

[4]. Филиппчук А.Н., Колбасенко О.В., Шевцов А.П., Димо Б.В. Технология повышения технико-экономической и экологической эффективности котельных установок физико-химической коррекцией состава водотопливных эмульсий PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE. 2021. Кишинеу: Институт энергетики Академии наук Молдовы. №3(51). С. 62-77. <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2021.3-51.06>.

Cavitation of cavitation modes in a complex system for the preparation of water emulsion

Filipshchuk O. M.

Art. Vikladach of the Department of Automation and Electrical Installation

Kherson Scientific Research Institute of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

Annotation: An experimental installation is presented, in which a complex of sequential electrochemical treatment of water and water-fuel emulsion is implemented using soft and hard cavitation modes. The results of studies of these regimes are considered with an assessment of the level of cavitation intensity based on the value of the proposed index of its activity.

Key words: complex installation, experimental studies, cavitation regimes, electroanalysis, cavitation activity, activity index.

УДК 629.128: 621.181.27

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЇ ПРИ ЕЛЕКТРОДІАЛІЗІ

Філіпчук О. М. *ст. викладач кафедри автоматики та електроустаткування*

Буренко О.В. *викладач кафедри автоматики та електроустаткування*

Кручених Г.О. *магістрант кафедри автоматики та електроустаткування*

*Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна,
filipshchuk5@gmail.com*

Анотація: Представлено аналіз даних з процесів забезпечення створення електричного поля у електродіалізному апараті з врахуванням втрат енергії і можливого підвищення температури води. Розглянуто можливості економії енергії при застосуванні дискретно-імпульсного вводу енергії при кавітації.

Ключові слова: електродіаліз, омичний опір, теплота, кавітація, дискретно-імпульсне введення енергії, витрати енергії, економія енергії.

Вступна частина. До найбільш ефективних способів інтенсифікації масообмінних та гідромеханічних процесів у рідинних дисперсних середовищах, при мінімальних непродуктивних витратах, відноситься використання дисперсно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) шляхом перетворення її в форму потужних локальних імпульсів при умовах ініціювання динамічного розвитку бульбашкових структур при кипінні і кавітації.

Згідно [1, с.46] критерієм оцінки ефективності ДІВЕ являється застосування кількох видів нерівноважних ефектів. Потенціали цих нерівноважних процесів: різниця тисків початкового тиску p_0 і кінцевого p_i ($p_0 - p_i$), а при врахуванні поверхневого натягу σ на радіусі бульбашки R ($p_{v0} - p_{i0} - 2\sigma/R = 0$); різниця хімічних потенціалів ($\mu_0 - \mu_i$) і різниця температур ($T_0 - T_i$).

При використанні бульбашок як трансформаторів енергії при створенні кавітації ця умова досягнення оптимального рівня інтенсифікації зводиться до вимоги за можливий короткий час забезпечити максимальну різницю тисків між фазами; тривалість трансформації

енергії має бути надзвичайно короткою, оскільки корисна потужність, що виділяється у вигляді імпульсу, прямо пропорційна акумульованій енергії і обернено пропорційна часу трансформації; енергія у формі імпульсу повинна виділятися одночасно у великій кількості малих локальних зон у вигляді бульбашок, рівномірно розташованих у всьому робочому обсязі апарату.

З нашої точки зору, враховуючи застосування технології електродіалісної обробки води безпосередньо перед приготуванням водопаливної емульсії при розрахунках значень енергії необхідно враховувати наявність створеного електрохімічного потенціалу, що відповідає питомій потужності на 1 м³ прісної води, витраченої на створення відповідної напруженості електричного поля в апараті електродіалізного опріснення (ЕДО). Електрохімічний потенціал $\tilde{\mu}_i$ більший за хімічний потенціал на величину $z_i F \phi$ (z_i — заряд частки, F — електричний потенціал, e — елементарний заряд) член $z_i e \phi$ виражає роботу з подолання електричних сил, необхідних для створення електричного поля в електродіалізаторі.

Згідно [1, с.55] при виборі способу інтенсифікації необхідно в будь-якому разі забезпечити рівень енергії на вході в апарат, достатній для здійснення корисної роботи. Енергія або вводиться в робочу зону ззовні за допомогою різноманітних механічних пристроїв, або використовується акумульована раніше внутрішня енергія самої системи. При проведенні експериментальних досліджень передбачається використання обох видів енергії.

Енергетичні витрати пов'язані лише зі скороченням часу проведення таких операцій, отже, з підвищенням продуктивності устаткування, що можливо при використанні кавітаційних процесів.

Важливою складовою питомої витрати електроенергії являється повна напруга на електродіалізаторі, яка залежить від повного омичного опору електродіалізатора, який складається з опорів усіх мембран у складанні і розташованих між ними розчинів електролітів знесоленої і мінералізованої води. При досить глибокому знесоленні повинні створюватися такі умови, коли омичний опір знесоленої води — найбільший із усіх складових мінімальний і визначає загальну напругу на електродіалізаторі. Тому була висловлена ідея про необхідність розташовувати мембрани як найближче одна до одної, принаймні, в камерах знесолення. При цьому значення граничної щільності струму зворотнопропорційна міжмембранній відстані [2, с.128].

При напрузі на осередку 1,5 В и $\eta = 0,85$ питомі витрати електроенергії складуть 47,3 кВт · год/г-екв при опрісненні солонуватих вод. Витрата електроенергії на опріснення 1 м³ океанської води становить близько 20 кВт · год/м³ [2, с.294]. При цьому не врахована енергія, затрачувана на нагрівання розчину, паразитні струми і роботу насосів [2, с.259].

Згідно даних [1, с.57] теплова енергія, що звільняється в результаті охолодження одного кілограма води всього на два градуси, еквівалентна роботі, необхідній для підняття цієї маси на висоту одного кілометра. Якщо таке перетворення теплової енергії в механічну роботу здійснити протягом однієї секунди, то значення потужності складе близько 10 кВт. Таким чином, динамічний ефект в результаті трансформації енергії за допомогою бульбашкової структури виявляється дуже високим.

Мета роботи. Знаходження показників витрат енергії і її економії при здійсненні електродіалізного опріснення при обробці води з застосуванням дискретно-імпульсного вводу енергії при забезпеченні режиму кавітації.

Основна частина. Щоб вивести систему зі стану термодинамічної рівноваги і створити необхідну різницю температур між фазами, необхідно попередньо ввести в систему еквівалентну кількість теплової енергії, яка виділяється за рахунок омичного опору при проведенні електродіалізного опріснення.

На основі експериментальних даних [3, с.423] показано, що під дією ефектів гідродинамічного кавітаційного поля у воді утворюються гідроксильні радикали, що з плином

часу рекомбінують з утворенням піроксиду водороду або молекул води. Необхідно відмітити, що при кавітаційній обробці води через 10 ... 12 с фіксується збудження молекул H_2O , а концентрація іонів OH^- знаходиться на рівні 23 %, що відповідає зростанню ефективності горіння, тобто економії палива в камері згорання при безпосередньому підводі емульсії на згорання в умовах неохолодженої камери згорання [4, с.67]. При цьому максимальне значення питомої потужності, що вводиться у воду, знаходиться на рівні 42,56 Вт/дм³ або 42,56 Дж/(с·дм³) (питоме значення цієї потужності знаходиться як відношення потужності до всього об'єму рідини, що підлягає кавітаційній обробці (при такому рівні обробки було досягнуто питоме значення рН на рівні 8,1 [3, с.428]). При кавітаційній обробці водопровідної води в кавітаційному стенді питоме значення потужності, що вводиться у воду складає 70 Вт/дм³, так як при кавітаційній обробці водопровідної води досягнуто значення рН 8,5. Рівень кавітаційної обробки водомазутної емульсії за допомогою прийнятої конструкції кавітатора і циркуляційної схеми, забезпечує економію чистого палива на рівні 25% при забезпеченні постійної температури газів на виході з топки, що відповідає 0,12 кг/год при перерахунку показників на 1 кг палива (мазуту) [4, с.67].

В цьому випадку забезпечується економія енергії на рівні $0,12 \text{ кг/год} \times 40 \text{ МДж/год} = 4,8 \text{ МДж/год} = 4,8 \cdot 10^6 \text{ Дж/год}$ або $4,8 \cdot 10^6 \text{ Дж/год} / 3600 = 1333,3 \text{ Дж/с} = 1333,3 \text{ Вт}$ з урахуванням густини мазуту одержимо $1333,3 \text{ Вт} \times 0,9 = 1200 \text{ Вт/дм}^3$. Таким чином, витрати на кавітаційний режим складає $70 \text{ Вт/дм}^3 : 1200 \text{ Вт/дм}^3 \times 100 = 5,8 \%$. Тобто витрата потужності на проведення кавітаційного режиму незначна, що відзначається в багатьох літературних джерелах.

Висновки. 1. Витрати на електродіалізне опріснення складають 20 ... 47 кВт год/ м³.

2. Рівень використання електрохімічного потенціалу при приготуванні водопаливної емульсії може досягати більше 15% від витрат на електродіалізне опріснення.

3. Рівень використання теплоти при здійсненні дискретно-імпульсного вводу енергії може досягати більше 30%, що використовується для підвищення активності водопаливної емульсії.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах: теплофизические основы дискретно-импульсного введения энергии. - Киев: НВП «Издательство “Научная мысль” НАН Украины», 2008. - с. 382.
- [2]. Пилат Б.В. Основы электролиза // М.: Авваллон. 2004. 456 с.
- [3]. Витенько Т.Н. Гумницкий Я.М. Механизм активирующего действия гидродинамической кавитации на воду. / Химия и технология воды. 2007 т.29, №5. С.
- [4]. Филиппук А.Н., Колбасенко О.В., Шевцов А.П., Димо Б.В. Технология повышения технико-экономической и экологической эффективности котельных установок физико-химической коррекцией состава водотопливных эмульсий PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE. 2021. Кишенев: Институт энергетики Академии наук Молдовы. №3(51). С. 62-77. <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2021.3-51.06>.

Energy efficiency of the application of cavitation during electro dialysis

Filipshchuk O. M. Burenko O.V. G.O. Kruchenykh

Kherson educational and scientific institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding Mykolaiv, Ukraine

Abstract: An analysis of data on the processes of ensuring the creation of an electric field in an electro dialysis apparatus is presented, taking into account energy losses and a possible increase in water temperature. The possibilities of energy saving when applying discrete-pulse energy input during cavitation are considered.

Keywords: electro dialysis, ohmic resistance, heat, cavitation, discrete-pulse energy input, energy consumption, energy saving