

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

ХАЛАМІРЕНКО Ігор Вікторович

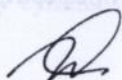
УДК 621.1

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ДЕЯКИХ ПРОЦЕСІВ
ТЕПЛО-МАСООБМІНУ ВІБРОАКУСТИЧНИМ
МЕТОДОМ

Спеціальність 05.14.04 -
промислова теплоенергетика

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Одеса - 1997



00751029 (O)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському державному політехнічному університеті, міністерство освіти України.

Науковий керівник - доктор фізико-математичних наук, професор
МАКАРОВ Володимир Костянтинович,
ОДПУ, професор кафедри ОТФ.

Офіційні опоненти:

1. Доктор технічних наук, професор ГОГУНСЬКИЙ Віктор Дмитрович, ОДПУ, завідувач кафедри ЕБВ.
2. Кандидат технічних наук, СИМОНЕНКО Юрій Михайлович, Одеська державна академія холоду, звідувач міжкафедральною лабораторією по криогенній техніці.

Провідна установа - Державне конструкторське бюро "ПІВДЕННЕ", міністерство машинобудування, військово-промислового комплексу і конверсії України, м. Дніпропетровськ.

Захист відбудеться "18" вересня 1997 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.06.02 в Одеському державному політехнічному університеті за адресою: 270044, Одеса, пр.Шевченка, 1.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеського державного політехнічного університету, Одеса, пр. Шевченка, 1.

Автореферат розісланий "12" серпня 1997р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Мазуренко А.С.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Процеси тепло-масообміну (ТМО) широко використовуються у сучасних технологіях і крім завдання створення розвинутої міжфазної поверхні, що характерно для деяких процесів масообміну, потребують посилення конвекції суцільних чи двофазних систем рідина-газ.

У ряді галузей техніки для переміщення чи перемішування середовища потрібне використання приладів, які не мають клапанів, тертьових та обертових частин. Крім того, відносна концентрація компонентів в суміші рідина-газ може змінюватись у широкому діапазоні, що накладає на використовувані методи додаткові умови. Відсутність ефективних засобів, які б у сукупності враховували ці обставини, визначає актуальність даної роботи.

У роботі запропонований і досліджений новий метод інтенсифікації таких процесів, в основі якого лежить вібропереміщення середовища при комбінованому використанні нелінійних інерційних ефектів та рухомої поверхні, що обмежує робочий об'єм.

Метою роботи являється створення методу вібропереміщення та перемішування середовища рідина-газ, що є некритичним до відносної концентрації компонентів і допускає конструктивні рішення без клапанів, тертьових та обертових частин, доведення ефективності методу при інтенсифікації деяких процесів ТМО до потреб космічної техніки і медицини.

Відповідно зазначеній меті були поставлені та вирішені наступні **завдання:**

- розробка математичної моделі віброакустичних приладів на основі системи рівнянь Лагранжа;
- математичне моделювання та оптимізація конструктивних параметрів і режимів роботи віброакустичних приладів при роботі у суцільних середовищах з різними фізичними властивостями (рідина, газ);
- розробка методу дестратифікації температурних полів в рідині;

- розробка засобу прискорення абсорбційних процесів у системі рідина-газ;
- побудова теоретичної моделі, що описує кінетику необоротної реакції першого порядку в системі рідина-газ;
- розробка методик та проведення експериментів по обґрунтуванню моделі на прикладі хемосорбції озону водою;
- розробка нового методу стерилізації виробів медичного призначення з вібропереміщенням та рециркуляцією системи рідина-озоновмісний газ;
- розробка дослідного зразку озонowego стерилізатора.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному:

- вперше запропонований метод вібродії на середовище, одночасно використовуючий нелінійні інерційні ефекти при взаємодії знакозмінного потоку з отвором у діафрагмі, а також рухомість поверхні, яка обмежує робочий об'єм;
- виконані модельні дослідження методу на основі рішення рівнянь Лагранжа;
- на основі експериментальних досліджень запропоновані різні засоби конструктивної реалізації метода, одержані дані по їх оптимальних характеристиках при роботі в газо-рідинних середовищах;
- на модельній установці зображено ефективність методу при дестратифікації температурних полів в рідині;
- розроблені основи озонowej стерилізації виробів медичного призначення, що дозволяють, використовуючи зазначений метод вібропереміщення середовища рідина-газ, підвишити ефективність використання і скоротити втрати озону в порівнянні з зарубіжними аналогами;
- побудовано кінетичну модель необоротної реакції першого порядку і здійснено її експериментальну перевірку на прикладі хемосорбції озону водою.

Практична значимість результатів роботи. Одержані результати дозволяють спростити конструкцію перемішуючих приладів чи насосів, відмовив-

шисть від використання клапанів, тертьових та обертових деталей. Відповідні прилади не критичні до відносної концентрації компонентів у середовищі рідина-газ, і досить добре працюють як у капельній рідині, так і в однородному газовому середовищі.

Можливо використання таких приладів для дестратифікації теплових полів в бакових системах космічних апаратів в умовах невагомості, де гравітаційна конвекція відсутня, а газ наддуву в рідкому паливі є середовищем з випадковими неоднорідностями практично довільного спектру розмірів. Ця проблема в перспективі особливо важлива для орбітальних паливосховищ при вирішуванні завдань міжпланетної астронавтики.

Впровадження методу дозволяє вирішити проблему ефективного та економічного використання озону в медичних стерилізаторах. Метод озонної стерилізації забезпечує при кімнатній температурі "щадячий" режим стерилізації і дозволяє значно розширити номенклатуру виробів медичного призначення, які можна стерилізувати. Технологія озонної стерилізації і пробний зразок такого стерилізатора розроблени в рамках національної програми по профілактиці захворювання на СНІД в Україні.

Достовірність результатів, висновків та практичних рекомендацій досягається чітким формулюванням мети і завдань дослідження, математичним моделюванням досліджених приладів та процесів на базі ПЕОМ, старанною відробкою методик експериментальних досліджень та обробки експериментальних даних, узгодженням даних теоретичних та експериментальних досліджень, технічним втіленням результатів роботи.

На захист виносяться:

- вібраційний метод переміщення та перемішування газорідинних середовищ, який характеризується підвищеною ефективністю при одночасному використанні нелінійної інерційності і рухомої поверхні, що обмежує робочий об'єм;

ІНБ Іт. В. Стефаніка

а/и

- конструкції віброприладів для інтенсифікації процесів ТМО без клапанів, тертьових та обертових деталей, які не критичні до відносної концентрації компонентів в системі рідина-газ;

- засіб температурної дестратифікації рідкого середовища стосовно до умов невагомості;

- рециркуляція системи рідина-озоновмісний газ з допомогою зазначеного вібраційного методу як фактор, що дозволяє підвищити ефективність використання озону при стерилізації виробів медичного призначення.

Апробація роботи та публікації. Основні положення дисертації доповідались та обговорювались на:

- Всесоюзному симпозиумі "Акустическая кавитация и проблемы интенсификации технологических процессов", (Одеса, вересень 1989 р.);

- Республіканській науковій конференції "Розробка нових технологій та науково-обґрунтованої системи стерилізації, нових засобів та методів дезинфекції", (Київ, лютий 1993 р.).

По темі дисертації є 8 наукових публікацій, з яких 1 авторське свідоцтво, 1 робота у вигляді тез доповіді на Всесоюзному симпозиумі.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, заключення, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг складає 124 стор., у тому числі 98 стор. машинописного тексту, має 31 малюнок, 4 таблиці. Список літератури включає 88 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

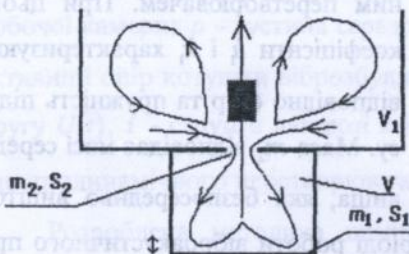
У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи. Сформульовано мету та завдання, викладені основні теоретичні і експериментальні результати, що мають бути винесені на захист, позначена їх наукова новизна та науково-практична цінність.

В першому розділі роботи на основі аналізу джерел охарактеризовано стан робіт в області вібропереміщення рідких та газоподібних середовищ.

Сформульовано специфічні вимоги до методів та приладів інтенсифікації ТМО в космічній техніці та медицині.

Поставлені завдання досліджень, вирішення яких дозволило б задовільнити вказані вимоги на основі розробки нового методу вібропереміщення середовища.

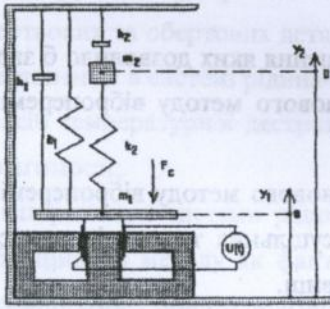
Другий розділ присвячений розробці нового методу вібропереміщення суцільних та двофазних середовищ.



Мал.1. Спрощена схема віброприладу

Замкнений об'єм V через отвір з поверхнею перерізу S_2 з'єднується з зовнішнім об'ємом V_1 , де необхідно утворити конвекцію чи транспортування середовища, при цьому частина площиною S_1 ($S_2 < S_1$), обмежуюча об'єм V , є рухомою. При виштовхуванні середовища з об'єму V його швидкість є максимальною у центрі перерізу S_2 , а при певних співвідношеннях між величинами V , S_1 , S_2 , а також частотою і амплітудою коливань поверхні S_1 , деякий елемент об'єму V (мал. 1, заштрихована область) продовжує рух по інерції всередині об'єму V_1 , що при повторенні циклів призводить до створення пульсуючого спрямованого потоку. У свою чергу, завдяки нелінійній взаємодії середовища з отвором на стадії всмоктування зворотний потік спостерігається переважно по краях отвору. При цьому середнє поле швидкостей в обох об'ємах набуває вигляду, показаного на мал.1.

Описана система є системою з розподіленими параметрами, і її теоретичний опис представляє значні труднощі. В зв'язку з цим для приблизного



Мал. 2. Умовно-еквівалентна електромеханічна схема віброприладу.

хується з отвору у позитивному напівперіоді роботи віброакустичного приладу (чи всмоктується - в негативному), зазначається циліндричним об'ємом з перерізом S_2 та висотою y_{2cp} (де y_{2cp} - середнє зміщення за напівперіод). Гідравлічний опір отвору, з врахуванням турбулентної в'язкості середовища, зазначає коефіцієнт h_2 , а коефіцієнт k_2 відображає пружній зв'язок обох мас через об'єм V .

Про максимальну швидкість пульсуючого спрямованого потоку, тобто і про інші характеристики вібропереміщення можна судити по амплітудному значенню швидкості маси m_2 , що, в свою чергу, потребує складання та вирішення рівнянь руху для еквівалентної схеми.

В підрозділі 2.2. запропоновано спрощену схему з трьома ступенями свободи, що дозволяє побудувати теоретичну модель реальної системи. Дослідження останньої зведено до складання та вирішення системи диференціальних рівнянь Лагранжа. В результаті одержано систему чотирьох нелінійних рівнянь з невідомими y_1 , y_2 , i , m_2 :

$$m_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + (k_1 + \frac{S_1^2}{\beta V}) y_1 + 2F_{cm} - \frac{S_1 S_2}{\beta V} y_2 + h_1 \frac{dy_1}{dt} + 0.104 \pi \rho S_1 \left| \frac{dy_2}{dt} \frac{dy_2}{dt} \right| = \mu i;$$

$$m_2 \frac{d^2 y_2}{dt^2} + \frac{S_2^2}{\beta V} y_2 - \frac{S_1 S_2}{\beta V} y_1 + 0.104 \pi \rho S_2 \left| \frac{dy_2}{dt} \frac{dy_2}{dt} \right| = 0; \quad (1)$$

аналізу використовували електро-механічну схему з трьома ступенями свободи (мал. 2). Тут маса m_1 , що відповідає поверхні площею S_1 , приведена в рух електродинамічним перетворювачем. При цьому коефіцієнти h_1 і k_1 характеризують відповідно опір та пружність підвісу. Маса m_2 відповідає масі середовища, яка безпосередньо виштовхується з отвору у позитивному напівперіоді роботи віброакустичного приладу (чи всмоктується - в негативному), зазначається циліндричним об'ємом з перерізом S_2 та висотою y_{2cp} (де y_{2cp} - середнє зміщення за напівперіод). Гідравлічний опір отвору, з врахуванням турбулентної в'язкості середовища, зазначає коефіцієнт h_2 , а коефіцієнт k_2 відображає пружній зв'язок обох мас через об'єм V .

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + r i + \mu \frac{dy_1}{dt} = U(t);$$

$$m_2 = \rho S_2 y_{2cp},$$

та початковими умовами $y_1 = y_2 = 0$, $dy_1/dt = dy_2/dt = 0$, $i = 0$ при $t = 0$. Тут: y_1 та y_2 - зміщення мас m_1 і m_2 відповідно; β - еквівалентний коефіцієнт стисливості, який враховує як стисливість середовища, так і стисливість стінок робочої камери; ρ - густина середовища; L і r - відповідно індуктивність та активний опір котушки вібробудника, до зажимів якої підведено змінну напругу $U(t)$, i - струм в ланцюзі котушки; μ - електромеханічний коефіцієнт електродинамічного перетворювача; F_{cm} - сила статичного тиску.

Розроблена методика вимірювання деяких характеристик приладу (зокрема, пружності та еквівалентної стисливості деяких елементів), необхідних для складання і розв'язання згаданої системи рівнянь.

Проведено чисельне рішення на ПЕОМ одержаної системи рівнянь.

Третій розділ присвячений дослідженню характеристик віброакустичних приладів як на основі математичного моделювання їх роботи у реальному масштабі часу, так і експерименту.

В підрозділі 3.1. описані конструктивні реалізації віброакустичних приладів, виготовлених на базі електродинамічного перетворювача з використанням його поршня як рухомої стінки робочої камери, чи при виконанні останньої на базі металевого сільфону. Описані експериментальні установки, призначені для вивчення характеристик віброприладів на суцільних та двохфазних середовищах.

В підрозділі 3.2. проведено математичне моделювання роботи віброакустичних приладів в повітрі і воді, що дозволило зробити висновки про оптимальні режими їх роботи при використанні суцільних середовищ істотно різної густини, одержати рекомендації по деяких конструктивних параметрах приладів, що реалізують метод. Проведено порівняння результатів моделювання з даними експериментальних досліджень. Встановлена адекватність теоретичної моделі, запропонованої у підрозділі 2.2, при описі роботи приладів

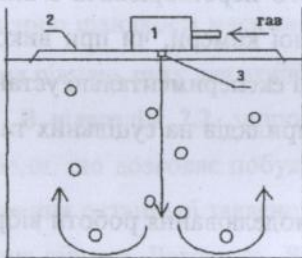
на різних режимах в середовищах з істотно різними властивостями (вода і повітря). Встановлено, що згадана теоретична модель дозволяє з задовільною точністю розраховувати швидкість спрямованого потоку, витрату, електрогідралічний ККД та амплітудно-частотні характеристики віброприладу при заданих фізичних властивостях суцільного середовища. Виконана візуалізація та фотографування течій, що виникають у гліцерині з пухирцями повітря при роботі віброприладу. Експериментально доведена низька критичність віброприладів до відносної концентрації компонентів в системі рідина-газ.

В підрозділі 3.3. шляхом математичного моделювання роботі віброприладу стосовно до рідкого водню визначені оптимальні параметри віброприладу з точки зору швидкості потоку рідини, витрати, ККД.

Четвертий розділ присвячений дослідженню інтенсифікації деяких процесів ТМО розробленим віброакустичним методом.

В підрозділі 4.1. описано прилад та автоматизовану установку для експериментальних досліджень роботи приладів на базі запропонованого віброметоду по інтенсифікації з їх допомогою процесу дестратифікації температурних полів в модельній рідині (стосовно до умов невагомості). Наведені результати експериментальних досліджень.

В підрозділі 4.2. висувається та обґрунтовується концепція інтенсифікації абсорбційних процесів в системі рідина-газ на основі віброрезіркуляції газу в рідині при відповідному зростанні часу корисного контакту кожної порції газу, що абсорбується рідиною. Сущність пропонуємого способу проілюстровано на мал. 3. Вібронасос 1, в робочу камеру якого безперервно подається газ, патрубком 3 звернений до рідини вертикально вниз, при цьому під неглибокою перевернутою тарілкою 2 збирається газ з впливаючих пухирців. На етапі всмо-



Мал. 3. Сущність способу інтенсифікації абсорбційних процесів в системі рідина-газ

тування газу з впливаючих пухирців. На етапі всмо-

ктування в камеру насоса крім газу від зовнішнього джерела поступає ще газ з-під тарілки 2 і рідина з реакційної ємності. В камері насосу відбувається їх інтенсивне перемішування, після чого газорідинна суміш на етапі нагнітання впорскується в рідину, при цьому пухирці, пронизуючі весь оброблюваний об'єм в режимі активної конвекції, потім знов впливають під тарілку 2. З-під тарілки газ витискується у вільний простір над поверхнею рідини з об'ємною витратою Q_V , яка дорівнює витраті на вході в насос, якщо різниця тисків на вході та виході є невелика в порівнянні з тиском в реакційній ємності. Очевидно, сумарний об'єм газу $V_{зж}$, безпосередньо контактуючий з рідиною (в том числі, в складі пухирців) визначається об'ємами камери 1 і тарілки 2, а також сталим режимом роботи вібронасосу, і не залежить від витрати Q_V . Таким чином, характерний середній час перебування кожного елементарного об'єму газу в рідині $\tau_0 = V_{зж}/Q_V$ можна зробити скільки завгодно великим завдяки зменшенню величини Q_V , що ніяк не відбивається на об'ємі $V_{зж}$, тобто, міжфазній поверхні. Отже, запропонований варіант рециркуляції газу дозволяє виконувати барботаж газу з практично будь-яким завданням часом перебування τ_0 в режимі активного перемішування системи рідина-газ.

В підрозділі 4.3. запропонована теоретична модель, що описує кінетику необоротної реакції першого порядку в системі рідина-газ, на основі якої розроблені методика апроксимації експериментальних даних одержання констант швидкості реакції і характеристик ефективності процесу абсорбції при вимірюванні концентрації реагуючого компонента тільки в газовій фазі.

Одержаний вираз, що описує зміну концентрації активного компонента газу, яка вимірюється на виході з системи. Цей вираз дає змогу вилічити константу швидкості реакції $\lambda_{ж}$ в рідині:

$$C(t) = \frac{C_0 k_{ж} Q_V}{V_2 \alpha_{ж} \alpha_2} \left[1 - \frac{\alpha_2}{\alpha_2 - \alpha_{ж}} \exp(-(\alpha_{ж} t)) + \frac{\alpha_{ж}}{\alpha_2 - \alpha_{ж}} \exp(-(\alpha_2 t)) \right]. \quad (2)$$

Тут: C_0 - масова концентрація активного компонента на вході в об'єм реакційної камери; V_2 - об'єм, заповнений газом всередині камери; $k_{ж}$ - від-

носна витрата газу через рідину (при наявності рециркуляції);
 $\alpha_{жс} = \lambda_{жс} + k_{жс}$; $\alpha_2 = \lambda_2 + k_2$, λ_2 і $\lambda_{жс}$ - константи швидкості реакції активного компонента в газі і рідині відповідно; k_2 - відносна витрата газу-носія.

Інтегральна ефективність використання активного компонента в рідині за час обробки τ :

$$\eta_{жсн} = \frac{\lambda_{жс}}{\tau(\lambda_{жс} + k_{жс})} \left(\tau + \frac{1}{\lambda_{жс} + k_{жс}} [\exp(-(\lambda_{жс} + k_{жс})\tau) - 1] \right). \quad (3)$$

Величина $\eta_{жсн} < 1$, показує, яка частина всього активного компонента, що надійшов в реакційний об'єм за час τ , вступила в реакцію.

Важливою характеристикою інтенсивності процесу є загальна концентрація активного компонента, що вступив в реакцію за час τ , вилічена на одиницю об'єму рідини:

$$\Delta_{жс} = \frac{Q\lambda_{жс}C_0}{V(\lambda_{жс} + Q_V/V_{гжс})} \left(\tau + \frac{1}{\lambda_{жс} + Q_V/V_{гжс}} [\exp(-(\lambda_{жс} + Q_V/V_{гжс})\tau) - 1] \right). \quad (4)$$

Ці вирази дають змогу при проведенні експериментальних досліджень одержати об'єктивні характеристики різних технологій чи режимів озонової стерилізації, виконувати розшук оптимальних параметрів конструкції, фізико-хімічних умов здійснення процесу тощо.

В підрозділі 4.4. експериментально встановлено адекватність теоретичної моделі, яка описана в підрозділі 4.3., на конкретному прикладі хемосорбції озону водою, яку використовують при холодній стерилізації виробів медичного призначення. В результаті апроксимації експериментальних даних (що виконано за допомогою системи MathCAD), визначені величини констант швидкості реакції $\lambda_{жс}$ і λ_2 , час корисного контакту $\tau_0 = 1/k_{жс}$. За допомогою виразів (3) і (4) визначені інтегральна ефективність $\eta_{жсн}$ і повна концентрація озону $\Delta_{жс}$, що вступив в реакцію в рідкій фазі. Доведено, що рециркуляція озоновмісного газу, що виконується на базі віброакустичної дії, дозволяє більш чим вдвоє інтенсифікувати процес абсорбції в порівнянні з барбо-

тажем, що використовується в діючих системах озонної стерилізації медичних виробів, а при одночасному використанні ультразвуку - втрое.

П'ятий розділ присвячений опису принципу дії та конструкції дослідного зразку озонного стерилізатора виробів медичного призначення з вібропереміщенням і рециркуляцією системи рідина-газ.

В підрозділі 5.1. описаний принцип дії озонного стерилізатора виробів медичного призначення, розробленого на основі результатів, одержаних в підрозділах 4.2. та 4.4. Наведений опис запропонованої технології озонної стерилізації медичного інструментарію. Визначені основні напрями можливості реалізації однорідної кавітаційної зони в робочій камері стерилізатора, а також додаткового використання стерилізатора як медичного промивальника.

В підрозділі 5.2. наведені основні конструктивні і технічні характеристики і параметри спробного зразку медичного стерилізатора.

В заключенні сформульовано основні висновки і результати, що одержані в дисертації.

ВИСНОВКИ

1. Запропонований та обґрунтований віброакустичний метод транспортування чи перемішування суцільних та двофазних середовищ, що використовує у сукупності два механізми вібропереміщення середовища: нелінійні інерційні ефекти та рухомість поверхні, що обмежує об'єм, у якій вміщене середовище. Запропонований метод дозволяє конструктивну реалізацію без клапанів, тертьових та обертових деталей.

2. На основі рівнянь Лагранжа другого роду одержано систему нелінійних диференціальних рівнянь, що описує роботу віброакустичного приладу. Розроблена методика вимірювання деяких характеристик приладу (наприклад, пружності та еквівалентної стисливості окремих елементів), необхідних для складання зазначеної системи рівнянь. На основі чисельного

рішення одержаної системи рівнянь для реальних конструктивних параметрів віброприладів виконане математичне моделювання і оптимізація на ПЕОМ їх роботи в газовому та рідкому середовищах.

3. Розроблені конструкції віброакустичних приладів та експериментальні установки для дослідження їх характеристик в повітрі, воді та двофазному середовищі рідина-газ. Виконані експериментальні дослідження по встановленню оптимальних режимів роботи віброакустичних приладів. Експериментально доведено малу критичність віброприладу до відносної концентрації компонентів в системі рідина-газ.

4. На основі порівняння теоретичних та експериментальних даних доведена адекватність запропонованої теоретичної моделі для середовищ з досить різними властивостями (вода, повітря) при різних режимах роботи віброприладу.

5. Встановлено, що згадана теоретична модель дає змогу з задовільною точністю розраховувати швидкість спрямованого потоку, витрату, електрогідралічний ККД та амплітудно-частотні характеристики віброприладу при завданих фізичних властивостях суцільного середовища.

6. Виконано моделювання та оптимізація параметрів віброприладу стосовно до роботи в рідкому водню.

7. Розроблено експериментальну установку для вивчення дестратифікації температурних полів в рідині віброакустичним методом. Експериментально доведено перспективність цього методу при вирішенні питань бездренажного зберігання низькокиплячих палив в умовах слабкої гравітації.

8. Висунуто концепцію інтенсифікації абсорбційних процесів, засновану на вібропереміщенні та рециркуляції газу в рідині при відповідному зростанні часу корисного контакту кожної порції абсорбуємого газу з рідким середовищем.

9. Побудовано теоретичну модель, що дає змогу описувати кінетику необоротної реакції першого порядку в системі рідина-газ, на основі якої розроблені методики аппроксимації експериментальних даних, позначення

констант реакції і характеристик ефективності процесу абсорбції при вимірюванні концентрації реагуючого компонента тільки в газовій фазі. Експериментально доведено адекватність теоретичної моделі на прикладі системи вода-озоновмісний газ.

10. Встановлено, що рециркуляція озоновмісного газу, що здійснюється на основі віброакустичного методу, дає змогу більш ніж вдвоє інтенсифікувати процес абсорбції в порівнянні із звичайним барботажем, а при одночасному використанні імпульсного ультразвуку - втрьох.

11. На основі використання нової рециркуляційної технології, що реалізується з допомогою вібропереміщення системи вода-озоновмісний газ, розроблено та виготовлено дослідний зразок озонного стерилізатора виробів медичного призначення, який у два-три рази ефективніший зарубіжних аналогів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Халамиренко И.В. Экспериментальные исследования акустического насоса// Акустика и ультразвуковая техника.- Киев: Техніка, 1991. Вып. 26.- С. 10-12.
2. Макаров В.К., Халамиренко И.В. Виброакустический метод перемешивания и транспортировки сред// Акустика и ультразвуковая техника. - Киев: Техніка, 1993. Вып. 29.- С. 16-18.
3. Минкова С.Е., Трофимов В.А., Халамиренко И.В. Моделирование пенообразующих свойств жидкости в акустическом поле// Акустика и ультразвуковая техника. - Киев: Техніка, 1989.- Вып. 24.- С. 40-42.
4. Однородная кавитационная область/ Макаров В.К., Макарова Т.В., Супрун С.Г., Халамиренко И.В.// Акустика и ультразвуковая техника. Киев: Техніка, 1992.- Вып. 27. - С. 11-14.
5. Халамиренко И.В. Концепция ускорения абсорбционных процессов и кинетическая модель реакции первого порядка// Вісник соціально-економічних досліджень. - Одеса: ОЦНТЕІ, 1997.- Випуск 1.- С. 208-212.

6. Халамиренко И.В. Влияние псевдокавитационных явлений на характеристики акустического насоса. В кн.: Всесоюзн. Симп. "Акустическая кавитация и проблемы интенсификации технологических процессов". Тезисы докл, Одесса, сентябрь 1989.- С. 109 .
7. Авт. свид. СССР № 301968. Жуков Б.П., Климова Л.В., Ковальчук А.Н., Макаров В.К., Осипов В.И., Халамиренко И.В. 1989.
8. Применение теории подобия и моделирования к жидкостям, совершающим акустические колебания/ Макаров В.К., Минкова С.Е., Трофимов В.А., Плоская Р.С., Халамиренко И.В. - Деп в УкрНИИНТИ 24.08.88, № 535-Ук88, 14 с.

Халамиренко І.В. Інтенсифікація деяких процесів тепло-масообміну віброакустичним методом.- Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.04 - промислова теплоенергетика.- Одеський державний політехнічний університет, Одеса, 1997.

В дисертації представлений метод вібровпливу на суцільні та двофазні середовища, одночасно використовуючий нелінійну інерційність і рухомість поверхні, обмежуючої робочий об'єм, проведено його математичне моделювання і оптимізація конструктивних параметрів віброакустичних приладів при роботі в суцільних середовищах, проведена експериментальна перевірка метода. На цій основі розроблений спосіб прискорення абсорбційних процесів в системі рідина - газ, побудована теоретична модель, яка описує кінетику необоротної реакції першого порядку в системі рідина - газ. Модель експериментально обґрунтована на прикладі хемосорбції озону водою. Розроблений новий метод та дослідний зразок озонного стерилізатора виробів медичного призначення.

Ключові слова: вібропереміщення, віброперемішування, віброприлад, моделювання, рідина, газонасичення, стерилізація.

Халамиренко И.В. Интенсификация некоторых процессов тепло-массообмена виброакустическим методом. Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 - промышленная теплоэнергетика.- Одесский государственный политехнический университет, Одесса, 1997.

В диссертации представлен метод вибровоздействия на сплошные и двухфазные среды, одновременно использующий нелинейную инерционность и подвижность поверхности, ограничивающий рабочий объём, проведено его математическое моделирование и оптимизация конструктивных параметров виброакустических устройств при работе в сплошных средах, проведена экспериментальная проверка метода. На этой основе разработан способ ускорения абсорбционных процессов в системе жидкость-газ, построена теоретическая модель, описывающая кинетику необратимой реакции первого порядка в системе жидкость-газ. Модель экспериментально обоснована на примере хамсорбции озона водой. Разработан новый метод и опытный образец озонowego стерилизатора изделий медицинского назначения.

Ключевые слова: виброперемещение, виброперемешивание, виброустройство, моделирование, жидкость, газонасыщение, стерилизация.

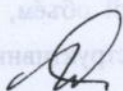
Khalamirenko I.V. Intensification of the some heat-mass exchange processes by the vibroacoustical method.- Manuskript.

Thesis for a ph. doctor's degree by speciality 05.14.04 - industrial thermal energetics.- Odessa state politechnical university, Odessa, 1997.

The dissertation is represents a method of vibrational influence on continuous and two-phased media, that uses both the non-linear inertness and the mobility of the surface, hemming a working volume. Its mathematical modeling, constructional parameters of vibroacoustic devices optimization for work in continuous media, and its experimental testing have been made. On this basis the

acceleration technique of absorption processes in a liquid-gas system has been developed, and the theoretical model, describing kinetics of the irreversible reaction of the first order in the liquid-gas system has been created. The model has got its confirmation in the hemosorption of ozone by water experiment. A new method of ozone sterilization and an experimental sample of the ozone sterilizer have been developed.

Key words: vibrohauling, vibrointerfusion, vibroapparatus, modelling, liquid, impregnate with gas, sterilization.



Підп. до друку 01.08.97р.
Папір типогр.

Формат 60x84 1/16
Тираж 100

Офсетний друк
Замовлення 97

Виробничо-поліграфічний відділ ОЦНТЕІ
Україна, 270026, м.Одеса, вул. Рішельєвська, 28.

433403

Ar 38.353

AB 38.353

...technique of absorp...
developed, and the theoretical...
reaction of the first order in the...
got its confirmation in the...
method of ozone...
have been developed.

Key words: vibrohauling, vibrointroduction, vibroagitation, washing, liquid, impregnate with gas, sterilization.

R

Офисная печать
Экземпляр 97

Фоплат 00x84 1\16
Тираж 100

Листы до 07.08.97
Листы 100

Всего страниц 100
Всего листов 100