

ОСОБЛИВОСТІ ІНІЦІУВАННЯ РОЗРЯДУ В ЕЛЕКТРОДНОМУ ПРОМІЖКУ В РІДИНІ

Чміль А.І., Олійник Ю.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проаналізовано особливості ініційованого розряду в рідині.

Постановка проблеми. Розвиток сучасної галузі тваринництва тісно пов'язаний із модернізацією технологічних процесів, що дозволить збільшити виробництво продукції, та підвищити економічну ефективність. Великою перешкодою на шляху створення великих тваринницьких комплексів є відсутність сучасних способів дезодорації та утилізації великих мас відходів, оскільки із збільшенням поголів'я тварин збільшується кількість гною та гнойових стоків. В зоні діяльності тваринницьких комплексів спостерігаються непоодинокі випадки, коли рідка фракція гною потрапляє в ґрунти та воду, викликаючи загрозу забруднення їх патогенними мікроорганізмами та гельмінтами. Найбільш складнішим є процес знезараження рідкої фракції, оскільки в ній не відбуваються природні термічні процеси, як в твердому гної з підстилкою. На сьогодні існує три способи знезараження гною: хімічний, біологічний та механічний, однак вони не завжди раціональні, і потребують великих затрат. Процес знезараження тривалий, а накопичення відходів відбувається кожного дня, виникає потреба розробки нових методів очистки та знезараження гною, що будуть економічно вигідними, а також екологічно безпечними. На даний час найбільш перспективним є використання електротехнологій в різних галузях виробництва, починаючи від обробки металів та закінчуючи обробкою органічних речовин в тому числі рідких відходів. На основі інтенсивних досліджень та розвитку технологій електричних розрядів в рідині, виник такий новий напрямок електротехнології, як електрогідраліка. Оскільки процеси, що відбуваються під час електричного пробую в рідинах суттєво відрізняються від пробую в повітрі, та твердих речовинах тому це викликає потребу більш детальнішого аналізу процесу електроімпульсного пробую в рідині.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Дослідження електроімпульсної обробки речовин та матеріалів проводиться вже давно [1, 2, 5], однак враховуючи існуючий теоретичний та експериментальний матеріал фізичний процес міжелектродного пробую в рідині досліджений недостатньо, особливо це стосується органічних рідких відходів тваринництва [3].

Мета статті - проаналізувати та дослідити фізичний процес ініціювання електроімпульсного пробую в рідині.

Основні матеріали дослідження. Найбільш складним для якісного і кількісного опису є процес розвитку розряду в рідині, незважаючи на значний прогрес в розумінні електроімпульсного пробую. Досліджуючи стадії виникнення розряду, можна виокремити чотири механізми ініціювання пробую: елект-

ротепловий, бульбашковий, мікробибуховий, іонізаційний (рис. 1).

Очевидно, що теоретичний опис процесів що відбуваються при ініціюванні електричного розряду в рідині, та відповідно теорія пробую в коротких проміжках повинна включати в себе також стадії розряду: запалювання розряду, розвиток первинного каналу, перетворення первинного каналу в лідерний, що забезпечує виніс потенціалу високовольтного електрода в глибину розрядного проміжку [3].

Джерелами живлення для створення ініційованого розряду можуть бути: генератори імпульсних струмів, напівпровідникові джерела живлення із імпульсним регулюванням, в тому числі інвертори напруги та струму. Раціонально вибране джерело живлення відіграє важливу роль у виникненні розряду в розрядному проміжку. Важливо також, щоб елементи схеми мали необхідні параметри роботи, для ефектвної та безпечної роботи з установкою, оскільки установка високовольтна [4].



Рисунок 1 - Механізми ініціювання розряду в рідині

При проходженні в рідині ініційованого імпульсного електричного розряду навколо зони його виникнення утворюється зона надвисоких гідралічних тисків (до 100000 атм.) здатних здійснювати корисну роботу [1]. Також велике значення для розуміння фізичного процесу ініціювання електроімпульсного розряду в рідинах має опис процесу кавітації. В наслідок створення електричного пробую в рідких відходах, що оточують канал розряду, розвиваються високоімпульсні тиски, що генерують локальну кавітацію, яка виступає як допоміжний фактор при обробці відходів знешкоджуючи патогенні мікроорганізми та гельмінти.

Для дослідження процесів що відбувається в рідких відходах при ініційованих розрядах, нами розроблена експериментальна електроімпульсна установка. Вона складається з джерела живлення, випрямного моста, високовольтного конденсатора, захисного розрядника, робочої камери та з'єднувальних кабелів. Робочий орган установки являє собою металеву камеру з мідними електродами між якими формується розряд.

Для ефективної роботи установки потрібно розраховувати оптимальні керуючі параметри: швидкість наростання переднього фронту імпульсу струму, частоту слідування імпульсів f та енергію імпульсу E , що виділяються в міжелектродному проміжку робочої камери:

$$E = \int_0^{\tau} U_{\tau} \cdot I_{\tau} d\tau, \quad (1)$$

де τ – тривалість імпульсу;
 U_{τ} – напруга запалювання іскри;
 I_{τ} – струм розряду.

Енергія, що нагромаджується в конденсаторі:

$$E_k = \frac{CU^2}{2}, \quad (2)$$

де C – ємність конденсатора, мкФ;
 U – напруга зарядження конденсатора, кВ.

При розрядженні конденсатора відбувається перемішування рідини та утворення ударних хвиль, які спричиняють процес кавітації.

Електрична енергія конденсатора E_k перетворюється в механічну енергію E_m . Відношення цих величин є коефіцієнтом корисної дії електрогідравлічного ефекту:

$$\eta_m = E_m / E_k. \quad (3)$$

Цей коефіцієнт є основним показником, що характеризує ефективність роботи електроімпульсної установки.

Призначення елементів розрядного кола полягає у миттєвій передачі енергії конденсатора іскрі розряду з максимальним к.к.д.

Відношення енергії, що виділяється в іскрі, до енергії, нагромадженої в конденсаторі, є електричним к.к.д. розрядного контура:

$$\eta_e = E_i / E_k. \quad (4)$$

де E_i - енергія, що виділяється в іскрі;
 E_k - електрична енергія конденсатора.

Розрахунок розрядного кола електроімпульсної установки виконується з урахуванням імпульсного навантаження та коефіцієнта використання роботи іскри. Перед розрахунками розрядного кола слід визначити необхідну енергію розрядження та його тривалість. Послідовність розрахунку включає в себе визначення максимальної можливої напруги, розра-

хунок ємності і розрахунок на основі одержаних величин ємності та напруги, визначення опору та часу розрядження.

Необхідно враховувати, що суттєве збільшення напруги призведе до нераціонального збільшення габаритних розмірів установки, ускладнення її експлуатації та безпека обслуговування.

Висновки. Розкрито перспективи використання електротехнології в обробці рідин. У порівнянні із електричними пробоями в повітрі та твердих речовин, процес ініціювання пробою в розрядному проміжку складніший і мало досліджений. Для дослідження процесів, що відбуваються в рідких відходах при пробі в розрядному проміжку, та впливу їх на відходи нами розроблена експериментальна електроімпульсна установка, що дає можливість дослідження процесу ініціювання розряду.

Список використаних джерел

1. Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Ленинград : Машиностроение, 1986. 253 с.
2. Винников Д. В., Озеров А. Н., Юферов В. Б., Саун А. В. Корытченко К. В., Мсенко А. П. Экспериментальное исследование электрического разряда в жидкости, создаваемого между электродами с конусной выемкой. *Електротехніка і електромеханіка*. 2013. С. 55-60.
3. Ушаков В. Я. Физика пробоя жидких диэлектриков. (История и современное состояние, вклад советских и российских ученых). *Известия Томского политехнического университета*. 2004. Т. 307. № 2.
4. Вінниченко Д. В. Високовольтні системи електророзрядної обробки вуглецевовмісних газів: дис... Миколаїв, 2019. 200 с.
5. Шаманін Ю. Є., Часов В. Я., Попов В. О., Музиченко В. А. Вибір вихідних даних електрогідравлічної установки для знезаражування рідкої фракції гною. *Механізація і електрифікація сільського господарства*. Київ: Урожай, 1974. № 29. С. 93-97.

Аннотация

ОСОБЕННОСТИ ИНИЦИИРОВАНИЕ РАЗРЯДА В ЭЛЕКТРОДНОМ ПРОМЕЖУТКЕ В ЖИДКОСТИ

Чмиль А. И., Олейник Ю. А.

Проанализированы особенности инициированного разряда в жидкости.

Abstract

FEATURES INITIATION OF A DISCHARGE IN THE ELECTRODE GAP IN A LIQUID

A. Chmil, Y. Oliinyk

The article analyzes the features of an initiated discharge in a liquid.