

УДК 536.423+532.528

ШУРЧКОВА Ю.О., ДУБОВКІНА Ю.О.
Інститут технічної теплофізики НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗНАКОЗМІННИХ ІМПУЛЬСІВ ТИСКУ В ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ВОДНО-ЕТАНОЛЬНИХ РОЗЧИНІВ

Мета. Дослідження впливу методу дискретно-імпульсного введення енергії, а саме знакозмінних імпульсів тиску на фізико-хімічні параметри водно-етанольних розчинів.

Методика. В роботі застосовувались експериментальні методи дослідження процесів тепломасообміну і гідродинаміки в роторно-пульсаційних апаратах, хроматографічні методи досліджень водно-етанольних розчинів, методи енергетичного та економічного аналізу для визначення споживання енергії.

Результати. На основі проведених досліджень запропоновано новий безперервний спосіб одержання водно-етанольних розчинів із застосуванням роторно-пульсаційних апаратів, у яких реалізуються умови знакозмінних імпульсів тиску.

Наукова новизна. Обґрунтована доцільність використання методу дискретно-імпульсного введення енергії, а саме знакозмінних імпульсів тиску для одержання водно-етанольних розчинів.

Практична значимість. Використання знакозмінних імпульсів тиску в технології одержання водно-етанольних розчинів дозволяє одержувати розчини з покращеними фізико-хімічними параметрами та скоротити енергоспоживання.

Ключові слова: знакозмінні імпульси тиску, дискретно-імпульсне введення енергії, гідратація, структуроутворення.

Вступ. При здійсненні процесів, пов'язаних із необхідністю рівномірного змішування та розподілу різних фаз у рідкій основі істотного значення набуває можливість прогнозування реакції таких систем на різного роду зовнішні періодичні впливи. Аналіз раніше виконаних досліджень динамічних явищ у багатофазних середовищах [1,2], які піддавались керованим пульсаційним та високочастотним впливам, доводить можливість використання їх для інтенсифікації зазначених процесів, а також для реалізації принципово нових технологічних прийомів, а саме, зміни властивостей та фізико-хімічних параметрів водних систем, а саме водно-етанольних розчинів.

Постановка завдання. Сучасні технології одержання водно-етанольних розчинів передбачають застосування інноваційних енергозберігаючих та екологічних методів. Метод дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) може стати одним із засобів вирішення цієї задачі. Сутність методу полягає в тому, щоб попередньо стаціонарно введена та довільним чином розподілена в робочому об'ємі енергію акумулювати в локально роз'єднаних дискретних точках системи і в подальшому імпульсно реалізувати для досягнення необхідних фізичних ефектів: нагнітання та скидання тиску, адіабатного закипання, гідралічного удару, ударних хвиль тиску або розрідження, напружень зсуву, локальної турбулентності, кавітації [3].

Водні системи, а саме водно-етанольні розчини мають складну будову. Такі системи складаються з молекул води, молекул етанолу, вільних радикалів, асоціатів та гідратів різного типу, які поєднані між собою тривимірною сіткою водневих зв'язків, що постійно

змінюється та рекомбінується. Процесами, що визначають якість водно-спиртових розчинів є структуроутворення, гідратація, асоціація та комплексоутворення. Всі ці процеси можуть бути ініційовані завдяки імпульсному впливу знакозмінних імпульсів тиску, які мають місце в роторно-пульсаційних апаратах.

Від швидкості процесів гідратації та утворення сітки водневих зв'язків залежить кількість шкідливих домішок, що утворюються під час змішування води та етанолу. Пришвидшення процесів передачі протону від води до спирту шляхом імпульсного впливу унеможливує утворення шкідливих домішок та реакцію протону з вільними радикалами.

Результати дослідження. Раніше в ІТТФ НАН України проводились дослідження по вивченню впливу обробки на водні системи методом дискретно-імпульсного введення енергії. Було досліджено зміну водневого показника рН, як його підвищення так і зниження[4]. Для продовження досліджень в якості модельних середовищ було обрано водно-етанольні розчини.

Хід виконання експериментальної роботи передбачав одержання, при різних умовах проведення процесу змішування, зразків водно-етанольних розчинів та виконання хроматографічного аналізу цих зразків для визначення кількості шкідливих домішок: сивушних масел, альдегідів та метилового спирту. Дослідження по одержанню водно-етанольних розчинів проводили на експериментальній установці, основним робочим апаратом якої був роторно-пульсаційний апарат (РПА) з наступними технічними характеристиками: міжциліндровий зазор – 100 мкм, лінійні швидкості обертання роторів – 21,98-23,58 м/с, кутова швидкість обертання робочих органів – 314 c^{-1} , швидкості зсуву потоку – $(2,2-2,4) \times 10^5 \text{ c}^{-1}$, напруження зсуву потоку 219,8-235,5 Па [5].

Під час хроматографічних досліджень водно-етанольних розчинів на наявність альдегідів (рис.1.) було встановлено, що застосування безперервного способу змішування води та етанолу в умовах знакозмінних імпульсів тиску дозволяє одержувати розчини з меншою кількістю альдегідів у порівнянні з традиційним періодичним способом в апаратах з мішалкою. В свою чергу це призводить до покращення їх фізико-хімічних параметрів.

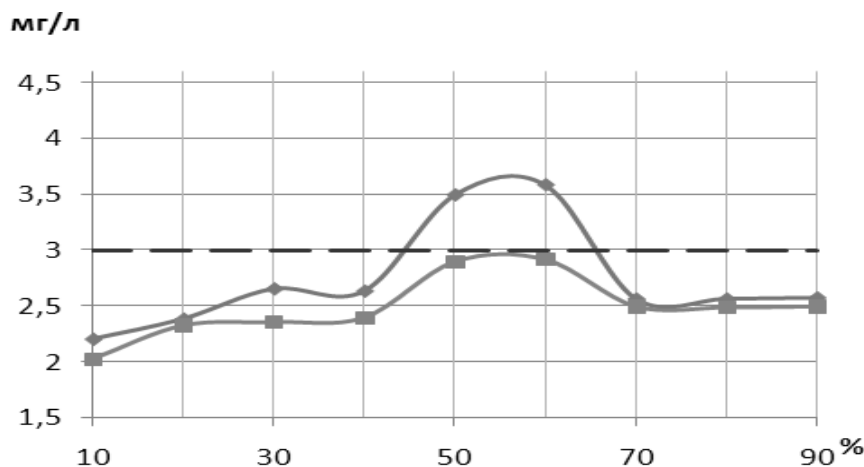


Рис. 1. Кількість ацетальдегіду у водно-етанольних розчинах з концентрацією 10-10 об.%. ◇ - періодичний спосіб; ■ – безперервний спосіб із застосуванням РПА

Дослідження вмісту сивушних масел (суміші вищих спиртів) рис.2. продемонстрували зниження їх вмісту у водно-етанольних розчинах. Слід відмітити, що зниження відбувається незалежно від концентрації.

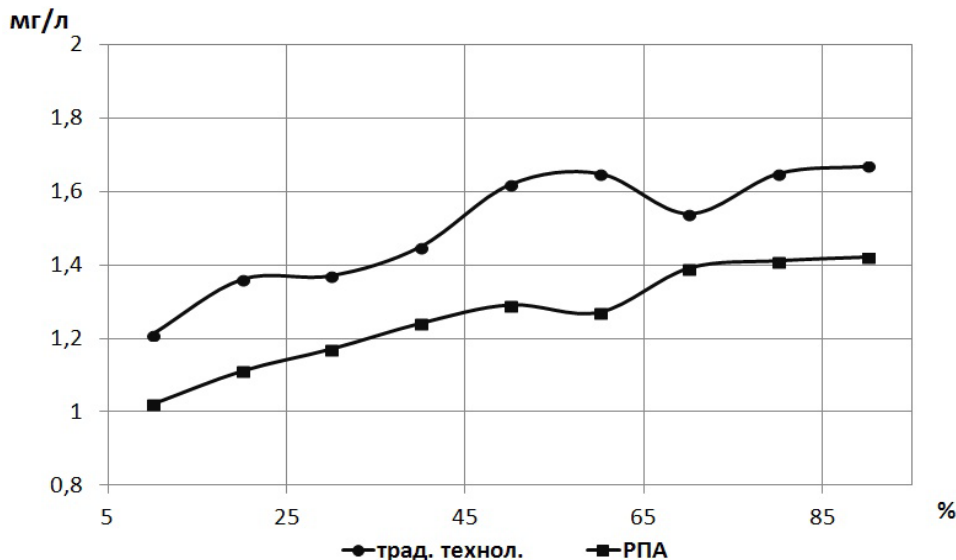


Рис. 2. Кількість сивушних масел у водно-етанольних розчинах з концентрацією 10-10 об.%.: ● – періодичний спосіб; ■ – безперервний спосіб із застосуванням РПА

Метанол є шкідливою токсичною домішкою і його вміст у водно-етанольних розчинах і повинен відповідати нормативній документації, тому проводились дослідження динаміки вмісту метанолу у різних концентраціях водно-етанольних розчинів. Кількість метанолу не перевищує вимоги ДСТУ 4256:2003, але при безперервному способі одержання водно-етанольних розчинів в умовах знакозмінних імпульсів тиску кількість метанолу нижча, особливо така тенденція спостерігається в області низьких концентрацій.

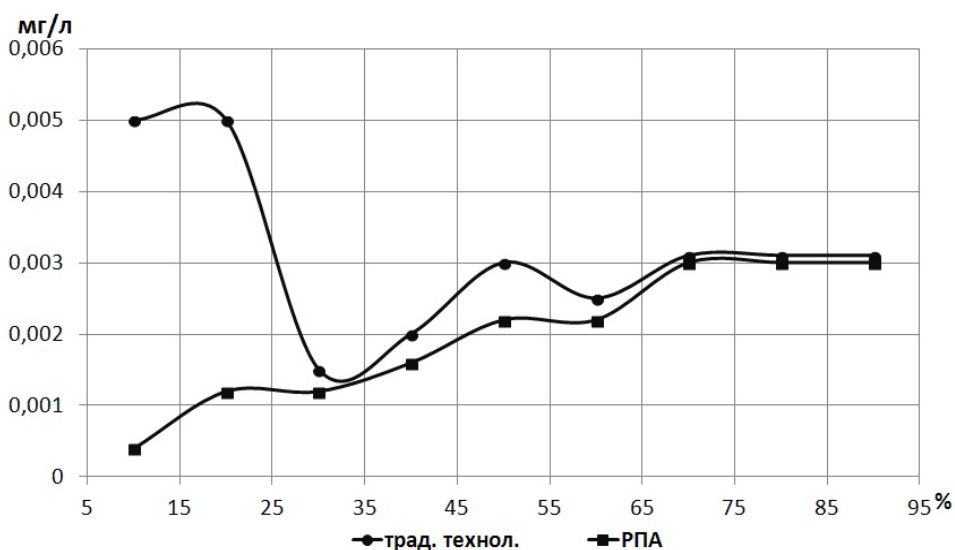


Рис. 3. Кількість метанолу у водно-етанольних розчинах з концентрацією 10-10 об.%.: ● – періодичний спосіб; ■ – безперервний спосіб із застосуванням РПА

В результаті проведених економічних розрахунків встановлено, що використання запропонованого апаратного оформлення процесу змішування води та спирту в умовах знакозмінних імпульсів тиску дозволяє досягти економічного ефекту за поточними витратами на модернізацію близько 90 тис. грн. При цьому відбувається зниження споживання електроенергії на 35%, що у вартісному вираженні становить майже 9 тис. грн. у порівнянні з традиційною технологією.

Висновки. В результаті проведених досліджень була встановлена можливість зміни фізико-хімічних параметрів водно-етанольних розчинів при використанні знакозмінних імпульсів тиску в технології їх отримання, що пришвидшує протікання процесів гідратації та структуро-, клатратоутворення за рахунок виникнення тривимірної сітки водневих зв'язків в активованих водних системах та інтенсифікації передачі протону від води до спирту.

Метод дискретно-імпульсного введення енергії дозволяє отримати водно-етанольні розчини з меншим вмістом шкідливих домішок: сивушних масел, альдегідів та метанолу. А також дозволяє інтенсифікувати, підвищити економічну і екологічну ефективності традиційних процесів переробних виробництв. Ці обставини можуть в подальшому зробити запропонований спосіб достатньо конкурентоспроможним як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Список використаних джерел

1. Ганиев Р. Ф. Динамика частиц при воздействии вибраций /Р.Ф. Ганиев, Л.Е. Украинский. –К.: Наукова думка, – 1975. – 138 с.
2. Федоткин И.М. Кавитация. Кавитационные энергетические аппараты и установки / И.М. Федоткин, С.И. Гулый. – К.: Арктур – А. –1998.– 130 с.
3. Долинский А.А. Наномасштабные эффекты при дискретно-импульсной трансформации энергии / Долинский А.А. Басок Б. И. // ИФЖ . – 2005 – Т.78, № 1,С.15-23.
4. Долинский А.А Исследование влияния метода ДИВЭ на свойства воды / Долинский А.А., Шурчкова Ю. А., Дубовкина И.А.// Международный НПЖ Керамика: наука и жизнью – 2013, №2 (20), с.4-6.
5. Долинский А. А Исследование влияния метода ДИВЭ на свойства воды / А. А. Долинский, Ю. А. Шурчкова, И. А. Дубовкина // Международный НПЖ Керамика: наука и жизнью – 2015, №2 (27). – С. 38-45.

References

1. Ganiev R. F. L.E. Ukrainskiy (1975). Dinamika chastits pri vozdeystvii vibratsiy. K.: Naukova dumka, 138 s.
2. Fedotkin I.M. Gulyiy S.I.(1998) Kavitatsiya. Kavitatsionnyie energeticheskie apparaty i ustanovki. K.: Arktur 130 s.
3. Dolinskiy A.A., Basok B. I. (2005) Nanomasshtabnyie efektyi pri diskretno-impulsnoy transformatsii energii. IFZh . T.78, № 1,S.15-23.
4. Dolinskiy A.A, Shurchkova Yu. A., Dubovkina I.A. (2013) Issledovanie vliyaniya metoda DIVE na svoystva vodyi. Mezhdunarodnyiy NPZh Keramika: nauka i zhiznyu, №2 (20). s.4-6
5. Dolinskiy A. A, Shurchkova Yu. A., Dubovkina I. A. (2015) Issledovanie vliyaniya metoda DIVE na svoystva vodyi/ Mezhdunarodnyiy NPZh Keramika: nauka i zhiznyu, #2 (27). – S. 38-45.

Рекомендовано до публікації с.н.с., д.т.н. Ободович О.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ ИМПУЛЬСОВ ДАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДНО-СПИРТОВЫХ РАСТВОРОВ

ШУРЧКОВА Ю.А., ДУБОВКИНА И.А.

Институт технической теплофизики НАН Украины

Цель. Исследование влияния метода дискретно-импульсного ввода энергии, а именно знакопеременных импульсов давления на физико-химические параметры водно-этанольных растворов.

Методика. В работе использованы экспериментальные методы исследования процессов теплообмена и гидродинамики в роторно-пульсационных аппаратах, хроматографические методы исследования водно-этанольных растворов, методы энергетического и экономического анализа для определения потребления энергии.

Результаты. На основе проведенных исследований предложен новый непрерывный способ получения водно-этанольных растворов с применением роторно-пульсационных аппаратов, в которых реализуются условия знакопеременных импульсов давления.

Научная новизна. Обоснована целесообразность метода дискретно-импульсного ввода энергии, а именно знакопеременных импульсов давления для получения водно-этанольных растворов.

Практическая значимость. Использование знакопеременных импульсов давления в технологии получения водно-этанольных растворов позволяет получать растворы с улучшенными физико-химическими параметрами и сократить энергопотребление.

Ключевые слова: знакопеременные импульсы давлений, дискретно-импульсный ввод энергии, гидратация, структурообразование

THE INVESTIGATION OF PRESSURE ALTERNATING PULSES IN THE TECHNOLOGY OF WATER-ETHANOL SOLUTIONS

SHURCHKOVA J., DUBOVKINA I.

Institute of engineering thermophysics NAS of Ukraine

The purpose. The investigation of the effect of the method of discrete-pulsed input of energy, namely alternating pressure pulses on the physicochemical parameters of the water-ethanol solutions.

Methods. In this work used experimental methods for studying processes of heat and mass transfer and hydrodynamics in the rotary-pulsating devices, chromatographic methods for studying water-ethanol solutions, methods of energy and economic analysis to determine the energy consumption.

Results. Based on these studies, a new continuous process for preparing water-ethanol solutions using rotary-pulsation apparatus, which are implemented under alternating pressure pulses.

Scientific innovation. The expediency of the method of discrete-pulsed input of energy, namely alternating pressure pulses to obtain water-ethanol solutions.

Practical significance. The use of alternating pressure pulses in the technology of water-ethanol solutions allows to obtain solutions with improved physical and chemical parameters, and reduce energy consumption.

Keywords: alternating pressure pulses, discrete-pulsed input of energy, hydration, structure formation