

УДК 53.05; 53.09; 538.95;

664.1:539.22

**М.В.Курик**, докт. ф.-м.н., професор.

*Ін.т екології людини, Ін.т фізики*

**О.С.Марценюк**, докт. тех.н., професор

*Націон.ун.т харчових технологій*

**Л.С.Марценюк**, канд. ф.-м.н.

*Ін.т ядерних досліджень*

**M.V.Kurik, A.S. Martsenyuk,**

**L.S.Martsenyuk**

**КВАНТОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДИ І ПРОЦЕСИ  
МЕМБРАННОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ  
QUANTUM PROPERTIES OF WATER AND PROCESSES  
MEMBRANE FILTRATION**

*З позиції сучасних уявлень фізики води проаналізовані процеси, що відбуваються у воді і в приповерховому шарі води. Показано, що на процеси ультрафільтрації можна впливати за рахунок зовнішньої дії на водне середовище.*

**Ключові слова:** *Когерентна вода, когерентні домени, квантова електродинаміка, ультрафільтрація.*

*Processes, which are going on in water and in the interfacial water are analyzed from position of modern presentations of water physics. It is shown that on superfiltration processes it is possible to influence due to the external affecting on water environment.*

**Keywords:** *Coherent water, coherent domains, quantum electrostatics, superfiltration.*

**Вступ.** Удосконалення різних технологічних процесів базується на розробці теоретичної бази, адекватної тій, що описує явища, відповідні цим процесам і дозволяє оптимізувати режими та цілеспрямовано управляти їх динамікою. Розвиток технології харчових виробництв опирається, в основному, на вдосконалення технічного устаткування і не враховує всю різноманітність проявів взаємодії водних середовищ, використовуваних у виробництві, з інгредієнтами і механічними пристроями залежно від водного складу, технологічних умов, способів обробки і т.д.

Найчастіше вода розглядається як однорідне середовище, ідеальна рідина, що стабільно проявляє однакові властивості за одних і тих же умов. Така точка зору не відповідає дійсності і, як далі буде показано, не може бути прийнята навіть в першому наближенні при розгляді такого важливого процесу, як ультрафільтрація. Тому тут в дуже короткому і спрощеному вигляді викладені сучасні теоретичні підходи до опису властивостей природної води і показано, що залежно від зовнішньої дії тільки на водне середовище можна змінювати параметри процесів ультрафільтрації.

**1.Сучасні уявлення про квантові процеси в звичайній (ідеальній) воді.** За теоретичними уявленнями, викладеними в [1], звичайна вода є двофазною системою: вона складається з областей, в яких вона знаходиться в когерентному стані, - «когерентних доменів», і звичайної, «класичної» води, що оточує такі області.

Описати процес формування областей когерентності з позиції квантової електродинаміки можна таким чином [1].

Припустимо, що є якийсь ансамбль з  $N$  молекул, що мають два стани, - основний і збуджений, з енергією збудження  $E = \hbar \nu$  ( $\hbar$  - постійна Планка,  $\nu$  - частота), що становить приблизно 12eV. Розмір молекули близько 1 Å, в той час, як розмір віртуального фотона (флуктувавшого з

вакууму, який може проводити збудження з енергією 12 eV), що має довжину хвилі  $\lambda = c/\nu$ , повинен бути близько 1000 Å. Тому лінійний розмір ділянки, на якій можуть відбуватися збудження в 1000 разів більший, ніж молекула. Припустимо, що один віртуальний фотон, може збудити атом з вірогідністю  $P$  (відповідно до оцінки, взятої з даних по Лембовському зрушенню, вірогідність  $P$  має значення порядку  $10^{-4}$ - $10^{-5}$ ). Збуджена молекула переходить в основний стан через певний час рекомбінації, повертаючи назад фотон в зовнішнє середовище, який або поглинеться вакуумом, або збудить іншу молекулу. Відповідна вірогідність цих двох подій залежатиме від густини молекул  $n = N/\lambda^3$ , присутніх усередині об'єму  $\lambda^3$ .

Коли густина  $n$  перевищить порогове значення  $n_{crit}$ , фотон ніколи не зможе повернутися у вакуум, і переходить від однієї молекули до іншої усередині об'єму за умови:

$$P\lambda^3 n_{crit} = 1 \quad (1)$$

Таким чином, вакуум віддає фотон у речовину. Цей процес буде продовжуватись доти, поки не буде захоплено велику кількість фотонів і не утвориться досить істотне поле в цьому районі. Наслідком утворення цього поля буде:

1. Виникне притягіння між такими ж молекулами і відбудеться значне збільшення густини, подібно до того, як це спостерігається для фазового переходу пара - рідина.

2. Воно приведе до загальної осциляції всіх молекул усередині всього району; з цієї причини вказаний район названий когерентним доменом (КД). У цьому процесі молекули і електрони втрачають свою первинну ідентичність.

Концентрація енергії в області КД приводить до зменшення ентропії і, згідно з другим законом термодинаміки, - до відповідного зниження енергії. В результаті віддачі енергії виникає енергетичний зазор (щілина)

величиною 0,26 еВ (energy gap) [1], це означає, що енергія когерентного стану нижча, ніж первинного некогерентного стану.

Відповідно до теоретичних оцінок авторів цієї роботи, для води при когерентних осциляціях кожна молекула осцилює між основним станом, де електрони тісно зв'язані, і збудженим станом, де вони в знаходяться в квазівільному стані.

Умова співіснування двох фракцій  $F_c(T)$  і  $F_{nc}(T)$  - когерентних і не когерентних молекул, як і у разі надтекучого рідкого гелію, визначається співвідношенням:

$$F_c + F_{nc} = 1 \quad (2)$$

Рівняння (2) означає, що для кожного значення температури загальна кількість молекул, що належать обом фазам, незмінна; при цьому кожна молекула проходить через дві фази безперервно. Це породжує «мерехтливий» режим.

Проте, ситуація змінюється поблизу поверхні стінки, де відбувається стабілізація когерентного стану через притягіння молекул води до стінки, і виникає енергетичний заслін від руйнівного ефекту температурних зіткнень. Час існування когерентних доменів для зв'язаної води суттєво збільшується.

Для випадку води в когерентному домені, відповідно до [1], збудженому стану відповідає значення енергії 12,06 еВ, що знаходиться небагато нижче за поріг іонізації (12,60 еВ). Осциляції з енергією 12,06 еВ відповідають розміру КД приблизно 0,1 мкм. Ці осциляції приводять до появи «квазівільних» електронів у когерентному стані. Таким чином, КД стає резервуаром «квазівільних» електронів, які можуть бути легко збуджені. Кожне збудження відповідає когерентному холодному вихору «квазівільних» електронів. Фактично, «квазівільні» електрони належать когерентному стану таким чином, що зовнішнє збурення, яке менше, ніж величина енергетичного зазору, не може бути передане іншій індивідуальній молекулі, але запасується КД як єдине

ціле, даючи початок колективному збудженому стану, який також когерентний.

Спектр збудження КД обмежений зверху енергетичним зазором, який складає 0,26 еВ на молекулу. Оскільки в КД близько 6 мільйонів молекул, то виявляється, що спектр ізольованої води (наприклад, поблизу поверхні, - так звана EZ-вода) практично необмежений. Це означає, що всередині КД можливо запасати величезну кількість енергії, яка досягає видимої області і ультрафіолета.

Зупинимось на властивостях води, що знаходиться поблизу поверхні (стілки) матеріалу, - EZ-води. Найдетальніше властивості такої води досліджував Г.Поллак і його група. Для дослідження він використовував фарбу, що розчиняється у воді. Виявилось, що вода поблизу поверхні не була забарвленою. Товщина такого шару досягала декількох сотень мікрон.

Були відмічені такі властивості EZ-води [1].

1. В'язкість EZ-води більше, ніж вдесятеро, перевищувала в'язкість звичайної води.

2. EZ-вода мала негативний потенціал (близько 150 мВ) по відношенню до нормальної води.

3. Протони концентрувалися на межі між EZ-водою і нормальною водою.

4. EZ-вода мала пік поглинання при 270 нм і флуоресціювала при збудженні світлом на цій довжині хвилі.

5. Опромінювання EZ-води світлом, особливо в ІЧ-області приводило до зменшення глибини шару.

6. EZ-вода не могла змішуватися з розчинами.

У [1] описуються особливості перебігу життєвих процесів у водному середовищі організму. Автор відзначає наступне.

Когерентні домени можна легко збуджувати, вони здатні увібрати велику кількість енергії маленьких збуджень окремих вихорів, енергія

яких сумується. Але ця колективна енергія не може бути випущена за межі домена тепловим способом (внаслідок існування енергетичного зазору). Для живих організмів така заборона знімається і для водного середовища характерною є *когерентність між когерентними доменами* (на відміну від EZ-води). У [1] указується: «Щоб створити когерентність серед областей когерентності, необхідно примусити когерентні домени коливатися, що означає, що когерентні домени повинні бути здатні звільнитися від умови заборони виділення енергії за свої межі. Можливим виходом могло б бути хімічне розвантаження енергії».

Область когерентності для води, локалізованої молекулярними клітинними структурами, розширюється від 0,1 мкм до розмірів, що набагато перевищують розміри КД. На відміну від EZ-води, де КД склеюються разом через загальне тяжіння до стінки, у разі води в живих організмах ми маємо *менш в'язку* рідину, як це спостерігається в надтекучому гелії.

Були також повідомлення [1], що дією на воду певним способом (опромінюванням електромагнітними хвилями, особливо в ІЧ-діапазоні, суспензуванням мікросферами інертних матеріалів, розчиненням фуллерентних макромолекул) можна отримати спеціальну воду, властивості якої відрізняються від нормальної води і від EZ-води. Більш того, водні середовища, що набули властивостей, аналогічних воді в живих організмах, були отримані при здійсненні специфічних біологічних процесів у нормальній воді, особливо у зв'язку з фотосинтезом. У цьому останньому випадку в'язкість була значно нижчою, ніж нормальної води, на відміну від випадку EZ-води.

## **2. Природна вода і природна когерентизована вода.**

Як відомо, ідеальної води в природі не буває. Більш того, виявляються принципові відмінності властивостей природної води від дистильованої води. Природна вода, як показали дослідження [2],

виявилася збалансованою системою, що проявляє квантові характеристики несепарабельності і фрактальності, їй притаманна особлива енергетика, вона є міцелярною, рідкокристалічною структурою, і має ряд властивостей, характерних елементам живих структур.

Перш за все, вона дисиметрична за своєю структурою, її можна розділити різними способами на складові, які не є ідентичними і є самостійними системами, що не корелюють між собою за фізико-хімічними властивостями. Відомо, що для живих структур характерна саме дисиметрія (закон Пастера-Кюрі-Вернадського).

Другою важливою характеристикою природної води є те, що вона знаходиться в стані несепарабельності. Для живого організму стан квантової заплутаності, в якому знаходяться його молекулярні клітинні системи, є важливим чинником, що визначає умови їх функціонування в процесах життєдіяльності.

Несепарабельність води можна зруйнувати. Можливо, що вода, яка втратила стан несепарабельності, вже не є для організму тією речовиною, яка може повністю задовольнити його потреби.

Однією з найбільш суттєвих відмінностей живих організмів від неживої природи є те, що всі процеси в живому організмі відбуваються синхронно. У зв'язку з цим деякими дослідниками (Г.Фрелих, С.П. Ситько та ін.) було висунуто припущення, що молекулярні структури в живому організмі повинні знаходитися в когерентному стані.

Експериментальне підтвердження факту існування єдиних для всього організму характеристичних частот було здійснене авторами відкриття СПЕ-ефекту [3]. Автори вказаної роботи роблять припущення, що: «резонансний стан біологічних структур властивий живій природі».

Як невід'ємний елемент живого, вода, що входить до складу живого організму, повинна мати всі якості живого об'єкту. Тому так важливо

для вивчення принципів функціонування живого організму дослідження фізичних властивостей когерентної води.

Для отримання когерентизованої природної води вперше [2] використовувалася нова методика - створення когерентних станів через застосування особливих пристроїв: чипів [4], які прикріплялися до зовнішньої сторони стаканів з досліджуваною водою.

Реалізація принципу створення заплутаних макроскопічних систем полягає в наступному [2, 4]. Візьмемо металеву пластинку з вказаною на рис.1 орієнтацією ядерних спінів (ядра знаходяться в синглетному стані).

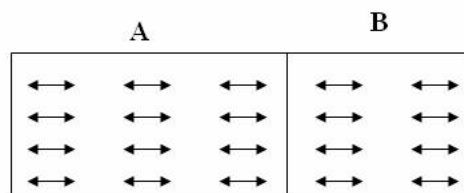


Рис. 1. Схема формування когерентних чипів

Розріжемо пластинку на дві частини: А і В. Спіни по краях розрізу пластинок знаходяться в синглетному стані, що не компенсується, а самі пластинки знаходяться в заплутаному стані. Отже, при зміні стану спінів пластинки А, в пластинці В відбуватимуться такі ж зміни. За призначенням і застосуванням пластинка А названа чип-транслятором, а пластинка В - чип-індуктором [2. 4].

На практиці зміна стану спінів в системі А реалізується шляхом дії на неї електричними або електромагнітними полями.

Отримання когерентної води з природної води було здійснене таким чином [2]. Спеціальний чип, що являє собою елемент синглетної пари з симетрією трансляції у вигляді металеві пластинки, розміром 5x5 мм, прикріплювався до зовнішньої сторони скляного стакану, в який наливалася фасована природна питна вода. Об'єм води для досліджень брався 50 мл, хоча об'єм може бути різний. На початку для активації



води брався L-чип (лівостороння орієнтація спінів), і прикріплювався до одного з стаканів, а потім інший чип - R-чип (правостороння орієнтація) і прикріплювався до іншого стакана з такою ж фасованою водою. Обидва стакани з водою розташовувалися на певній відстані щодо один одного (до 0,5 м).

Після заливки первинної природної води в стакани при дослідженні фізичних властивостей води спостерігалось в динаміці «наведення» за допомогою чипів когерентного стану води. Всі вимірювання проводилися щодо контрольної, первинної фасованої води.

Вимірювалися наступні характеристики різних зразків природної питної води: кислотно-лужна рівновага (рН), питома електропровідність ( $\sigma$ ), окислювано-відновний потенціал (ОВП), концентрація розчинених домішок або солоність води (TDS в мг/л), спектри оптичного поглинання і діелектричної провідності. Всі вимірювання виконані при кімнатній температурі.

Виявилось, що когеренізована природна вода має ряд властивостей, відмінних від властивостей природної води і поводить себе незвичним чином.

Зупинимось стисло на властивостях когеренізованої природної води з лівою (L-) і правою (R-) орієнтаціями спінів. Найцікавішими змінами, що виявляються при когеренізації її води, є різке збільшення електропровідності і рН-активності. Виявляється також широка смуга дисперсії  $R_o/R_k$  в області 10 Гц, змінюється форма довгохвильового краю власної смуги поглинання, випадає осад.

Всі ці зміни свідчать про те, що при когеренізації водної системи з використанням чипів відбувається перебудова внутрішньої структури води і розділення її на L- і R- водні складові, які виявляються не симетричними за своїми властивостями, як свідчать результати проведених вимірювань. Різке збільшення провідності вказує, відповідно до [2], на подальше збільшення загальної когерентності обох

розділених фракцій і на виникнення *когерентності між доменами*. Випадання осаду, що спостерігалось при когеренізації, також означає, що відбулося додаткове доочищення водної системи внаслідок виникнення когерентності між доменами [2]. Слід також очікувати зменшення в'язкості в когерентних доменах і збільшення РН. Останнє також фіксується експериментальними вимірюваннями.

*Таким чином, когеренізована вода виявила властивості, подібні воді, що входить до складу живих організмів.*

Цікавими виявилися динамічні характеристики когеренізованих фракцій природної води і води, отриманої при злитті цих фракцій в рівних кількостях (L+R). На рис. 2 подані криві зміни електропровідності всіх типів водних зразків: (L+R) - □, R- ○ і контрольної води – Δ. Збільшення електропровідності водних систем обох поляризацій відбувалось впродовж 10 діб безперервної когеренізації та протягом 30 діб наступного спостереження. Таким чином, такі водні системи поведуться як диссипативні структури, що проявляють тенденцію до самосинхронізації.

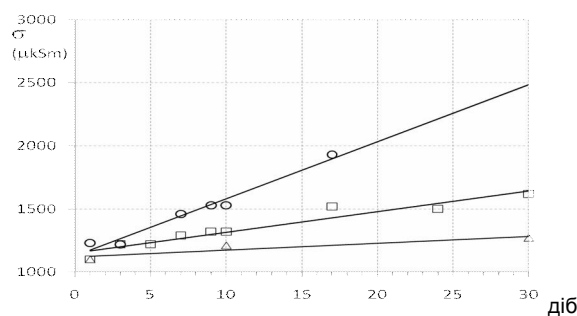


Рис. 2. Динаміка зміни електропровідності водних зразків L+R) - □, R- ○, і контрольної води – Δ

Своєрідно проявляються властивості (L+R)-системи. Протягом кількох діб на стадії зберігання її параметри стабілізуються, і вона переходить до стану, що ні чим не відрізняється від первинної контрольної води, і надалі проявляє відносну стійкість до дії зовнішніх

чинників. Таким чином, слід зробити висновок, що природна вода є двокомпонентною системою, що має в своєму складі компоненти обох фракцій, причому в переплутаному стані, тобто виявляється несепарабельною системою. Несепарабельність системи, як відомо, означає, що процеси в її структурах відбуваються синхронно (відсутні часові інтервали між ними) і будь-які зміни в якихось із них одночасно приводять до відповідних змін в інших її елементах і в результаті система в цілому проявляє властивості стабільності.

Те, що при когерензації вода різко змінює провідність, означає, що цей процес можна використовувати для управління процесами ультрафільтрації. Як і для води в живому організмі, в когеренізованій воді встановлюється когерентність серед когерентних доменів, а це означає, що в'язкість в такій воді знижується і, отже, *зменшується товщина приповерхового (зв'язаного) шару води і параметри дифузії*, які визначають, як буде показано далі, процеси мембранної фільтрації. Можлива також аналогія з пропусканням іонів цитоплазматичною мембраною клітини в живому організмі.

Таким чином, процесами мембранної фільтрації можна *управляти* через визначену зовнішню фізичну дію на водну систему. (Раніше вказувалося, що на товщину зв'язаного шару можна впливати і іншими способами: опромінюванням ІЧ-хвилями, введенням суспензій або розчинів деяких молекул, і т.д.).

### **3. Мембранна фільтрація води – технологічні особливості.**

Механізм селективної проникності зворотноосмотичних мембран [5], наприклад, стосовно водних розчинів електролітів можна пояснити за допомогою рис. 3.

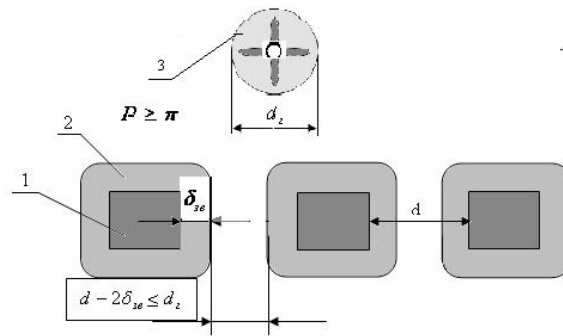


Рис. 3. Пояснення напівпроникності мембран

1 – мембрана; 2 – шар зв'язаної води; 3 – гідратований іон

На поверхні і в середині пор ліофільної (спорідненої до води) мембрани, зануреної у розчин електроліту, формується шар зв'язаної води, молекули якої приєднані до поверхневих молекул мембрани і не приймають участь у броунівському русі. Цей шар утворює окрему псевдофазу товщиною  $\delta_{36}$  зі своєю поверхнею поділу. Зв'язана звичайна вода за своїми властивостями відрізняється від води у вільному стані. Вона має коефіцієнти дифузії, що наближаються до значень у твердих тілах і втрачає розчинні властивості. Наявність шару зв'язаної води на поверхні пор мембрани є основною причиною селективності (вибірковості) мембрани, внаслідок непроникності (непрохідності) тих молекул, які не розчиняються у зв'язаній воді.

Якщо прохідний діаметр пор мембрани ( $d - 2\delta_{36}$ ), (де  $d$  - діаметр пор мембрани) менший за діаметр гідратованого іона  $d_2$ , або дорівнює йому  $d - 2\delta_{36} \leq d_2$ , то через такі пори буде проходити лише (або переважно) вода, та й то під тиском, що перевищує осмотичний  $P > \pi$ . Шар зв'язаної води (як і зв'язаний підшар біля твердої стінки у гідравліці) не має чітко вираженої межі, як це умовно показано на рис.3, і набуває властивостей води у вільному стані поступово через перехідну зону. Тому і при умові  $d - 2\delta_{36} = d_2$  гідратовані іони все ж не пропускаються мембраною.

Оскільки реальні мембрани мають пори різного розміру, в тому числі і такі, прохідні розміри яких можуть перевищувати  $d_2$ , а зв'язана вода, хоч і дуже мало, але все ж розчиняє солі, то селективність мембрани не досягає 100%.

Описаний механізм концентрування розчинів мембраною значною мірою справедливий і для процесу ультрафільтрації, яка (внаслідок розмитості межі поверхневого шару зв'язаної води) ефективно відбувається навіть тоді, коли розмір розчинених частинок у 2,0...2,5 рази менший від розміру пор мембрани. Надлишковий тиск у цьому випадку повинен бути меншим від осмотичного тиску  $P < \pi$ . Описану селективність називають позитивною.

Можливі ще два варіанти взаємодії мембрани з розчинником:

а) матеріал мембрани притягує розчинник (воду) і розчинену речовину з однаковою інтенсивністю, тобто ні вода, ні розчинена речовина на поверхні мембрани переважно не концентруються. У цьому випадку мембранне розділення не відбувається;

б) матеріал мембрани притягує розчинену речовину сильніше, ніж воду. При цьому мембрана пропускає переважно розчинені речовини і фільтрат (пермеат) збагачується розчиненою речовиною, тобто спостерігається негативна селективність.

**Основні результати і висновки.** Теоретично проаналізовані з позиції сучасних уявлень фізики води процеси, що приводять до появи приповерхового шару води і його характеристики залежно від характеру взаємодії між поверхнею матеріалу і водою, зв'язаною поверхнею. Показано, що на процеси ультрафільтрації можна впливати за рахунок зовнішньої дії на водне середовище. Одним з таких способів є когеренізація водної системи.

Показано, що когеренізована природна вода за своїми властивостями наближається до води в живих організмах. У той же час природна вода проявляє себе як квантова система, що має властивості

несепарабельності. При штучному порушенні природної несепарабельності (при розділенні на L- і R- орієнтовані системи, або при мембранній фільтрації) квантові властивості води (несепарабельність) не відновлюються внаслідок порушення біоенергетичної рівноваги двох природних структур. Цей висновок важливий особливо у зв'язку з використанням різних фільтрів для очищення води. За рахунок штучної сепарабельності води, порушення її природної рівноваги, вода набуває певного ступеня агресивності по відношенню до тих об'єктів з якими вона вступає у взаємодію. Завжди, після застосування мембранних фільтрів, при водопідготовці природної води до критерію питної, вода після фільтрації повинна відновлювати свій рівноважний, несепарабельний стан шляхом відстоювання її з природними мінералами. У ряді випадків вдається відновлювати квантові властивості природної води, або зменшити її агресивність як питної води.

## Література

1. Emilio Del Giudice, Paola Rosa Spinetti, and Alberto Tedeschi// *Water* 2010, 2, 566-586. [www.mdpi.com/journal/water](http://www.mdpi.com/journal/water).
2. Краснобрыжев В.Г., Курик М.В. Свойства когерентной воды.// *Квантовая Магия*, 2010, том 7, вып. 2, стр. 2161-2166.
3. Синицин Н.И., Петросян В.И., Елкин В.А. и др. Особая роль системы «миллиметровые волны – водная среда в природе».- *Биомедицинская радиоэлектроника*, 1999, №1, с.3-21.
4. Краснобрыжев В.Г. Спосіб та пристрій для створення когерентного матеріального середовища. Патентна заявка № а200803310 from 17-03-2008 в Українському інституті промислової власності від 13 03 2008 р. (УкрПатент).
5. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. - Теория и расчет. 1986. М., «Химия». 272с.

## **Довідка про авторів статті**

### **«Квантові характеристики води і процеси мембранної фільтрації»**

1. Курик Михайло Васильович, доктор фізико-математичних наук, професор, Український інститут екології людини, Інститут фізики НАН України, 03028, Проспект Науки, 46, тел. 525-15-89.
2. Марценюк Олександр Степанович, доктор технічних наук, професор, НУХТ, кафедра процесів і апаратів харчових виробництв, тел. 530-97-12, Київ 02232, Вул. Милославська 3, кв. 142.
3. Марценюк Людмила Степанівна, кандидат фізико-математичних наук, Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, просп. Оболонський 37, кв. 140, тел. 412-54-71.

Назва: Квантові характеристики води і процеси мембранної фільтрації

1. Автори

Курик Михайло Васильович

Курик Михаил Васильевич

Kurik Michail

Марценюк Олександр Степанович

Марценюк Александр Степанович

Martsenuyk Aleksander

Марценюк Людмила Степанівна

Марценюк Людмила Степановна

Martsenuyk Ludmila

2. Назва:

Квантові характеристики води і процеси мембранної фільтрації

Квантовые характеристики воды и процессы мембранной фильтрации

Quantum properties of water and processes membrane filtration

3. Ключові слова

Когерентна вода, когерентні домени, квантова електродинаміка, ультрафільтрація.

Когерентная вода, когерентные домены, квантовая электродинамика, ультрафильтрация.

Coherent water, coherent domains, quant electrodynamics, superfiltration.

4. Анотація

З позиції сучасних уявлень фізики води проаналізовані процеси, що відбуваються у воді і в приповерховому шарі води. Показано, що на процеси ультрафільтрації можна впливати за рахунок зовнішньої дії на водне середовище.

С позиции современных представлений физики воды проанализированы процессы, происходящие в воде и в приповерхностном слое воды. Показано, что на процессы ультрафильтрации можно влиять путем предварительного внешнего воздействия на водную среду.



Processes, which are going on in water and in the interfacial water are analyzed from position of modern presentations of water physics. It is shown that on superfiltration processes it is possible to influence due to the external affecting on water environment.

Факультет бродильних і цукрових виробництв

Кафедра процесів і апаратів харчових виробництв