



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **163166** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
B01J 19/08 (2006.01)
C02F 1/48 (2023.01)
C05C 3/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

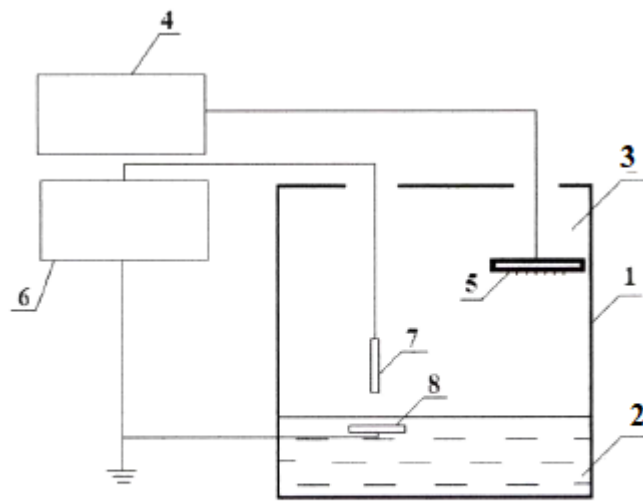
(21) Номер заявки: u 2025 06391	(72) Винахідник(и): Смірнов Олексій Петрович (UA), Хвоцан Олег Вільямович (UA), Денисюк Тетяна Дмитрівна (UA), Старков Ігор Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 19.12.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 28.05.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 27.05.2026, Бюл.№ 21	(73) Володілець (володільці): ІНСТИТУТ ІМПУЛЬСНИХ ПРОЦЕСІВ І ТЕХНОЛОГІЙ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, просп. Богоявленський, 43 А, м. Миколаїв, 54018 (UA)

(54) ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНИЙ СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ АЗОТОВМІСНОЇ ВОДИ

(57) Реферат:

Електророзрядний спосіб одержання азотовмісної води, за яким в реакторі, який заповнено водою та повітрям, здійснюють фізичний вплив на водно-повітряне середовище для зв'язування газоподібного азоту із повітря з активними радикалами водню та кисню у воді. Вплив на водно-повітряне середовище в реакторі здійснюють одночасно імпульсними коронними розрядами у повітрі з початковою напруженістю електричного поля $E \geq 3,0 \cdot 10^7$ В/м від високовольтного імпульсного джерела живлення, до якого підключають позитивний електрод, який встановлюють в реакторі над поверхнею води, і високовольтними імпульсними іскровими розрядами з питомою енергією від 200 до $250 \cdot \text{кДж/дм}^3$, при початковій напруженості електричного поля $E \geq 9,0 \cdot 10^6$ В/м між парою високовольтних електродів, які розташовують в водно-повітряному середовищі реактора один напроти одного так, що негативний електрод розміщено в воді, з визначеним міжелектродним проміжком, та підключено до іншого високовольтного імпульсного джерела живлення. При цьому об'ємне співвідношення води та повітря водно-повітряного середовища складає 1:2, а початковий питомий опір води - від 20 до 30 Ом·м.

UA 163166 U



Фиг. 1

Корисна модель стосується способів одержання азотовмісної води і може бути використана в сільському господарстві як рідке азотовмісне добриво, а також як реагент в багатьох органічних та неорганічних синтезах хімічної, аграрної та інших галузей промисловості.

Відомий "Спосіб отримання аміачної води та рідких добрив" (патент України № 121362 МПК C05C 3/00, C01C 1/00), що включає розчинення газоподібного аміаку в діалізованій воді, що проходить в насадковій колоні з використанням газоподібного аміаку, який не прореагував після одержання аміачної води, отримання аміачної води з низькою концентрацією аміаку з використанням аміачної води, що надходить з насадкової колоні, отримання аміачної води проходить в колоні з хвилястими тарілками, яка обладнана теплообмінними пристроями для відведення теплової енергії, а концентрація аміачної води не менше 25 % досягається шляхом її насичення газоподібним аміаком, що не прореагував при одержанні рідких добрив, процес одержання яких проходить в реакторі змієвидного типу, в якому виконано ряд вертикальних труб з сорочками, послідовно з'єднаних калачами, де рідкий аміак з ємності дроселюється та подається до сорочок реактора, в яких він випаровується, охолоджуючи реакційний розчин, до складу якого входить аміак, що утворився шляхом об'єднання в один потік газоподібного аміаку, який виводиться з верхньої частини сорочок реактора змієвидного типу, газоподібний аміак, що надходить з насадкової колоні, та кислота для нейтралізації перемішані в гідродинамічному змішувачі, а сама нейтралізація суміші аміаку з кислотою проходить у ряді вертикальних труб з сорочками, послідовно з'єднаних калачами, після чого нейтралізована суміш надходить в сепаратор, де відбувається відділення газоподібного аміаку, що не прореагував після процесу нейтралізації, і його відведення у колоні з хвилястими тарілками, а рідкі добрива, у вигляді розплаву солі кислоти, транспортуються як готовий продукт в складську ємність.

Ознаками, що збігаються з суттєвими ознаками заявленої корисної моделі, є такі: зв'язування газоподібного азоту з активними радикалами водню та кисню у воді в контактних апаратах.

До причини, що перешкоджає одержанню очікуваного технічного результату, слід віднести значну технічну складність та багатостадійність етапів обробки в контактних апаратах, використання аміаку, що ускладнює реалізацію способу та є небезпечним для навколишнього середовища, довготривалість процесу отримання продукту у вигляді розплаву солі кислоти, який потребує ще й додаткової обробки.

Відомий "Спосіб отримання аміачної води для підживлення рослин" (патент України № 152742, МПК C05C 3/00, опубл. 05.04.2023, бюл. № 14), що включає: зв'язування газоподібного азоту із повітря з активними радикалами водню та кисню у воді, яке проходить у контактних апаратах, за яким воду піддають одночасному впливу кавітаційної дії та змінного магнітного поля у вібраційній машині шляхом зворотно-поступального руху крізь немагнітний насадок, як газ застосовують повітря.

Ознаками, що збігаються з суттєвими ознаками заявленої корисної моделі, є такі: здійснення фізичного впливу в реакторі (вібраційна машина) на середовище у робочому просторі реактора, яке складається з не змішаних води та повітря (надалі водно-повітряне середовище) для зв'язування газоподібного азоту із повітря з активними радикалами водню та кисню у воді.

До причини, що перешкоджає одержанню очікуваного технічного результату, слід віднести те, що у способі не визначено параметри та час здійснення процесу обробки, які забезпечують одержання стійкої насиченості азотовмісних продуктів.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу одержання азотовмісної води шляхом введення нових операцій, зміни умов та джерел впливу на водно-повітряне середовище, що дозволить створити активоване середовище для зв'язування газоподібного азоту із повітря з активними радикалами водню та кисню у воді, і за рахунок цього підвищити генерацію сполук азоту та забезпечити стійку насиченість азотовмісних продуктів у воді з водно-повітряного середовища для подальшого використання.

Поставлена задача вирішується тим, що в електророзрядному способі одержання азотовмісної води, за яким в реакторі, який заповнено водою та повітрям, здійснюють фізичний вплив на водно-повітряне середовище для зв'язування газоподібного азоту із повітря з активними радикалами водню та кисню у воді, згідно з корисною моделлю, вплив на водно-повітряне середовище в реакторі здійснюють одночасно імпульсними коронними розрядами у повітрі з початковою напруженістю електричного поля $E \geq 3,0 \cdot 10^7$ В/м від високовольтного імпульсного джерела живлення, до якого підключають позитивний електрод, який встановлюють в реакторі над поверхнею води, і високовольтними імпульсними іскровими розрядами з питомою енергією від 200 до $250 \cdot \text{кДж/дм}^3$, при початковій напруженості електричного поля $E \geq 9,0 \cdot 10^6$ В/м між парою високовольтних електродів, які розташовують в водно-повітряному середовищі реактора один напроти одного так, що негативний електрод

розміщено в воді, з визначеним міжелектродним проміжком та підключено до іншого високовольтного імпульсного джерела живлення, при цьому об'ємне співвідношення води та повітря водно-повітряного середовища складає 1:2, а початковий питомий опір води - від 20 до 30 Ом·м.

5 Розкриваючи причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак заявленого способу і технічним результатом, що досягається, необхідно відзначити наступне.

Ознаки "вплив на водно-повітряне середовище в реакторі здійснюють одночасно імпульсними коронними розрядами у повітрі з початковою напруженістю електричного поля $E \geq 3,0 \cdot 10^7$ В/м від високовольтного імпульсного джерела живлення, до якого підключено позитивний електрод, який встановлено в реакторі над поверхнею води і високовольтними імпульсними іскровими розрядами з питомою енергією від 200 до 250 кДж/дм³, при початковій напруженості електричного поля $E \geq 9,0 \cdot 10^6$ В/м між парою високовольтних електродів, які розташовано в водно-повітряному середовищі реактора один напроти одного так, що негативний електрод розміщено в воді, з визначеним міжелектродним проміжком та підключено до іншого високовольтного імпульсного джерела живлення, при цьому об'ємне співвідношення води та повітря водно-повітряного середовища складає 1:2, а початковий питомий опір води - від 20 до 30 Ом·м", дозволить за рахунок створення потужного неоднорідного електричного поля навколо позитивного електрода в повітрі генерувати коронні розряди та запровадити процеси іонізації в повітрі, а висока температура плазми каналу розрядів, значна напруженість електричного поля, стискальні та розтяжні зусилля хвиль, що генеровані високовольтними імпульсними іскровими розрядами дозволять здійснити збудження та дисоціацію молекул водного середовища, що призводить до утворення активного середовища для зв'язування газоподібного азоту із повітря з активними радикалами водню та кисню у воді. Вибір об'ємного співвідношення водного-повітряного середовища та початкового питомого опору води дозволяє забезпечити стабільний високовольтний розряд у воді та достатню реакційну здатність молекул води.

Сукупність відмінних ознак заявленого способу дозволяє підвищити генерацію сполук азоту з повітря, які при розчиненні у воді забезпечують стійку насиченість азотовмісних продуктів у воді з водно-повітряного середовища для подальшого використання.

30 Спосіб реалізації корисної моделі пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 наведено приклад схеми пристрою для його здійснення, а на фіг. 2 наведено залежність вмістності азотовмісних продуктів у воді (N) від витрат питомої енергії високовольтних імпульсних іскрових розрядів (W).

Спосіб здійснюють таким чином.

35 Реактор 1 заповнюють водою 2 таким чином, що об'ємне співвідношення води 2 та повітря 3 водно-повітряного середовища складає 1:2. Початковий питомий опір води становить від 20,0 до 30,0 Ом·м.

Одночасно з двох різних високовольтних імпульсних джерел живлення подають високу напругу на відповідні електроди для електророзрядної обробки водно-повітряного середовища. Від високовольтного імпульсного джерела живлення 4, до якого підключено позитивний електрод 5, який встановлено в реакторі 1 у повітрі 3 над поверхнею води 2, подають високу напругу та здійснюють вплив на повітря 3 високовольтними імпульсними коронними розрядами з початковою напруженістю електричного поля $E \geq 3,0 \cdot 10^7$ В/м. Напруженість поля в вибраному діапазоні дозволяє створити умови для іонізації повітря та початку протікання плазмово-хімічних реакцій у ньому.

45 Від високовольтного імпульсного джерела живлення 6 подають високовольтну напругу на пару високовольтних електродів 7 та 8, які розташовано в водно-повітряному середовищі (2, 3) реактора 1 один напроти одного так, що негативний електрод 8 розміщено у воді 2, з заданим міжелектродним проміжком і здійснюють вплив високовольтними імпульсними іскровими розрядами з питомою енергією від 200 до 250 кДж/дм³ при початковій напруженості електричного поля $E \geq 9,0 \cdot 10^6$ В/м.

55 Високовольтний імпульсний розряд є потужним джерелом тиску і високих температур, в водному середовищі утворюється канал наскрізної провідності, у якому за короткі проміжки часу виділяється енергія, вода при цьому збурюється, молекули води дисоціюють та розкладаються на хімічно активні частинки, радикали та іони, відбувається розрив водневих зв'язків: $H_2O \rightarrow O$, O^- , HO^- , H^- , OH^- , H^+ , OH^+ , H_2 , HO_2 , H_2O_2 . Крім цього, локальне підвищення щільності енергії при підвищенні середньої напруженості поля призводить до підвищення температури і концентрації збуджених частинок та зростання виходу нітрит-іонів. Початкова напруженість електричного поля $E \geq 9,0 \cdot 10^6$ В/м призводить до збільшення виходу азотовмісних часток та зростання концентрації нітрат-іонів й оксидів азоту в обробленій воді.

Розряд у повітрі призводить до підвищення концентрації іонів NH_3 , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , при контакті зі збудженими молекулами води, хімічно активними радикалами та іонами призводить до реакцій рекомбінації, що можуть бути різноманітними та складними. Водно-повітряне середовище насичується аміаком ($\text{NH}_3 \cdot \text{OH}$), азотною (HNO_3) та азотистою (HNO_2) кислотами, гідроксидом амонію (NH_4OH), газоподібним азотом із повітря, які при розчиненні у воді призводять до збільшення концентрації азотовмісних продуктів в ній.

Діапазон раціональних витрат питомої енергії на одержання азотовмісної води при дії високовольтними імпульсними іскровими розрядами у водні, що складає від 200 до 250 кДж/дм³, встановлено експериментально за залежністю виходу азотовмісних продуктів. Збільшення питомих витрат енергії більш за 250 кДж/дм нецільно, оскільки не призводить до подальшого зростання виходу азотовмісних продуктів.

Обробку здійснюють до одержання заданої концентрації азотних компонентів у воді залежно від питомих витрат енергії та розрахункового часу обробки. Після закінчення оброблену азотовмісну воду зливають у ємність.

Приклад.

Реактор об'ємом 0,01 м³ заповнили водою та повітрям для створення водно-повітряного середовища з об'ємним співвідношенням 1:2, початковий питомий опір води становив 20 Ом·м.

На позитивний електрод, який розміщено в реакторі у повітряному середовищі над водою на відстані 0,3 м, подавали напругу 40 кВ, при початковій напруженості електричного поля $E=3,2 \cdot 10^6$ В/м здійснювали вплив на повітря імпульсними коронними розрядами з енергією 1,0 кДж, які призвели до іонізації повітря.

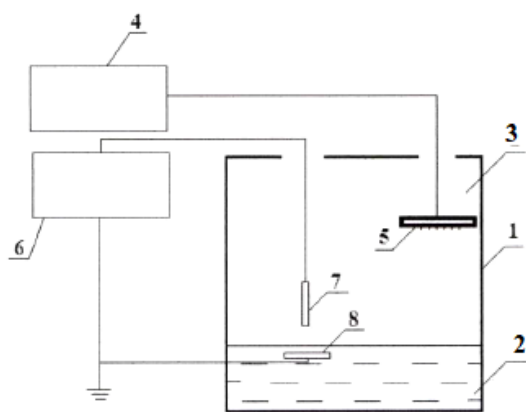
На пару високовольтних електродів, які розташовано у водно-повітряному середовищі реактора один напроти одного так, що негативний електрод розміщено в воді, з міжелектродним проміжком 0,04 м, подали напругу 30 кВ, здійснили вплив на воду високовольтними імпульсними іскровими розрядами з енергією 1,6 кДж. Початкова напруженість поля між парою високовольтних електродів - $9,0 \cdot 10^6$ В/м, питомі витрати енергії - 250 кДж/дм³, при цьому частота слідування імпульсів дорівнювала 4 Гц.

Електророзрядну обробку водно-повітряної суміші проводили одночасно високовольтними імпульсними коронними та іскровими розрядами. Час обробки становив 300 с. В результаті електророзрядної обробки одержано азотовмісну воду, яка містить: NH_4^+ - 3,2 мг/дм; NO_3^- - 277,5 мг/см³. Первісна кількість іонів азоту у необробленій воді становила: NO_3^- - 7,5 мг/см³. Порівняно з вихідним продуктом після електророзрядної обробки азотовмісних речовин у воді збільшилась майже в 38 разів. Це свідчить про високий рівень синтезу сполук азоту з повітря.

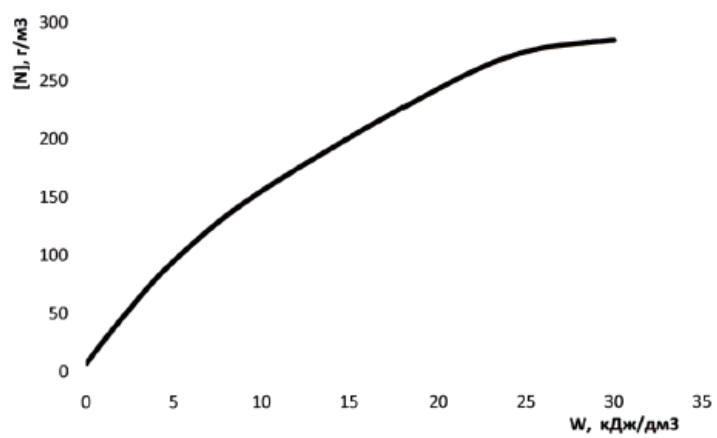
Таким чином, електророзрядний спосіб одержання азотовмісної води дозволить створити активоване середовище для зв'язування газоподібного азоту із повітря з активними радикалами водню та кисню у воді, і за рахунок цього підвищити генерацію сполук азоту та забезпечити стійку насиченість азотовмісних продуктів у воді з водно-повітряного середовища для подальшого використання.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Електророзрядний спосіб одержання азотовмісної води, за яким в реакторі, який заповнено водою та повітрям, здійснюють фізичний вплив на водно-повітряне середовище для зв'язування газоподібного азоту із повітря з активними радикалами водню та кисню у воді, який **відрізняється** тим, що вплив на водно-повітряне середовище в реакторі здійснюють одночасно імпульсними коронними розрядами у повітрі з початковою напруженістю електричного поля $E \geq 3,0 \cdot 10^7$ В/м від високовольтного імпульсного джерела живлення, до якого підключають позитивний електрод, який встановлюють в реакторі над поверхнею води, і високовольтними імпульсними іскровими розрядами з питомою енергією від 200 до 250 кДж/дм³, при початковій напруженості електричного поля $E \geq 9,0 \cdot 10^6$ В/м між парою високовольтних електродів, які розташовують в водно-повітряному середовищі реактора один напроти одного так, що негативний електрод розміщено в воді, з визначеним міжелектродним проміжком, та підключено до іншого високовольтного імпульсного джерела живлення, при цьому об'ємне співвідношення води та повітря водно-повітряного середовища складає 1:2, а початковий питомий опір води - від 20 до 30 Ом·м.



Фиг. 1



Фиг. 2