставлена задача вдосконалення системи для знешкодження токсичних речовин. Внаслідок того, що в систему додатково включений блок попередньої підготовки токсичної сировини, осушувач осадів, з'єднаний з фільтрувальними установками, блок для електрофізичної обробки, електрохімічний реактор- окислювач, джерело каталізаторів і плазмохімічний реактор, забезпечується технічний ефект, що полягає в комплексному впливі на фізичні, фізико-хімічні й хімічні зв'язки токсичних речовин, який підсилюється при застосуванні каталізаторів. За рахунок цього

технічного ефекту досягають майже 100% утилізацію токсичної складової.

Поставлена задача вирішується тим, що у відому систему для обробки рідин, які містять токсичні речовини, що важко розщеплюються, яка включає пристрій для введення газу, що утримає озон, в потік підлягаючій обробці рідини, пристрій для УФ-опромінювання оброблюваної рідини, припливну магістраль для підведення підлягаючій обробці рідини, магістраль для відведення обробленої рідини, відповідно до корисної моделі, додатково уведений блок попередньої підготовки токсичної сировини, осушувач осадів, з'єднаний з фільтрувальними установками, блок для електрофізичної обробки, електрохімічний реактор-окислювач, джерело каталізаторів і плазмохімічний реактор.

Відповідно до даного методу, блок попередньої підготовки токсичної сировини включає сепаратор, подрібнювач й ємність для розчинення вихідної сировини. Ємність для розчинення оснащена охолоджувачем. Блок для електрофізичної обробки встановлений між озонатором й ультрафіолетовим реактором. Джерело каталізаторів виконане з можливістю з'єднання із блоком для електрофізичної обробки, ультрафіолетовим реактором й електрохімічним реактором-окислювачем. Плазмохімічний реактор встановлений після осушувача осадів.

Пропоноване технічне рішення принципово відрізняється від відомих тим, що забезпечує, як відзначене вище, комплексний вплив на фізичні, фізико-хімічні й хімічні зв'язки токсичних речовин, що підсилює ефективність каталізаторів. За рахунок цього технічного ефекту досягають майже 100% утилізацію токсичної складової, а отриманий на виході із системи синтез-газ забезпечує енергетичну самодостатність системи.

На рис. 3.4 представлена схема системи для знешкодження токсичних речовин. Система для знешкодження токсичних речовин містить блок 1 обробки озоно-повітряної (озоно-кисневої) суміші, блок 2 електрофізичної обробки, ультрафіолетовий реактор 3, електрохімічний реактор-окислювач 4

і плазмохімічний реактор 5. Система включає блок попередньої підготовки токсичної сировини, що складається із сепаратора 6, подрібнювача 7 і розчинника 8. Система також включає блок каталізаторів 9, фільтрувальні установки 10 й 11, охолоджувач 12 й осушувач 13.

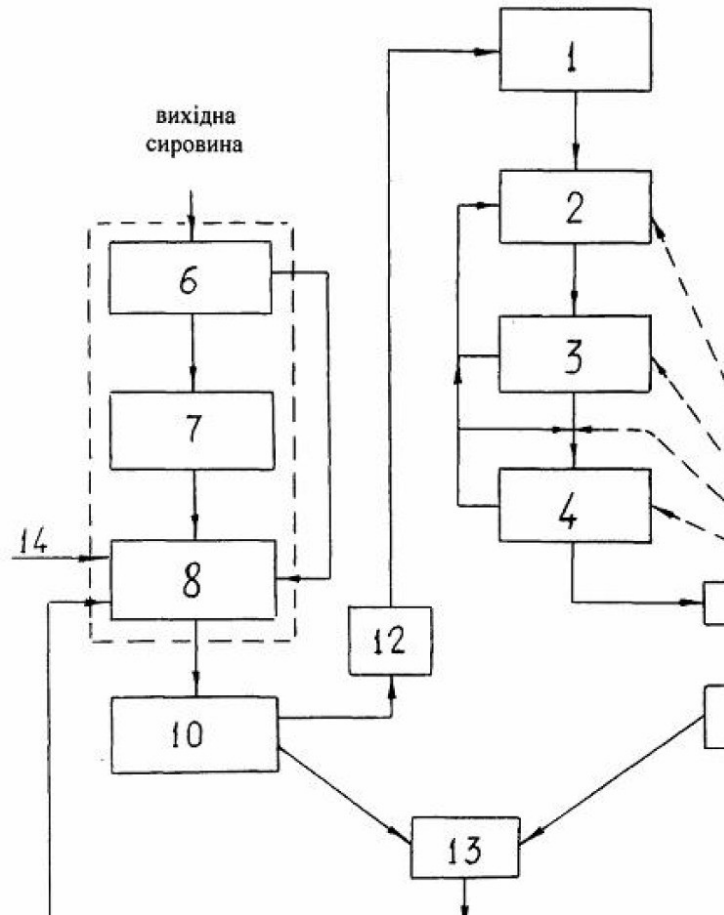


Рисунок 3.4 – Схема системи для знешкодження токсичних речовин

Система для обробки рідин, що містять токсичні речовини, що важко розщеплюються, має магістраль 14 для уведення води або іншої рідини, магістраль 15 для відведення обробленої рідини й магістралі, що з'єднують складову систему пристроїв в тій або іншій послідовності. Наприклад, обидві магістралі 14 й 15 з'єднані із блоком попередньої підготовки сировини, що включає сепаратор 6, подрібнювач 7 й ємність для розчинення 8. Ємність 8 містить кавітатор і з'єднана з першою фільтрувальною установкою 10 системи. Блок 1 обробки озono-повітряною (озono-кисневою) сумішшю

містить генератор озону, інжектор озону, озоно-кисневий змішувач і контактну камеру, включений у магістраль безпосередньо після першої фільтрувальної установки 10. Для зниження температури рідини на вході в блок 1 обробки озоно-повітряною (озоно-кисневою) сумішшю передбачений охолоджувач 12. Далі сполучна магістраль поєднує послідовно встановлені блок 2 для електрофізичної обробки, ультрафіолетовий реактор 3 й електрохімічної реактор-окислювач 4, які виконані з можливістю їхнього з'єднання із блоком 9 каталізаторів. Крім того, ультрафіолетовий реактор 3 й електрохімічний реактор-окислювач 4 виконані з можливістю їхнього з'єднання із блоком 2 для електрофізичної обробки, що дозволяє залежно від складу сировини включати реактори в тій або іншій послідовності. Після реактора 4 перед початком магістралі 15 для відведення обробленої рідини встановлена друга фільтрувальна установка 11. Обидві фільтрувальні установки 10 й 11 з'єднані з осушувачем 13 осадів, які після висушування спалюють у плазмохімічному реакторі 5.

Вихідний продукт - токсичні відходи у твердій або рідкій фазі подають у сепаратор 6, де відбувається їхнє попереднє сортування й мийка (при необхідності). Великі тверді складові відходів (будівельне й виробниче сміття), відділені від більше дрібних фракцій, надходять на мийку, де відбувається їхнє відмивання від токсичних речовин.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

4.1 Розрахунок суми податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти

Лабораторія екологічної інспекції у Вінницькій області проводить дослідження на підприємстві і податковий кодекс України передбачає здійснення плати екологічного податку.

Екологічний податок – загальнодержавний обов'язковий платіж, що справляється з фактичних обсягів викидів у атмосферне повітря, скидів у водні об'єкти забруднюючих речовин, розміщення відходів, фактичного обсягу радіоактивних відходів, що тимчасово зберігаються їх виробниками, фактичного обсягу утворених радіоактивних відходів та з фактичного обсягу радіоактивних відходів, накопичених до 1 квітня 2009 року.

Платниками податку є суб'єкти господарювання, юридичні особи, що не провадять господарську (підприємницьку) діяльність, бюджетні установи, громадські та інші підприємства, установи та організації, постійні представництва нерезидентів, включаючи тих, які виконують агентські (представницькі) функції стосовно таких нерезидентів або їх засновників, під час провадження діяльності яких на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони здійснюються:

- викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення;
- скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти;
- розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах, крім розміщення окремих видів відходів як вторинної сировини;

- утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені);
- тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установленій особливими умовами ліцензії строк.

Для окремих забруднюючих речовин встановлена ставка податку. Для забруднюючих речовин, що не увійшли до цього переліку, але на які встановлено гранично допустиму концентрацію або орієнтовно безпечний рівень впливу, ставка податку визначається залежно від цього впливу.

За скиди забруднюючих речовин у ставки та озера ставки податку для визначених окремих забруднюючих речовин та для тих, на які встановлено гранично допустиму концентрацію або орієнтовно безпечний рівень впливу, збільшуються у 1,5 рази.

Суми податку, який справляється за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти (Пс), обчислюються платниками самостійно виходячи з фактичних обсягів скидів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою:

$$P_c = \sum_{i=1}^n (M_{л_i} \cdot N_{п_i} \cdot K_{oc}), \quad (4.1)$$

де $M_{л_i}$ – обсяг скиду i -тої забруднюючої речовини в тоннах (т);

$N_{п_i}$ – ставки податку в поточному році за тонну i -того виду забруднюючої речовини у гривнях з копійками;

K_{oc} – коефіцієнт, що дорівнює 1,5 і застосовується у разі скидання забруднюючих речовин у ставки і озера (в іншому випадку коефіцієнт дорівнює 1).

Проведемо розрахунок суми податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти при відсутності природоохоронних заходів для очищення стічних вод (див. табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Розрахунок суми податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти

Назва забрудн. речовини	Скиди без викор. очищ. т/рік	Ставка податку за т/рік, грн	Плата за скиди (без викорис. очищ.) грн
Азот амонійний	24,8	3865,15	95855,72
Органічні речовини (за показниками БСК 5)	844,5	1547,04	1306475,28
Завислі речовини	432,2	110,86	47913,692
Нафтопродукти	0,1	22737,72	2273,772
Нітрати	136	332,57	45229,52
Нітрити	15,5	18983,45	294243,475
Сульфати	204	110,86	22615,44
Фосфати	10,5	3089,23	32436,915
Хлориди	10,4	110,86	1152,944
Всього			1848196,76

Оскільки річний валовий об'єм скидів у водні об'єкти надзвичайно великий, то пропонується використати обладнання для очищення стічних вод.

Проведемо розрахунок суми податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти у випадку застосування природоохоронних заходів для очищення стічних вод (див. табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Розрахунок суми податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти у випадку застосування природоохоронних заходів

Назва забрудн. речовини	Скиди після викор. очищ. т/рік	Ставка податку за т/рік, грн	Плата за скиди (з викор. очищ.) грн
Азот амонійний	4,96	3865,15	19171,14
Органічні речовини (за показниками БСК 5)	168,9	1547,04	261295,06
Завислі речовини	86,44	110,86	9582,74
Нафтопродукти	0,02	22737,72	454,75
Нітрати	27,2	332,57	9045,90
Нітрити	3,1	18983,45	58848,70
Сульфати	40,8	110,86	4523,09
Фосфати	2,1	3089,23	6487,38
Хлориди	2,08	110,86	230,59
Всього			369639,35

Зменшення плати за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти від впровадження обладнання очищення стічних вод розраховується за формулою:

$$\Delta P_C = P_{C1} - P_{C2} , \quad (4.2)$$

де P_{C1} – плата за скиди без використання очищення (1848196,76 грн./рік);

P_{C2} – плата за скиди з використанням обладнання очищення стічних вод (369639,35 грн./рік);

$$\Delta P_C = 1848196,76 - 369639,35 = 1478557,41 \text{ (грн.)}$$

4.2 Розрахунок кошторису капітальних витрат на проведення природоохоронних заходів для зменшення скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти

Розрахунок кошторису капітальних витрат на проведення природоохоронних заходів для зменшення скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти шляхом встановлення обладнання очищення стічних вод можна здійснити у такому порядку.

Основна заробітна плата найманих робітників, що здійснюють встановлення обладнання для очищення стічних вод та проведення налагоджувальних робіт розраховується за формулою:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t \text{ (грн.)}, \quad (4.3)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного робітника, грн.;

T_p – число робочих днів в місяці;

t – число робочих днів роботи робітників.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Основна заробітна плата робітників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн..	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
1. Керівник проекту	9200	418	10	4182
2. Інженер	7400	336	7	2355
3. Монтажник	6000	273	7	1909
4. Налагоджувальник	7900	359	5	1795
Разом :				10241

Додаткова заробітна плата розробників Z_d , які приймали участь в розробці нового програмного продукту.

Ця додаткова заробітна плата розраховується як 12% від основної заробітної плати робітників:

$$Z_d = Z_o \cdot 12 / 100\%; \quad (4.4)$$

$$Z_d = 10241 \cdot 12 / 100 \% = 1229 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату $H_{зп}$ робітників, що здійснюють встановлення обладнання для очищення стічних вод та проведення налагоджувальних робіт:

$$H_{зп} = (Z_o + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (4.5)$$

де Z_o – основна заробітна плата розробників, грн.;

Z_d – додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, грн.;

β – загальна величина нарахувань, %.

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_{зп} = (10241 + 1229) \cdot 22 \% / 100\% = 2523 \text{ (грн.)}$$

Витрати на придбання нового обладнання, його монтаж та налагодження можна розрахувати за формулою:

$$O_o = \sum_1^n C_i \cdot N_i \cdot K_i, \quad (4.6)$$

де n – кількість видів обладнання;

C_i – ціна придбання обладнання даного виду, марки, грн.;

N_i – кількість однотипного виду обладнання, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження обладнання тощо.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Витрати на придбання обладнання

Найменування обладнання	Ціна, тис.грн.	Кількість	Витрати на монтаж та налагодження, тис.грн.	Витрати з урах. монтажу і налагод. тис.грн.
Установка фізико-хімічного очищення стічних вод	600	1	20	620
Разом				620

Витрати на придбання приміщень для облаштування нового обладнання розраховуємо за формулою:

$$O_{np} = u_{np} \cdot S_{np} , \quad (4.7)$$

де u_{np} – вартість придбання 1 кв.м. виробничої площі, $u_{np} = 2000$ грн./кв.м.;

S_{np} – виробнича площа, необхідна для облаштування нового

обладнання, 30 кв.м.

$$O_{np} = 2000 \cdot 30 = 60000 \text{ (грн.)}$$

Інші витрати ІВ охоплюють: загально виробничі витрати, адміністративні витрати тощо. Інші витрати доцільно приймати як 200...300% від суми основної заробітної плати робітників.

Величина інших витрат складе:

$$ІВ = Z_o \cdot 200 / 100 = 10241 \cdot 200 / 100 = 20482 \text{ (грн.)} \quad (4.8)$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає капітальні витрати на проведення природоохоронних заходів зменшення скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти:

$$K = Z_o + Z_d + H_{зп} + O_o + O_{np} + ІВ, \quad (4.9)$$

$$K = 10241 + 1229 + 2523 + 620000 + 60000 + 20482 = 714475 \text{ (грн.)}$$

4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат під час використання обладнання очищення стічних вод

Заробітна плата обслуговуючого персоналу $Z_{обс}$, що розраховується за формулою:

$$Z_{обс} = 12 \cdot N \cdot M \cdot \beta \text{ (грн./рік)}, \quad (4.10)$$

де 12 – число місяців;

N – число робітників, що обслуговують обладнання очищення стічних вод;

M – місячний посадовий оклад працівника, грн.; в 2020 році

величини посадових окладів коливаються в межах 6000–7500 грн.;

β – частка часу, який витрачає працівник на обслуговування очищення стічних вод, в загальному часі своєї роботи.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу становить:

$$Z_{обс} = 12 \cdot 4 \cdot 7000 \cdot 0,3 = 100800 \text{ (грн./рік)}.$$

Додаткова заробітна плата Z_o , яка визначається як 10...12% від основної заробітної плати обслуговуючого персоналу $Z_{обс}$ і становить:

$$Z_o = Z_{обс} \cdot 12 / 100\%; \quad (4.11)$$

$$Z_o = 0,12 \cdot 100800 = 12096 \text{ (грн./рік)}.$$

Нарахування на заробітну плату обслуговуючого персоналу НЗП, які визначаються як 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати обслуговуючого персоналу, тобто:

$$H_{зп} = (Z_o + Z_{обс}) \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (4.12)$$

$$H_{зп} = (100800 + 12096) \cdot 0,22 = 24837 \text{ (грн./рік)}.$$

Витрати на силову електроенергію при живленні обладнання від електромережі розраховуються за формулою:

$$B_e = B \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (4.13)$$

де B – вартість 1 кВт-години електроенергії. $B = 2,81$ грн./кВт –год.;

P – встановлена потужність обладнання, кВт (5 кВт);

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання за рік, (8760 год.);

K_n – коефіцієнт використання потужності, $K_n = 0,8$.

$$B_e = 2,81 \cdot 5 \cdot 8760 \cdot 0,8 = 98492,4 \text{ (грн).}$$

Амортизаційні відрахування для обладнання очищення стічних вод визначаємо за формулою:

$$A = \frac{Ц \cdot N_a}{100}, \text{ грн/рік.} \quad (4.14)$$

де $Ц$ – балансова вартість обладнання, грн.;

N_a – річна норма амортизації обладнання (15%).

$$A = \frac{600 \cdot 15}{100} = 90 \text{ (тис.грн/рік).}$$

Інші витрати IB , які приймаємо як 5...10% від загальної суми усіх попередніх витрат і становлять:

$$IB = 0,05 \dots 0,1 (Z_{обс} + Z_d + H_{зп} + B_e + A), \quad (4.15)$$

$$IB = 0,1 \cdot (100800 + 12096 + 24837 + 98492,4 + 90000) = 32622,54 \text{ (грн/рік).}$$

Сума витрат за всіма попередніми статтями дає величину експлуатаційних витрат під час використання обладнання очищення стічних вод:

$$E = Z_{обс} + Z_d + H_{зп} + B_e + A + IB, \quad (4.16)$$

$$E = 100800 + 12096 + 24837 + 98492,4 + 90000 + 32622,54 = 358837,9 \text{ (грн/рік).}$$

4.4 Визначення економічного ефекту та терміну окупності під час використання обладнання очищення стічних вод

При використанні природоохоронних технологій скиди шкідливих речовин у водні об'єкти суттєво зменшуються, що дозволить отримати зменшення плати податку за скиди .

Економічний ефект від впровадження обладнання очищення стічних вод розраховується за формулою:

$$\Delta E = \Delta P_C - E , \quad (4.17)$$

де ΔP_C – зменшення плати за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти (1478557,41 грн./рік);

E – експлуатаційні витрати обладнання очищення стічних вод (358837,9 грн./рік).

$$\Delta E = 1478557,41 - 358837,9 = 1119719,51 \text{ (грн.)}.$$

4.5 Розрахунок терміну окупності витрат під час використання обладнання очищення стічних вод

Термін окупності T_o витрат під час використання обладнання очищення стічних вод розраховуються за формулою:

$$T_o = \frac{B}{\Delta E} , \quad (4.18)$$

де B – загальні витрати на проведення природоохоронних заходів для зменшення скидів шкідливих речовин у водні об'єкти.

$$B = E + E_H \cdot K , \quad (4.18)$$

E – експлуатаційні витрати;

E_H – нормативний коефіцієнт капітальних витрат (0,1);

K – капітальні витрати

$$B = 358837,9 + 0,1 \cdot 714475 = 430285,44 \text{ (грн.)},$$

$$T_o = \frac{430285,44}{1119719,51} = 0,4 \text{ (років)},$$

Оскільки термін окупності проекту складає 0,4 роки, тому можна стверджувати, що він є економічно ефективним.

4.6 Висновки до четвертого розділу

Проаналізувавши отримані значення можна зробити висновок, що впровадження сучасної установки фізико-хімічного очищення стічних вод на підприємстві дасть економічний ефект в розмірі 1119,7 тис.грн. за рахунок суттєвого зменшення скидів у водні об'єкти і відповідного зменшення суми податку за скиди.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі було здійснено вдосконалення методів та засобів очищення води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів, які задовольняють необхідний рівень очищення води. Досліджено можливості водопідготовки та знешкодження стічних вод є застосування високоенергетичних зовнішніх полів, а саме низькотемпературної електророзрядної плазми. Досліджено процеси, що відбуваються під впливом плазми у воді, забрудненій пестицидами. При електричному розряді в міжелектродному просторі виникають хімічно активні частинки, що мають більший окисний потенціал, ніж озон. До них відносяться ОН-радикали та атомарний кисень. Час життя ОН-радикалів в озono-повітряній суміші становить 0,1-0,3 мс. Для перенесення у воду радикали повинні створюватися у безпосередній близькості від поверхні води. Швидкість видалення органічних забруднювачів збільшується зі зростанням прикладеної напруги та підвищення рН розчину. Додавання Fe^{2+} сприяє деструкції органічних речовин.

Вдосконалено методи знешкодження непридатних пестицидних препаратів, що включають електрохімічну деструкцію в електрокоагуляторі, причому на першій стадії пестициди деструктують гідролізом, а на другій стадії гідролізат обробляють в електрокоагуляторі.

Вдосконалено методи обробки стічних вод забруднених непридатними пестицидними препаратами, що включають електрофізичну обробку, ультрафіолетовий реактор, електрохімічний реактор-окислювач і плазмохімічний реактор. Крім того, вдосконалено метод дезінфекції технологічного обладнання, пакування і тари за рахунок обробки плазмохімічно активованим водним розчином.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравченко А.В., Кублановский В.С., Пивоваров А.А., Пустовойтенко В.П. Низкотемпературный плазменный электролиз: Теория и практика. Днепропетровск: ООО «Акцент ПП», 2012. 224 с.
2. Моссэ А.Л., Печковский В.В. Применение низкотемпературной плазмы в технологии неорганических веществ. Минск: Наука и техника, 1973. 216 с.
3. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. Дистанційний спектрополяриметричний контроль полідисперсних аерозольних середовищ в екологічному моніторингу : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2016. 187 с.
4. Кватернюк С. М., Петрук В. Г. Спектрополяриметричний контроль концентрацій частинок полідисперсних водних середовищ : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2012. 156 с.
5. Петрук В. Г., Яворська О. Г., Васильківський І. В., Ранський А. П., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Петрук Г. Д., Тхор І. І., Кватернюк С. М. Екологічні аспекти термічного знешкодження непридатних отрутохімікатів : монографія. Вінниця : Універсум-Вінниця, 2006. 254 с.
6. Кравець Н.М., Кватернюк С. М., Петрук В.Г. Методи очищення води від пестицидних препаратів при одночасній дії УФ-випромінювання та озонування. Оптоелектронні інформаційні технології «Фотоніка ОДС-2020» : тези доп. ІХ міжнар. наук.-техн. конф. (м. Вінниця, 5 – 7 жовтня 2020 р.). Вінниця, 2020. С. 88.
7. Петрук Р. В., Кравець Н.М., Кватернюк С. М. Дослідження фітотоксичності пестицидів за допомогою біоіндикації. VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю [Електронне мережне наукове видання] : зб. наук. праць. (м. Вінниця, 25–27 вересня

- 2019 р.). Вінниця, 2019. С. 181. – 6 Мб.
8. Петрук В. Г., Кватернюк С. М., Безусьяк Я. І. Дослідження екологічного впливу пестицидних препаратів на фітопланктон. VI-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. праць. (м. Вінниця, 20–22 вересня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 192.
 9. Kvaternyuk S. M. Multispectral control of pesticide concentrations in aquatic environments using bioindication on phytoplankton. *Environmental problems*. 2017. Vol. 2, No. 4. P. 205–210.
 10. Генис А.А., Гориштейн И.Л., Пугач А.Б. Приборы тлеющего разряда. Киев: Техника, 1963. 404 с.
 11. Гончарук В.В., Вакуленко В.Ф., Сова А.Н. и др. Роль режимов УФ-облучения в процессе ОЗ/УФ-обработки растворов с ПАВ. *Химия и технология воды*, 2002. Т. 24, № 4. С. 299-315.
 12. Sun B., Sato M., Clements J. S. Use of a pulsed high-voltage discharge for removal of organic compounds in aqueous solution. *Journal Phys. D: Appl. Phys.*, 1999. V. 32. P. 354-357.
 13. Zhu L., Ma J., Yang S. Removal of phenol by activated alumina bed in pulsed high-voltage electric field. *Journal of Environmental Sciences*, 2007. V. 19. P. 409-415.
 14. Cheng H., Chen S., Wu Y., Ho D. Non-thermal plasma technology for degradation of organic compounds in wastewater control a critical review. *Journal Environ. Eng. Manage.*, 2007. V. 17. N 6. P. 427-433.
 15. Sato M., Jayaram S. H., Griffiths M. W. Decomposition of phenol in water using water surface plasma in wetted-wall reactor. *International Journal of Plasma Environmental Science & Technology*, 2007. V. 1. P. 71-75.
 16. Дурицький М. Ю. Спосіб окисного рідкофазного знешкодження пестицидів хлорорганічного ряду: пат. 47659 Україна. № u201000271; заявл. 13.01.2010; опубл. 10.02.2010, Бюл. № 3. 3 с.
 17. Федоров Ю.Ф. Утилізація пестицидів, заборонених до використання.

- Хімія в сільському господарстві, 1994. №3. С. 26.
18. Thorwalt E. Giftmull im Fegefeuer. Bild Wiss., 1997. №2. P.28-32.
19. Comninellis Ch., Plattner E. Electrochemical regeneration oxidants using indirect "excell process". Adv. Recov. and recycl.: Conapts and Technol.: Collec. Pap. Rec'93 Int. Recycl. Cong. Geneva, 1993. Vol.3. P.168-173.
20. Дурицький М. Ю. Спосіб утилізації некондиційних пестицидів: пат. 47660 Україна. № u201000272; заявл. 13.01.2010; опубл. 10.02.2010, Бюл. № 3. 4 с.
21. Кульський Л. А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. Киев: Наукова думка, 1983. 289 с.
22. Куртов В. Д. Об удивительных свойствах электроактивированной воды. Киев: ГУИКТ, 2009. 236 с.
23. Коваленко В. П., Ильинский А. А. Основы техники очистки жидкостей от механических примесей. Москва: Химия, 1982. 272с.
24. Глазков М. М., Ланецкий В. Г., Макаренко Н. Г., Челюканов И. П. Кавитация в жидкостных системах воздушных судов. Киев: КНИГА, 1987. 64с.
25. Федоткин И. М., Гулий И. С. Кавитация. Киев: АО "Око", 2000. 896 с.
26. Півоваров О.А., Тищенко Г.П. Пристрій для обробки рідини плазмохімічним методом: пат. 81374 Україна. № а200611694; заявл. 06.11.2006; опубл. 25.12.2007, Бюл. № 21. 3 с.
27. Олійник В.І.; Олійник Є.І., Шаляпін С.М. Пристрій для обробки рідини плазмохімічним методом: пат. 88708 Україна. № а200800964; заявл. 28.01.2008; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 21. 5 с.
28. Evaluation of EnvirOzone Technologies, Inc. Advanced Oxidation System Model EOT-AOX 1000. California Environmental Protection Agency. Environmental Technology Certification Program, January, 2001. 91 p.
29. Кравченко О.В., Кублановський В.С., Півоваров О.А., Пустовойтенко В.П., Стусь В.П. Пристрій для обробки рідини плазмохімічним

- методом: пат. 92267 Україна. № а200904120; заявл. 27.04.2009; опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19. 4 с.
- 30.Півоваров О.А., Ковальова О.С. Спосіб дезінфекції технологічного обладнання, пакування і тари з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів: пат. 142613 Україна. № u201908689; заявл. 18.07.2019; опубл. 25.06.2020, Бюл. № 12. 6 с.
- 31.Мілоцький В.В., Целіщев О.Б., Ільїн В.М., Ільїна С.Е., Полторацький Г.Б. Спосіб знешкодження токсичних сполук: пат. 8328 Україна. № u200505007; заявл. 26.05.2005; опубл. 15.07.2005, Бюл. № 7. 5 с.
- 32.Олійник В.І., Олійник Є.І., Шаляпін С.М. Система для знешкодження токсичних речовин: пат. 32038 Україна. № u200800990; заявл. 28.01.2008; опубл. 25.04.2008, Бюл. № 8. 4 с.

Додаток А.

Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕХТЗД

д.т.н., проф.


В.Г. Петрук
(підпис)

«04» жовтня 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ


на магістерську кваліфікаційну роботу

«Вдосконалення методів та засобів очищення води від залишків
непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів»

08-12.МКР.104.01.000 ТЗ

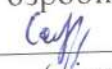
спеціальності ~~101~~ – Екологія

Керівник магістерської кваліфікаційної
роботи: д.т.н., професор


Сакалова Г.В.
(підпис)

«04» жовтня 2021 р.

Розробив: студент гр. ЕКО-21м


Саківський Н. О.
(підпис)

«04» жовтня 2022 р.

1. Підстава для проведення робіт.

Підставою для виконання роботи є наказ № 277 по ВНТУ від «24» вересня 2022 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом №3 засідання кафедри ЕХТЗД від «28» вересня 2022 р.

2. Мета роботи.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є вдосконалення методів очистки води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів.

3. Вихідні дані для проведення робіт.

Умови проведення та результати аналізів рідкофазного окиснення хлорорганічних пестицидів (табл.2.1.).

4. Методи дослідження.

Фізико-хімічні методи вимірювання параметрів забруднення водних середовищ: хромато-маспектрометрія, атомно-абсорбційна спектрофотометрія, газохроматографія, колориметрія, біоіндикація за допомогою фітопланктону та вищих водних рослин.

5. Етапи роботи і терміни їх виконання

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розроблення технічного завдання	4.10.2022
2.	Робота з літературними джерелами. Дослідження процесів, що відбуваються під впливом плазми у воді, забрудненій пестицидами.	15.10.2022
3.	Вдосконалення методів знешкодження непридатних пестицидних препаратів.	25.10.2022
4.	Вдосконалення методів обробки стічних вод забруднених непридатними пестицидними препаратами.	5.11.2022
5.	Вдосконалення методів дезінфекції технологічного обладнання, пакування і тари.	15.11.2022
6.	Експериментальні дослідження обробки рідини плазмохімічним методом.	25.11.2022
7.	Виконання економічної частини	5.12.2022
8.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури	13.12.2022

6. Призначення і галузь використання.

Розробка може бути використана у спеціалізованих лабораторіях екологічних інспекцій.

7. Вимоги до розробленої документації.

Пояснювальна записка та графічна частина

8. Порядок приймання роботи.

Публічний захист роботи

«21» грудня 2022 р.

Початок розробки

«28» вересня 2022 р.

Граничні терміни виконання МКР «13» грудня 2022 р.

Розробив студент групи ЕКО-21м Саф Саківський Н. О.

Додаток Б. Вихідні дані


ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬНазва роботи: Вдосконалення методів та засобів очищення води від залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходівТип роботи: магістерська кваліфікаційна роботаПідрозділ екології, хімії та технологій захисту довкілля

Показники звіту подібності Unichesk


Оригінальність 93,4 % Схожість 6,6 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Матусяк М.В.

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи

Автор роботи  Саківський Н. О.Керівник роботи  Сакалова Г. В.

Додаток В

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД
ЗАЛИШКІВ НЕПРИДАТНИХ ПЕСТИЦИДІВ ТА ПЕСТИЦИДВМІСНИХ
ВІДХОДІВ**

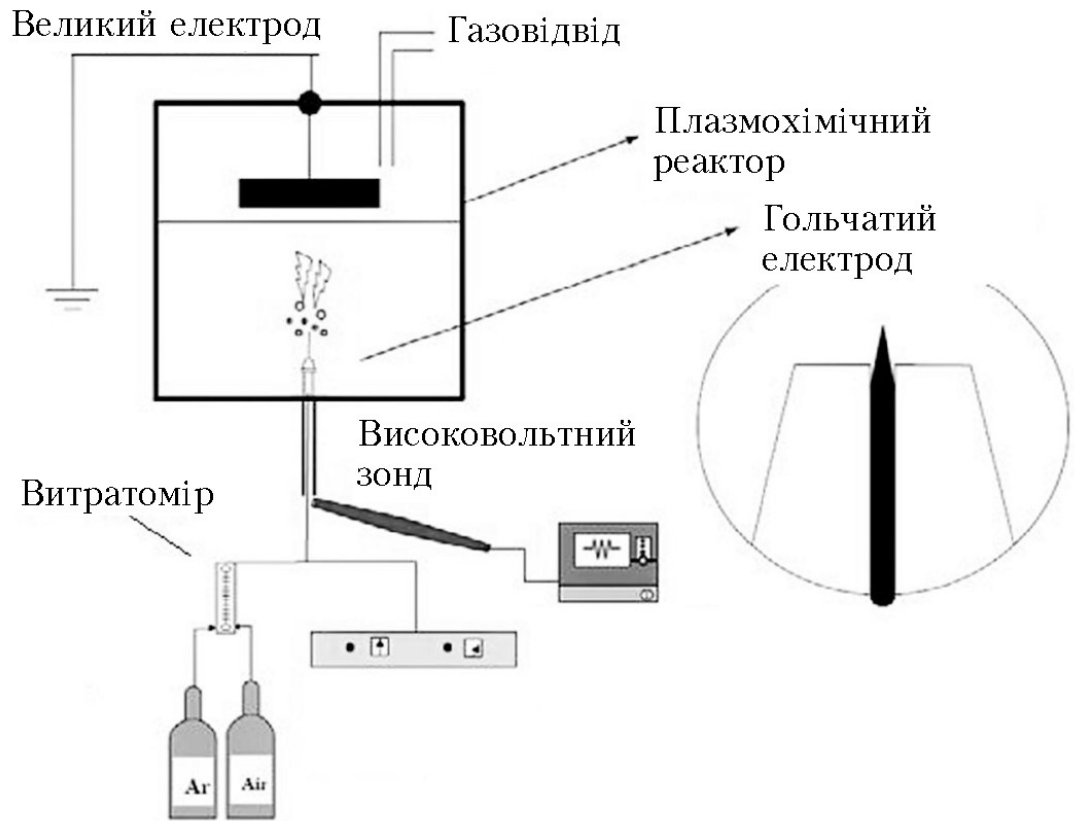


Рисунок В.1. Схема експериментальної установки обробки води тліючим розрядом

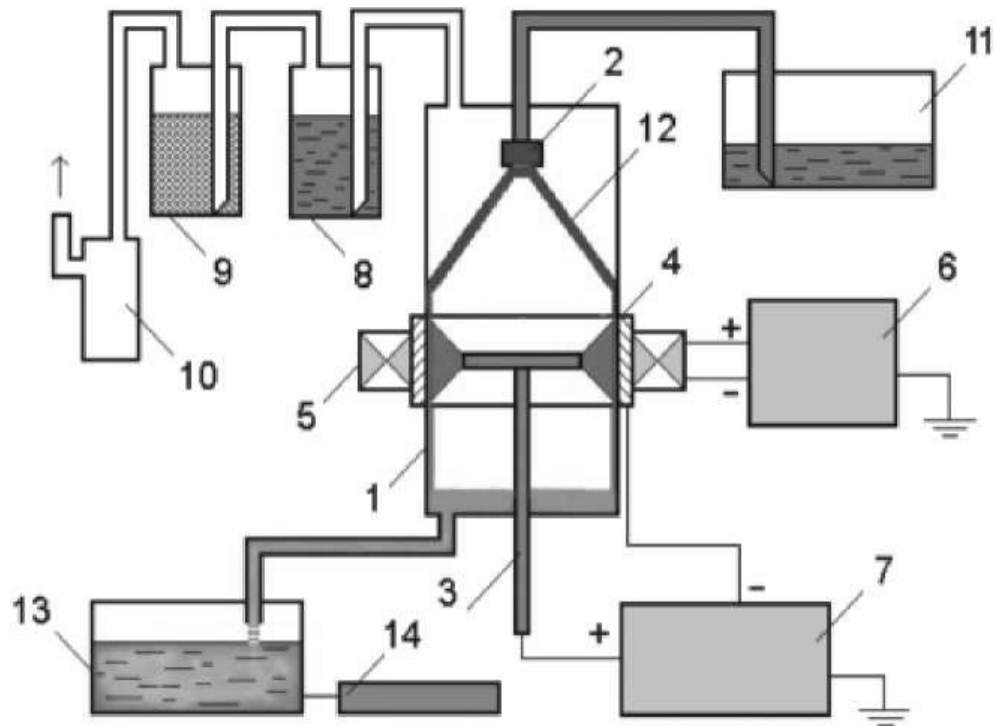


Рисунок В.2. Блок-схема установки для обробки рідин у проточному режимі

1 – реактор; 2 – форсунка; 3 – анод; 4 – катод; 5 – електромагніт; 6 – джерело живлення електромагніту; 7 – джерело живлення розряду; 8 - поглинач вологи першого ступеня; 9 - поглинач вологи другого ступеня; 10 – вакуумний насос; 11 – необроблений розчин; 12 – плівка рідини; 13 - розчин після обробки; 14 - фільтри

Таблиця В.1. Мікробіологічні показники після використання
плазмохімічно активованих водних розчинів

Концентрація пероксидів, мг/л	Кількість мікроорганізмів в 1 мл змивних вод, піт.				Мікробіологічні показники готової продукції		
	після обробк и	через 10 хв.	через 30 хв.	через 60 хв.	загальна кількість мікроорганізм ів в 1 г продукту	бактерії групи кишкової палички	пліснява мікрофлора
0 (контроль)	170	171	178	193	$3,8 \cdot 10^2$	виявлено	виявлено
100	102	103	103	104	$0,7 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
200	91	90	90	90	$0,3 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
300	50	50	50	49	$0,2 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
400	15	12	12	12	$0,1 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
500	0	0	0	0	0	не виявлено	не виявлено
600	0	0	0	0	0	не виявлено	не виявлено
700	0	0	0	0	0	не виявлено	не виявлено

Таблиця В.2. Результати знешкодження непридатних пестицидів

Показники	Назва знешкоджуваної токсичної сполуки								
	Дихлордифенітрихлоретан (ДДТ) 2М-4Х						Сима зін	Суміш ДДТ, 2М-4Х, симазін	
	Приклади								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Температура, °С	200	250	300	100	350	350	300	300	250
2. Час витримування, год	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3. Наявність кисню, ±	-	-	-	-	-	+	-	-	-
4. Вміст токсичної сполуки в конденсаті, %	Н	0.002	0.0006	Н	0.0006	0.0006	0.3	0.5	-
5. Остаточний вміст токсичної сполуки в твердому залишку, %	0.002	Н	Н	0.01	Н	Н	Н	0.13	S=0.1506
6. Наявність діоксину в твердому залишку або в конденсаті, %	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-

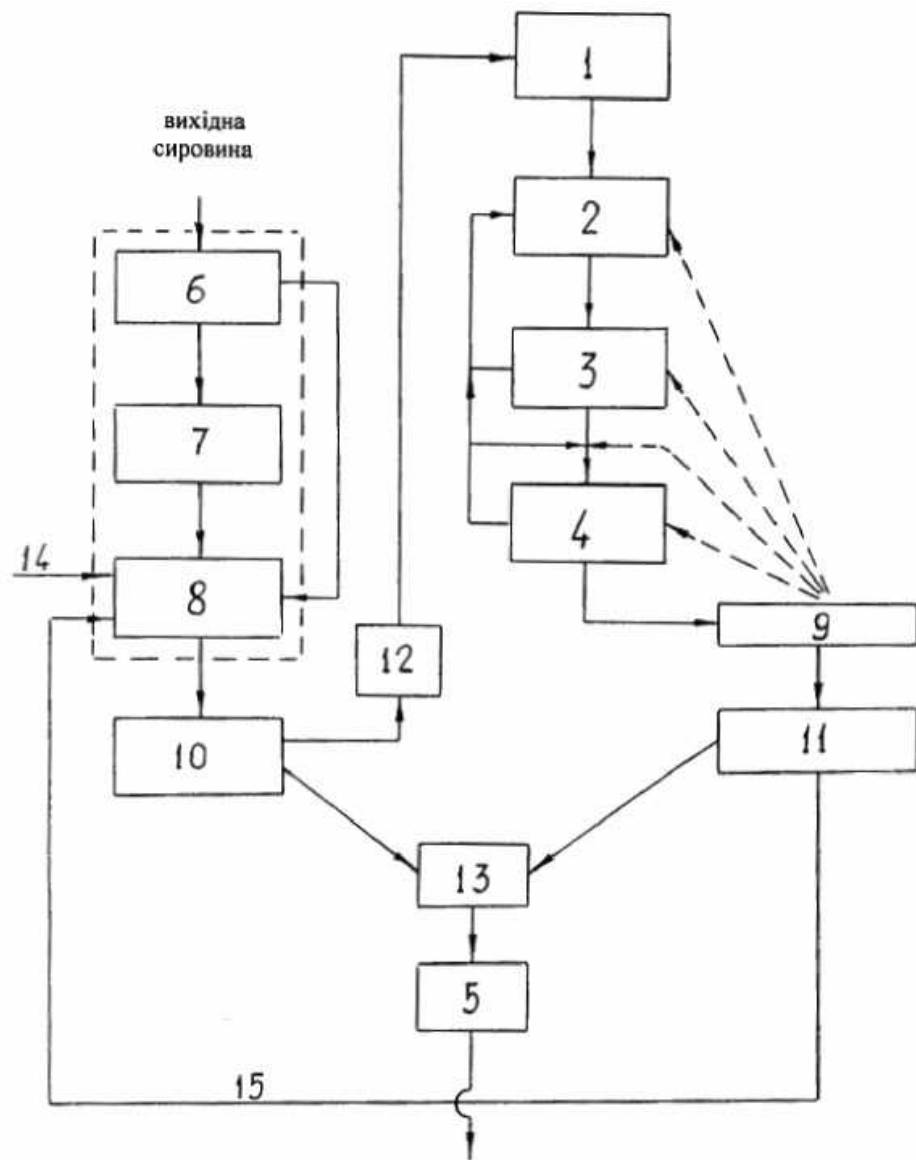


Рисунок В.3. Система для знешкодження токсичних речовин