



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 89413

(13) C2

(51) МПК (2009)

B01D 1/26

C02F 1/02

F24J 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ОПРІСНЮВАННЯ ВОДИ ТА ВОДНИХ РОЗЧИНІВ З ВИРОБЛЕННЯМ НАДЛИШКОВОЇ ЕНЕРГІЇ Й УСТАНОВКА ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) а200800926

(22) 25.01.2008

(24) 25.01.2010

(46) 25.01.2010, Бюл.№ 2, 2010 р.

(72) ФЕДОТКІН ІГОР МИХАЙЛОВИЧ, ФЕДОТКІНА-ГІНСГЕЙМЕР НІЛА ГЕОРГІЇВНА

(73) ФЕДОТКІН ІГОР МИХАЙЛОВИЧ

(56) SU 1111778 A; 07.04.1984

SU 946573; 30.07.1982

DE 3324876 A1; 17.01.1985

SU 952745; 23.08.1982

UA 13941 A; 25.04.1997

(57) 1. Спосіб опріснення солоної води, який включає обробку солоної води з почерговою зміною процесів кавітаційного випаровування та конденсації пари каверн, який **відрізняється** тим, що в ньому виконують послідовно по ходу потоку такі операції: створюють гідралічний напір солоної води, енергія для створення цього напору генерується насосом, який приводиться в рух ротаційним генератором обертового руху з реактивними соплами, здійснюють почергово операції кавітаційного випаровування і конденсації пари каверн, при цьому для кавітаційного випаровування здійснюють процес обтікання потоком кавітатора у вигляді конічного тіла, за яким утворюється суперкаверна, з якої утворена пара направляється в трубчатий конденсатор, де відбувається її конденсація в міжтрубному об'ємі, причому для охолодження трубок конденсаторів використовують потік солоної води, з якої перед конденсацією отримували пару каверни, при цьому перед входом в перший по ходу потоку кавітаційний випарувач здійснюють операцію нагріву солоної води в конвективних теплообмінниках, які обігріваються конденсатом пари каверн, що надходить з конденсаторів, а для підвищення ефективності конденсації пари каверн застосовують процес вакуумування конденсаторів пари, який здійснюють за допомогою ежектора, а для підвищення ефективності вироблення обертальної енергії здійснюють операцію вакуумування внутрішнього об'єму резервуара генератора обертової енергії.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для підвищення чистоти та якості дистилату на паро-

2

відвідних шляхах відбіраної з каверн пари здійснюють процес відцентрової сепарації виносу крапель солоної води з паровим потоком, при якому відцентровими силами відділяються краплі солоної води і відводяться, а очищена від них пара надходить на конденсацію.

3. Спосіб за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що для підвищення інтенсивності пароутворення в кавернах і збільшення об'ємів отриманої пари й дистилату здійснюють вакуумування паровідвідного тракту.

4. Спосіб за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що для компенсування витрат тиску від гідралічного опору в тракці солоної води здійснюють гідралічні пульсації потоку та створення термоградієнтної течії потоку з генерацією додаткових інерційних напорів і напорів від розширення рідини шляхом чергування зон схлопування кавітаційних пухирців, які нагрівають рідину, з зонами випарювання, де потік охолоджується.

5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що потік солоної води оброблюють електростатичним полем з напругою не менше 10 кВ, у якому оболонки кавітаційних пухирців заряджаються, і в зонах схлопування колапс кавітаційних пухирців супроводжується електричним пробоем з генерацією ефекту електрогідроудару Юткіна, який викликає додатковий нагрів рідини.

6. Установа для опріснення води та водних розчинів, що містить послідовно розміщені горизонтальні камери кавітаційного випарювання, кількість яких становить менше 24, сполучені з ними за допомогою дифузорів конденсатори пари каверн, підключені за допомогою паровідвідних труб до камер випарювання, при цьому в камерах випарювання встановлено по осі кавітатори, до яких приєднано паровідвідні труби, сполучені з конденсаторами, яка **відрізняється** тим, що містить насос подачі солоної води, який сполучено з каскадом теплообмінників, міжтрубний об'єм яких з'єднано з конденсаторами пари каверн для подачі конденсату, каскад теплообмінників сполучено з входом опріснювача солоної води, який містить в собі камери випарювання, які чергуються з конденсаторами пари каверн, і перед конденсаторами пари

(13) C2

(11) 89413

(19) UA

каверн розміщено камери схлопування з кавітаторами-електродами, на вході до опріснювача встановлено кавітатор з центральною трубкою з розтрубом, спрямованим уздовж потоку солоної води, центральну трубку вказаного кавітатора заглушено у вершині конуса кавітатора, а на його бічну поверхню з центральної трубки виведено радіальні канали кавітатора, кожний кавітатор камери кавітаційного випарювання з'єднано паровідвідним трубопроводом з конденсатором через один ступінь, а кожний конденсатор з'єднано з відповідним теплообмінником, вихід опріснювача сполучено з теплообмінником-бойлером мережі опалення, а теплообмінник-бойлер з'єднано з ультразвуковим фільтром безперервної дії, який підключено на вхід генератора обертального руху, який з'єднано з насосом, а його вихід сполучено з барометричною трубою, зануреною в барометричний ящик з вільним зливом концентрованої солоної води, теплообмінники з'єднані зі збірником дистилату, причому збірник дистилату та внутрішні об'єми конденсаторів пари каверн сполучено з камерою змішування ежектора, з якою також сполучено внутрішній об'єм генератора обертального руху, сопло ежектора сполучено нагнітальним трубопроводом насоса солоної води, а вихід ежектора з'єднано з виходом солоної води з опріснювача.

7. Установка за п. 6, яка **відрізняється** тим, що до камер схлопування приєднано мультипульсатори,

а камери схлопування з'єднано з одного боку із камерою випарювання, а з другого боку - з конденсатором пари каверн, всередині трубок конденсаторів встановлено кавітатори, сполучені з одного боку з внутрішнім об'ємом конденсатора, а з другого - з центральною паровідвідною трубкою кавітатора.

8. Установка за п. 6 або 7, яка **відрізняється** тим, що вал ротора генератора обертального руху з'єднано муфтою з валом насоса солоної води, а вал насоса - з валом електромотора, в кінці роторі генератора обертального руху виконано гвинтові лопаті зі змінним кутом нахилу до горизонтальної площини, на периферії циліндричної камери генератора встановлено сопла, загнуті проти напрямку обертання ротора і розміщені всередині зубчатого вінця статора з радіальним зазором понад 1 мм, зубці статора спрофільовано так, що спрямована назустріч кожному соплу ротора поверхня перпендикулярна до осьової лінії сопла, а протилежна поверхня зубців статора спрямована вздовж осьової лінії сопла.

9. Установка за будь-яким з пп. 6-8, яка **відрізняється** тим, що в камерах схлопування встановлено кавітатори-електроди з електрично ізолюваною поверхнею, виконані з можливістю подачі потенціалу понад 10 кВ, а бічні стінки камер заземлено, кількість встановлених електродів-кавітаторів відповідає кількості камер схлопування.

Винахід належить до термічних способів очистки, незараження й опріснення води методом дистиляції з застосуванням багатовступеневого кавітаційного випарювання, яке чергується з конденсацією, та до установок, що його здійснюють, і може бути використаний для очистки промислових стічних вод із забрудненнями будь-якого складу та властивостей, для обеззараження, для опріснення солоних вод і морської води, що особливо важливо для всіх розвинених країн Заходу та Сходу, розміщених на узбережжях морів й океанів, у районах, які страждають через дефіцит прісної води для промисловості та недостатчі питної води для людей.

В заявляємий спосіб опріснення та в установку для його здійснення закладено новітню провідну ідею забезпечення зростання ефективності процесу за рахунок суттєвого зниження енерговитрат, доведення енерговитрат до їх повної компенсації та навіть до вироблення енергії понад затрачену при одночасному проведенні процесу опріснення.

При цьому реалізацію цієї ідеї пропонується здійснити шляхом поєднання процесу вироблення надлишкової енергії при гідродинамічній кавітації з процесом кавітаційного опріснення.

Таке поєднання цілком реальне й економічно вигідне, оскільки в основу обох процесів покладено гідродинамічну кавітацію, і цим створена можливість використання спільних для обох процесів - опріснення та вироблення енергії - енергозатратних і енергогенеруючих агрегатів (насосів, кавітаторів, пароводяних і гідротурбін тощо).

В сучасній літературі та в мережі Інтернет висвітлюється численна інформація про способи використання кавітації для одержання надлишкової енергії та про кавітаційні теплогенератори з надлишковим енергобалансом [35-60].

Фомінським Л.П. з Інтернету й інших джерел зібрано багато різноманітних конструкцій кавітаційних теплогенераторів, названих ним «сверхединичные» [46, 47].

Костигінін В.А., Маслюком Є.В., Столяренко Г.С. [53], Нагієвим [54], Потаповим Ю.С., Фомінським Л.П. [46, 47, 48, 49, 50, 51], Дудишєвим В.Д. [56, 58], Федоткіним І.М. [35, 36, 38, 39, 40, 42, 44, 45] розроблено різні концепції механізмів утворення надлишкового енергобалансу. В роботі [53] вважають, що надлишкова енергія при кавітації створюється за рахунок електромагнітних полів Землі, сил Коріоліса, впливу притягання Місяця. В роботах [46, 47, 54, 56, 58] та інших вважають, що кавітацією породжується холодний ядерний синтез, проте ніяких розрахунків, які б обґрунтовували його виникнення, та долі його вкладу, та визначення кількості виробленої енергії не дається. Основою для гіпотези про холодний ядерний синтез були експериментально зафіксовані багатьма дослідниками β - і γ -випромінювання, що виникають при кавітації [46, 47, 74, 75, 76].

Федоткіним І.М. розроблено теорію робочих процесів у кавітаційних теплогенераторах надлишкової енергії, яка дозволяє провадити інженерні розрахунки цих процесів, виявити конкретні джерела надлишкової енергії, як від дії кавітації, так і від накладених фізичних ефектів для її підсилен-

ня, розкривати механізми їх дії та механізми утворення енергії, розраховувати ефективні режими процесів та оцінювати кількість енергії, яка при цьому утворюється [35-45].

Основним відкриттям І.М. Федоткіна, що пояснює й обґрунтовує виникнення надлишкової енергії при кавітації, є математично установлений факт, доведений машинним експериментом [42, 44, 45]: на завершальній стадії схлопування (колапсу) кавітаційних пухирців радіальна швидкість змикання сферичної оболонки досягає швидкості світла, і вся приєднана маса рідини, втягнутої в радіальний рух оболонкою пухирця, перетворюється в енергію за формулою А. Ейнштейна:

$$E=mc^2,$$

де $m = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_{\text{л}}$ - приєднана маса рідини, а $c=3\cdot 10^8$ м/с - швидкість світла.

Це доводиться виведенням І.М. Федоткіним і підтвердженням машинними експериментами рівняннями, згідно з яким швидкість змикання оболонки кавітаційного пухирця обернено-пропорційна поточному радіусу в третьому ступені.

Завжди можна знайти настільки мале число, що, будучи підведеним до третього ступеню, дасть ще меншу величину, після ділення на яку, одержимо величину $v_{\text{сх}}=c=3\cdot 10^8$ м/с.

Вирішенням систем диференціальних рівнянь і машинним розрахунком [36] доведено, що при схлопуванні кавітаційний пухирець пульсує. Коли пульсації проходять в одному напрямку з радіальним рухом схлопування, їх швидкості складаються, і швидкість світла досягається оболонкою пухирця при значно більших його розмірах, ніж при невраховуванні пульсацій.

Звідси стає зрозумілим вплив резонансних режимів коливань у рідині, що співпадають по частоті з пульсаціями оболонки кавітаційних пухирців.

Ця концепція вироблення надлишкової енергії при кавітації за рахунок перетворення речовини робочого тіла в енергію пояснює і виникнення радіоактивних випромінювань та ядерних процесів, які виникають при зникненні ядер, протонів, нейтронів і електронів, натомість яких утворюється енергія та випромінювання.

Факти одержання надлишкової енергії при кавітації загальновідомі та подані в наведених джерелах.

Для вибору ефективних методів здійснення заявляемого способу, вибору конструкцій робочих органів, фізичних ефектів для підсилення дії кавітації наводимо відповідні патенти, літературні дані та джерела інформації.

Конструкції робочих органів кавітаційних реакторів і методи інтенсифікації кавітаційного процесу наведено в патентах [6, 61-68] та в літературі [35-41, 46, 47, 52, 59, 60].

Виробництво надлишкової енергії за участі та на основі кавітації висвітлено в [35-39, 42-58].

Методи очистки та опріснення солоної води з використанням кавітації опубліковано в [1-6, 7-35, 38, 39].

В патентах [7-33] пропонуються способи обробки, очистки, обеззаражування й опріснення рідини з застосуванням кавітації. Проте ультразвукова та гідродинамічна кавітація в цих способах застосовується на другорядних технологічних операціях.

У світовій практиці та патентах найбільш близьким за принципом дії до заявляемого способу є багатоступеневе термічне випарювання в трубчатих випарювачах. Проте тут спільним є лише принцип утилізації вторинних парів, а кавітація в цих способах не застосовується.

Найбільш близьким по суті до заявляемого є спосіб, реалізований у заявлених кавітаційних опріснювачах по авторським свідоцтвам [4, 5, 34], що оформлені в 1982 та 1984р. за участю заявника даного способу, проте в самих свідоцтвах [4, 5, 34] заявлено лише апарати, а спосіб не заявляється.

З метою зниження енерговитрат на опріснення води та зменшення собівартості опрісненої води спосіб опріснення води нами поєднано зі способами одержання надлишкової енергії, тим паче, що й ті, й інші способи найбільш ефективно ведуться з застосуванням і на основі кавітації. Зі способів отримання енергії відомі [46, 47, 52, 60, 69-80].

В конструкціях реакторів для обробки рідинних середовищ застосовуються способи інтенсифікації кавітаційних процесів і модифікації робочих органів, які можуть підвищити ефективність як процесу опріснення, так і вироблення енергії.

В реакторі [64] перед кавітатором, за яким виникає каверна, встановлено переривник потоку у вигляді заслінки з отворами, що обертається. Цей переривник потоку створює пульсації потоку, що сприяють розпаду каверн на дрібні кавітаційні пухирці. Ця розробка використана в заявляемому способі й установці в теплогенераторних ступенях.

Гідравлічні пульсації, крім того, створюють пульсаційний ефект, установлений І.М. Федоткіним експериментально і доведений теоретично [81-84].

В реакторі [65] конічний кавітатор, що обтікається потоком, має радіальні канали з центральним входом, спрямованим назустріч потоку, та виходом у зазор між кавітатором і корпусом. Такий пристрій утворює вихорі за рахунок вдування рідини в зазор, зароджує дрібні пухирці, а гостра кромка на краю кавітатора розпилює рідину на границі каверни. Вдув рідини в прикордонний шар на кавітаторі пришвидшує потік у зазорі й інтенсифікує кавітацію [35, 36]. Ця розробка використана в патенті в теплогенераторних ступенях.

В реакторі [66] конічний кавітатор із вершиною, спрямованою назустріч потоку, розміщено всередині камери, стінки якої виконано у формі конічної поверхні. Кавітатор встановлено на штанзі з можливістю повздовжнього пересування, яким досягається зміна ступеню загромождження потоку та регулювання довжини утвореної каверни. В роботі [35] розроблено підпружинений кавітатор, який сам регулює ступінь загромождження. Ця розробка використана в патенті.

В реакторі [67] довжина каверни регулюється зміною кута закрутки обтічних лопатей кавітатора.

В реакторі [68] (А.с. СРСР №1152636, створеного за участі заявника) використано Сегнерове колесо. Ця розробка використана в патенті для генератора обертального руху.

Генератор обертального руху в заявляемому патенті, відповідно до вирішення поставленої задачі максимального зменшення енерговитрат, використано для повернення обертальної енергії, затраченої електромотором циркуляційного центрального насосу.

Прототипом генератора обертального руху є двигун Р. Клема, описаний у роботах [46, 47, 60], який розвивав потужність 350к.с. і споживав лише 30 літрів рослинної олії на 150.000 миль пробігу в перерахунку на автотранспорт. Цей винахід досі не був повторений із-за відсутності методів розрахунків і регламентів, розроблених І.М. Федоткіним у заявляемому патенті.

Спільною ознакою даного патенту з двигуном Клема Р. є форма ротора і наявність сопел Сегнерова колеса, як у [68].

Відмінними від двигуна Клема є такі ознаки:

- Наявність зубчатого вінця (статора), який оточує ротор генератора обертального руху на рівні виходу струменів рідини з сегнерових сопел ротора. Зубці спрофільовано таким чином, щоб удар струменя, який виходить із сопла, завжди зустрічався оберненою до струменя поверхнею зубця під прямим кутом, а другий бік зубця спрямовується в напрямку струменя.

- Другою відмінною ознакою є те, що кути нахилу гвинтових лопатей всередині ротора змінюються: 40-45° до горизонтальної поверхні на вході в ротор, а на виході становлять 10-12°.

- Третьою відмінною ознакою є побудова гвинтових лопатей по запропонованих формулах і методиках.

- Четвертою відмінною ознакою є вакуумування паро-газового простору генератора, куди витікають реактивні струмені.

- П'ятою відмінною ознакою є встановлення на всмоктуючій воронці, з'єднаній зі входом ротора, труби, за допомогою якої відбувається підсос парогазу в ротор генератора для інтенсифікації кавітації всередині ротора.

В патентах [7-33] патентного пошуку по «ФИПС» представлені способи обробки, опріснення, обеззараження й очистки промислових вод з участю кавітації.

Проте кавітація в цих патентах відіграє другорядну допоміжну роль, а в заявляемому способі кавітація являється єдиним і основним процесом як в опрісненні, так і у виробленні надлишкової обертальної енергії. Основними ж процесами в патентах [7-33] задіяні такі: озонування, дія імпульсними електромагнітними полями, опромінювання ультрафіолетом, осадження солей, електрогідролітичний удар, центрифугування, іонізація імпульсно-частотними електромагнітними полями з наносекундною тривалістю імпульсів. Кавітація використовується для розщеплення молекул і міжмолекулярних зв'язків на резонансній частоті та для видалення солей. Термічна дія кавітації і кавітаційне випарювання зовсім не використовуються.

Відомий апарат дистиляції морських і солоних вод, що складається з послідовно розміщених ступенів випарювання, виконаних у вигляді вихрових камер, кожна з яких оздоблена тангенціальними патрубками для подачі і відводу рідини, що випарюється [1].

Відомий також пристрій для дистиляції рідини у вигляді каскаду трубок Вентурі, розміщених у горловинах сопел [2].

Ці апарати [1, 2] спільних ознак із заявляємою установкою не мають.

Недоліком таких апаратів являється відсутність регенерації теплової, механічної та електричної енергії й обумовлені цим високі енергетичні витрати та висока собівартість дистиляту.

Найбільш близькими до заявляємої установки являються багаступеневі дистиляційні, які використовують гідродинамічну кавітацію [4, 5, 34]. Означені установки мають такі спільні з заявляємою установкою ознаки: вздовж тракту солоної води послідовно розміщені камери випарювання, сполучені за допомогою конфузорів і дифузорів з конденсаторами пари каверн, розміщеними між камерами випарювання та підключеними до камер випарювання за допомогою паровідвідних труб, причому в камерах випарювання встановлені по осі кавітатори, до яких приєднано паровідвідні труби [4].

В установці [5, 34] використано конструкцію [4], доповнену гідротурбіною з електричним генератором на одному валі для використання кінетичної енергії потоку.

Ці А.с. СРСР [4, 5, 34] розроблено за участі заявника патенту.

Недоліком цих установок являються високі витрати енергії на пароутворення, зумовлені створенням тиску в тракці самим насосом, який при цьому навантажується цим тиском і потребує більше енергії, а також високі питомі енергетичні витрати, зумовлені відсутністю замкнутого циклу безвідходного виробництва, ефективною інтенсифікації всіх процесів та невикористанням ряду ефектів, у тому числі кавітаційно-теплогенераторного ефекту виробництва надлишкової теплової енергії [42, 44, 45] та ефекту самопідтримки гвинтового руху рідини в кінчному роторі за допомогою кавітації, пульсаційного ефекту [81-84] зменшення гідралічного опору, встановлених заявником патенту, ефектів гідроударів [35, 36, 37, 38], що також встановлені заявником патенту пізніше, ніж ним було розроблено конструкції [4, 5, 34].

Основні задачі способу й установки, що його реалізує - максимально знизити енергозатрати на виробництво знесоленої води та не тільки знизити їх, а одночасно з опрісненням виробляти надлишкову теплову енергію і надлишкову енергію обертання для їх реалізації на стороні, повністю окупаючи витрати на опріснення, і збільшити прибутки від реалізації опрісненої води, виробленої теплової енергії та виробленої енергії обертання, перетвореної на електричну.

Поставлена задача вирішується реалізацією цілого ряду ефектів, встановлених заявником, і розробок, виконаних ним, а саме:

1) Кавітаційний теплогенераторний ефект вироблення надлишкової теплової енергії понад затрачену.

В основі теплогенераторного ефекту лежить відкриття І.М. Федоткіним [42, 44, 45] джерела надлишкової енергії, що утворюється при схлопуванні (колапсі) кавітаційних пухирців і проявляється за наявності відповідних умов. Ці умови складають суть відкриття. При зародженні та подальшому розширенні кавітаційного пухирця витрачається певна енергія, яка повертається у зворотному процесі схлопування.

Звідки ж береться надлишкова енергія?

За законом збереження енергії ніякої надлишкової енергії не виникає. Така ситуація і спостерігається в більшості кавітаційних режимів на практиці при спробах створити кавітаційні теплогенератори надлишкової енергії. Проте, як показали теоретичні й експериментальні, можна спеціальними методами гідродинамічно-ультразвукової кавітації створити режими з енергетичною асиметрією прямого та зворотного процесів розвитку й колапсу кавітаційних пухирців [35, 36, 37, 38, 39, 42, 44, 45]. Ці режими можна значно підсилити коливаннями в рідині, резонуючими з пульсаціями (осциляціями) оболонки кавітаційного пухирця, що роблять деякі винахідники, не знаючи суті процесу, збільшують вироблення теплової енергії в 6-7 разів понад затрачену [46, 47, 74, 75, 77]. Енергетична асиметрія прямого та зворотного процесів, як встановлено в роботах [42, 44, 45], виникає в результаті того, що на завершальній стадії схлопування кавітаційних пухирців розмірів, які точно обчислюються, швидкість радіального змикання оболонки пухирця досягає швидкості світла, і вся приєднана маса води, втягнутої оболонкою пухирця в радіальний рух, перетворюється в енергію, тобто відбувається процес еманції речовини, її перетворення в енергію. Саме ця енергія, утворена замість зниклої речовини, складає надлишкову енергію «поза» законом збереження енергії. Це один з найвищих ступенів енергоутворюючих процесів, що значно перевищує за енергетичною потужністю процеси ядерного радіоактивного розпаду, які застосовуються на атомних електростанціях (АЕС), вона поступається лише процесу отримання енергії з фізичного вакууму, якщо це взагалі буде можливим. У разі еманції речовини за загальновідомою формулою А. Ейнштейна з речовини масою m утворюється енергія:

$$E=mc^2,$$

де в нашому випадку $m = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \psi$ - приєднана

на до колапсууючого пухирця маса води, $\psi=1,5$ - коефіцієнт приєднаної маси, $c=3 \cdot 10^8$ м/с - швидкість світла.

В наш час більшість дослідників [46, 47, 74, 76] відмічають наявність радіоактивного β - і γ -випромінювання, що супроводжує кавітаційні процеси отримання надлишкової енергії. Цей факт намагаються пояснити виникненням у вихровому потоці води явища холодного ядерного синтезу [46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 55]. Проте, чому воно

виникає, які фактори його збуджують, як розрахувати долю енергії, що при цьому утворюється, - нічого не вказується.

Відкриття І.М. Федоткіним режимів схлопування кавітаційних пухирців з досягненням їх оболонкою в кінці акту схлопування швидкості світла не тільки не вступає в протиріччя з припущеннями про протікання ядерних процесів при кавітації, а, навпаки, дає ключ до пояснення, чому і як вони виникають, і дозволяє створити точні методи розрахунку кількості енергії, яка при цьому виникає. Це виходить із того, що при досягненні швидкості світла відбувається еманція речовини, перехід її в енергію, а зникнення речовини як такої обов'язково пов'язане з ядерними процесами розпаду ядерних елементів з ядерними перетвореннями та випромінюваннями.

2) Поставлена задача вирішується створенням надлишкової енергії обертання і перетворенням її в електричну. Це стає можливим на основі відкриття заявником ефекту самопідтримки гвинтового обертального руху рідини в кінчному роторі за допомогою кавітації, залучення реактивної енергії струменів, створення надзвукового потоку в витікаючих реактивних парорідинних потоках, використання рушійної сили Коріоліса, властивої кінчному вихровому потоку.

3) Для вирішення поставленої задачі до процесу опріснення залучаються ефекти, які дозволяють значно знизити витрати енергії на опріснення, це, крім вказаних вище: пульсаційний ефект зниження гідралічних опорів, теоретично й експериментально доведений заявником у роботах [81, 82, 83, 84]; ефекти гідроударів, також розроблені заявником і опубліковані в роботах [35, 36, 37, 38, 42, 44, 45], ефект підтиснення тракту солоної води, який збільшує тиск на вході та виході з насоса в усьому тракті, забезпечуючи цим збільшення вироблення енергії від схлопування кавітаційних пухирців і не підвищуючи витраченої енергії на насосі, оскільки ці витрати визначаються лише гідралічним опором елементів тракту - проте це можливо лише при періодичній роботі в замкненому циклі.

4) Вирішення поставленої задачі забезпечується окремими розробками заявника:

- збільшення пароутворення в кавернах шляхом вакуумування всієї паро-конденсатної системи [35];

- піддувом рідини в приграничний шар на поверхні кавітатора [35];

- пульсаціями потоку, що сприяють подрібненню кавітаційних пухирців і зниженню втрат напору на подолання гідралічного опору;

- розпилом рідини в приграншарі на каверні та збільшенням цим поверхні пароутворення в каверні;

- пульсаціями реактивних струменів при ударі по перепоні.

5) Вирішення поставленої задачі досягається використанням генератора обертального руху, який підключається на виході солоного потоку з кавітаційного опріснювача замість паро-рідинної турбіни або гідротурбіни. В турбіні використовується лише 60% кінетичної енергії, а в генераторі обертального руху вся кінетична енергія потоку

солоній води використовується повністю, так як у нього створюється вільний злив води при атмосферному тиску. Крім того, в генераторі обертального руху реалізується ефект самопідтримки гвинтового вихрового потоку кавітацією, реакції затоплених і вільних струменів, і виробляється надлишкова енергія обертального руху.

Відомі способи опріснення води, які здійснюються методом зворотного осмосу, багатоступеневого термічного випарювання та інші. Способів опріснення застосування виключно гідродинамічної кавітації ні в патентах, ні на практиці не відомо.

Реалізований у патенті спосіб кавітаційного опріснення базується на використанні послідовно процесів кавітаційного випарювання і конденсації пари, виділеної в кавернах. Ці процеси багатократно повторюються до тих пір, поки вихідна солоня вода не набуде концентрації ропи, тобто досить високої концентрації.

Процес кавітаційного випарювання багаторазово чергується також із процесом кавітаційного нагрівання потоку очищеної або солоній води в тракці, який здійснюється за рахунок схлопування кавітаційних пухирців у режимах, при яких виробляється надлишкова теплова енергія (далі детально описаних і розрахованих).

Одночасно застосовується вакуумування паровідвідного тракту, що збільшує пароутворення в кавернах.

Вся кінетична енергія потоку солоній води повністю використовується в генераторі обертального руху. Крім того, в генераторі обертального руху виробляється надлишкова енергія обертання за рахунок реактивних струменів і ефекту самопідтримки гвинтового вихрового руху рідини кавітацією, а також виробляється й надлишкова теплова енергія нагрівання.

На Фіг.1 наведена структурна схема способу. Подвійними лініями позначено тракт солоній води. Одинарними лініями показано потоки пари, конденсату і дистилляту. На структурній схемі показаний взаємозв'язок між усіма процесами.

Енергія надходить лише на створення напору. Створений напір солоній води використовується послідовно в процесі конвективного теплообміну солоній води з конденсатом пари каверн, який утворюється в процесі конденсації пари, яка надходить від процесу кавітаційного випарювання. Далі напір солоній води використовується в процесі кавітаційного випарювання та в процесах схлопування кавітаційних пухирців, конденсації пари каверн, відбору тепла й, нарешті, повністю і без залишків витрачається на процес повернення обертального руху.

Процес вакуумування використовується для підсилення процесів кавітаційного випарювання та реакцій вільних реактивних струменів у процесі повернення енергії обертального руху.

Процес повернення енергії обертального руху створюється процесами генерації гвинтового конічного вихору, кавітацією в ньому, силою Коріоліса, яка проявляється тільки у вихорі конічної форми та відсутня у вихорі циліндричної форми, завертається процес повернення енергії обертального руху реакціями вільних і затоплених струменів. Повернена енергія обертального руху переважає

затрачену енергію, їх залишок перетворюється в електричну енергію. Процес схлопування кавітаційних пухирців, підсилений процесами збудження коливань у рідині та процесом створення електростатичного поля, яке генерує електрогідроудари Юткіна, - створює надлишкову теплову енергію, яка відбирається на потреби виробництва чи на опалення в теплову мережу.

На Фіг.2 зображено повну схему установки, яка реалізує спосіб очистки, обеззараження й опріснення води та водних розчинів із виробленням надлишкової енергії. Її основні агрегати: циркуляційний насос 1, з'єднаний валом з електромотором-генератором 2 та генератором обертального руху 3, каскад конвективних теплообмінників 7, опріснювач з камерами кавітаційного випарювання 21, камерами схлопування кавітаційних пухирців 23, конденсаторами пари каверн 25, збірник дистилляту 35, теплообмінник-бойлер 9 і паро-рідинний ежектор 38.

На Фіг.3 представлено графіки зміни параметрів уздовж тракту солоній води в середині опріснювача при проходженні послідовно кавітаторів камер кавітаційного випарювання, камер схлопування кавітаційних пухирців і конденсаторів пари каверн. Позначено:

1 - графік зміни швидкості однофазної рідини, швидкість рідини збільшується при зменшенні площі поперечного перерізу, лишається незмінною при незмінній площі та зменшується при збільшенні площі поперечного перерізу.

2 - графік зміни температури рідини вздовж тракту опріснювача: температура незмінна при відсутності фазових переходів, температура знижується при кавітаційному випарюванні та підвищується при схлопуванні кавітаційних пухирців у камерах схлопування і при конденсації пари в конденсаторах.

3 - графік приросту об'єму двофазного (паро-рідинного) потоку від температури: $\frac{\rho_0 V_0}{\rho V} = \frac{T_0}{T}$; $V = V_0(1 + \beta T)$.

4 - графік зміни швидкості двофазного потоку від зміни температури: $\Delta W_{2\phi} = \frac{\Delta V_{2\phi}}{S}$.

5 - графік зміни статичного тиску p вздовж тракту з врахуванням рівняння І. Бернуллі:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{W_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{W_2^2}{2g}; \quad w_1 f_1 = w_2 f_2.$$

6 - графік стоячої хвилі, утвореної змінами всіх параметрів уздовж тракту.

7, 8 - розклад стоячої хвилі дві біжучі хвилі: пряму та зворотну, утворення градієнтної течії рідини.

На Фіг.4 приведено деталі ротора по А.с. СРСР №1152639 / Федоткін І.М., Григорьев В.А.

Установка для опріснення води (Фіг.2) складається з насоса 1, вал якого з одного боку з'єднано муфтою з валом електромотора-генератора 2, а з другого боку сполучено за допомогою муфти з генератором обертального руху 3, нагнітальний патрубок насоса 1 сполучено трубопроводом 4 з каскадом конвективних теплообмінників 5, які з'єд-

нано трубопроводом 6 із кавітаційним опріснювачем 7, і далі - трубопроводом 8 із теплообмінником-бойлером 9 системи опалення або відбору тепла на виробництво, теплообмінник 9 з'єднано з ультразвуковим фільтром безперервної дії 10, який у свою чергу сполучено трубопроводом 11 зі всмоктуючим патрубком 12 ротора 13 генератора обертового руху 3, а через форсунки 14 - з водяним простором 15 генератора 3, який з'єднано трубопроводом 16 з барометричною трубою 17, зануреною в барометричний ящик 18, обладнаний безпосереднім концентрованою водою 19.

Тракт 1-19 - це тракт руху солоної води в установці опріснення.

В опріснювачі послідовно встановлено вхідний кавітатор 20 і розміщено ступені кавітаційного випарювання 21 з кавітаторами 22, з'єднані конфузом ступені (камери) схлопування кавітаційних пухирців 23, зі встановленими по осі кавітаторами-електродами 24, а за ними безпосередньо розміщено конденсатори пари каверн 25 із трубками 26, в яких встановлено кавітатори 27 на порожнинних хрестовинах 28, з'єднаних з паровим простором конденсаторів 25. Камери схлопування 23 обладнані зовнішніми плунжерними мультипульсаторами 29.

Вхідний кавітатор 20 має центральний канал із розтрубом 30, заглушений у кінці, та виходить на радіальні канавки 31, спрямовані в зазор між бічною циліндричною поверхнею кавітатора 20 під нахилом по ходу потоку води. Кавітатор 20 перед собою має перфоровану отворами центральну трубку 32 відбору пари з каверни.

Кавітатор першої ступені кавітаційного випарювання 22 також, як і всі послідовні, має центральну паровідвідну трубку 32 з отвором, який сполучає її з порожниною парової каверни, утвореною за цим кавітатором.

Кожен кавітатор 22 ступені кавітаційного випарювання з'єднується паровідвідною трубою 33 з конденсатором пари 25 через одну ступінь випарювання.

Кожен конденсатор пари каверн 25 сполучено трубопроводом 34 з конвективним теплообмінником 7, а міжтрубний простір кожного конвективного теплообмінника 7 з'єднано зі збірником дистилату 35.

Парові простори всіх конденсаторів пари каверн 25 сполучено паропроводами 36 з камерою змішування 37 пароводяного ежектора 38. До цієї камери змішування підведено також паропровід 39 від парового простору генератора обертового руху 3 і паропровід 40 від збірника дистилату 35.

Сопло 41 ежектора 38 з'єднано трубопроводом 42 з нагнітальним патрубком насоса 1, а вихідну камеру 43 ежектора 38 з'єднано трубопроводом 44 з трубопроводом 6, який сполучає кавітаційний опріснювач 7 з каскадом теплообмінників 5.

Солона вода на опріснення подається трубопроводом 45 до всмоктуючого патрубка насоса 1.

Резервуар 46 генератора обертового руху 3 обладнано показником рівня рідини в ньому 47. В середині резервуара 46 на рівні розміщення сопел 14 закріплено зубчатий вінець 48, який оточує

співвісно верхню частину ротора 13 із соплами 14 з зазор між зубцями та соплами $\delta \leq 1-2$ мм.

Зубці зубчатого вінця 48 профілюються таким чином, щоб поверхні зубців, на які падають реактивні струмені, що виходять із сопел 14, були перпендикулярні до напрямку струменів при будь-якому куті повороту ротора 13, а протилежні поверхні зубців були спрямовані вздовж струменів.

Сопла 14 розміщено по периферії циліндричної камери 50 у верхній частині ротора 13.

Всередині ротора 13 розміщено гвинтові лопатки 49, установлені на вході ротора під кутом $40-45^\circ$, а на виході в циліндричну камеру 50, на якій розміщено сопла 14, - під кутом $10-12^\circ$.

Необхідною умовою отримання надлишкової енергії обертового руху є:

$$w \cos \beta - u = \Delta W \geq 20 \text{ м/с} \quad (1)$$

де w - швидкість витікання реактивних струменів з сопел 14, $u = \pi D n$ - окружна швидкість обертання ротора 13, D - діаметр розміщення сопел 14, n - число обертів насоса 1 за 1 сек.

Для цього необхідний тиск, створений насосом 1:

$$H = \frac{w^2}{2g\varphi} \text{ м вод.ст.} \quad (2)$$

де $\varphi = 0,88$ - коефіцієнт витікання реактивних струменів.

А витратна продуктивність насоса 1 повинна задовольняти умові:

$$Q = S_{\text{con}} \cdot W \quad (3)$$

де S_{con} - сумарна площа поперечного перерізу всіх сопел.

Додатковими умовами створення надлишкової енергії є такі:

Кавітаційна міцність рідини на розрив при робочій температурі $\sigma_{\text{кав}}$ та радіус ротора на рівні виходу затоплених струменів з гвинтових лопаток 49 R повинні задовольняти рівнянню:

$$\frac{\gamma}{3g} \omega^2 R_k^3 + \sigma_p R_k - \frac{\gamma}{3g} \omega^2 R^3 = 0 \quad (4)$$

де γ - питома вага робочої рідини, $\omega = 2\pi n$ - кутова швидкість обертання ротора, $\sigma_p = \sigma_{\text{кав}}$ - розривне напруження, яке дорівнює кавітаційній міцності рідини на розрив.

При цьому повинна виконуватись умова:

$$R - R_k = \delta \leq 10 \div 20 \text{ мм} \quad (5)$$

де R_k - радіус кавітаційної порожнини, який також визначається наведеним кубічним рівнянням.

В розрахунках величина R приймається, $\sigma_p = \sigma_{\text{кав}}$ визначається, R_k береться по R і δ .

Конусність барабана ротора $\frac{R}{H} = \operatorname{tg} \alpha$ повинна задовольняти величині осьової складової швидкості рідини в роторі:

$$V_{oc} = \frac{Q}{\pi R_K^2} \quad (6)$$

достатньої для забезпечення необхідної рушійної сили Коріоліса:

$$P_K = m \cdot 2V_{oc} \cdot \omega \quad (7)$$

$$\text{де } m = \frac{\gamma}{3g} \pi \left[\left(\frac{R + R_K}{2} \right)^2 - R_{Bx}^2 \right] H - \text{маса рідини в}$$

роторі.

При цьому потужність обертання, що виробляється, буде:

$$N = \frac{P_K \cdot \omega}{102} \text{ кВт} \quad (8)$$

$$\text{де } \omega = \pi D n.$$

Використання всіх наведених умов ілюструється прикладом розрахунку з визначенням величини виробленої надлишкової обертальної енергії.

Установка для опріснення солоної води (Fig.2) працює наступним чином:

Перед пуском усю систему 1-19 заповнюють водою до рівня в показнику рівня 47 резервуара 46 генератора 3, необхідного для заповнення нижньої частини ротора 13. Після пуску насоса 1 і впровадження усієї послідовної роботи в резервуарі 3 підтримується постійний рівень солоної води.

Солона вода по трубопроводу 45 поступає в насос 1 і подається насосом по трубопроводу в каскад теплообмінників, насос 1 повинен розвивати напір, достатній для подолання опору всіх ступенів кавітаційного випарювання 21, камер схлопування 23, конденсаторів пари каверн 25, конвективних теплообмінників 5, теплообмінника-бойлера 9, фільтра 10. Вода після фільтра 10 повинна поступати до всмоктуючого патрубку 12 ротора 13 генератора обертальної енергії з під тиском, достатнім для забезпечення умов (1)-(3) генерації надлишкової енергії обертального руху.

При русі солоної води по тракту 1-4-5-21-23-25-9-10 реалізується так звана (за формулюванням В. Штаубергера [46, 47]) «градієнтна» течія рідини, при якій тепловий градієнт сприяє подоланню гідравлічних опорів поряд із пульсаційним ефектом [37, 38, 44, 81, 82, 83, 84], який генерується мультипульсаторами 29 і зменшує перепади тиску від опору за рахунок генерації інерційного пульсаційного напору.

Тут вперше розкривається поняття В. Штаубергера про градієнтний і протиградієнтний рух рідини. В тракці опріснювача 7 і каскаду теплообмінників 5 уздовж тракту періодично відбувається то нагрів рідини від схлопування кавітаційних пухирців у камерах схлопування та конденсаторах пари, то охолодження солоної води в камерах кавітаційного випарювання, які чергуються між собою. На-

грів солоної води супроводжується локальним збільшенням об'єму від температурного розширення ($V = V_0(1 + \alpha t)$), а це викликає прискорення

потoku $\left(w = \frac{V}{S} \right)$ за рахунок тепла та відповідний

додатковий локальний напір. Охолодження потоку призводить до зменшення його локальної швидкості й тягне за собою зменшення гідравлічного опору

$$\Delta p = \left(\lambda \frac{L}{q} + \sum \xi \right) \frac{\rho w^2}{2g}.$$

Таким чином, місцеві теплові нагріви й охолодження підтримують рух рідини, створюється ефект перистальтики в кишках, який використовують для створення руху рідини насосом, який діє від зміни режиму гнучкого трубопроводу. Ця трактовка градієнтного руху рідини вперше приводиться нами тут і ніде в літературі не зустрічалась.

Друга трактовка створеного камерами схлопування градієнтного руху полягає в утворенні стоячої хвилі періодичними нагрівом і охолодженням потоку рідини. Стояча хвиля розпадається на дві біжучі хвилі: пряму та зворотну. Пряма хвиля підтримує рух рідини в тракці. Це виглядає так:

$$w \sin(\omega t - \beta z) + w \sin(\omega t + \beta z) = (2w \cos \beta z) \cdot \sin \omega t,$$

$$\text{де } \omega = \frac{2\pi}{T} - \text{кругова частота, а } \beta = \frac{2\pi}{\lambda} - \text{хви-}$$

льове число.

Таким чином, введення камер схлопування створює додатковий напір у тракці.

Стояча хвиля $(2w \cos \beta z) \cdot \sin \omega t$, крім періодичного нагріву й охолодження, породжується гідравлічними пульсаціями, які створюються мультипульсаторами вздовж тракту з відповідним зсувом фаз коливань. А біжуча хвиля прямим напрямком $w \sin(\omega t - \beta z)$ підтримує рух рідини в тракці.

Пульсаційний ефект компенсації гідравлічних опорів породжується фазовим ефектом, як це доведено теоретично та підтверджено експериментально в роботах [37, 38, 82, 83, 84].

Додатковий пульсаційний напір створюється за рахунок затухання пульсацій уздовж потоку, у зв'язку з чим виникає інерційний пульсаційний напір, тиск у попередньому перерізі стає більшим, ніж у наступному. Цей напір визначається за формулою І.М. Федоткіна:

$$\Delta p_{\text{пульс}} = \psi (1 + Sh) \left(\eta_i^2 - \eta_{i+1}^2 \right) \frac{\rho w^2}{2g},$$

$$\text{де } \psi = 0,95 - \text{коефіцієнт, } Sh = \frac{w \Gamma}{w} - \text{число}$$

Струхала, $w \Gamma = \overline{w} \sin \omega t$ - пульсаційна складова швидкості, η_{i+1} , η_i - коефіцієнти затухання пульсацій у попередньому та наступному перерізі, \overline{w} - середня швидкість потоку.

Таким чином, градієнтна течія, яка створюється введенням камер схлопування, підтримується пульсаційним ефектом, який генерується мульти-

пульсаторами вздовж потоку, і все це призводить до виникнення місцевих напорів і часткової компенсації гідравлічних опорів тракту.

Потік солоної води послідовно проходить каскад конвективних теплообмінників 5, а в тракці опріснювача - вхідний кавітатор 20, кавітатори 22, камери кавітаційного випарювання 21, камери схлопування кавітаційних пухирців 23 з центральним кавітатором-електродом 24, конденсатори пари каверн 25 з кавітаторами 27, встановленими на порожнинній хрестовині 28 у трубках 26 конденсаторів і з'єднаних хрестовиною 28 безпосередньо з паровим простором конденсаторів 25.

При проходженні солоною водою каскаду конвективних теплообмінників 5, вона поступово нагрівається теплом конденсатів пари каверн, які стікають з конденсаторів 25 по трубопроводах 34 в міжтрубний простір теплообмінників 5, по трубках яких іде потік солоної води. Нагрів потоку солоної води теплом конденсатів відбувається ступенево. На першій ступені нагрів здійснюється конденсатом конденсатора останньої ступені з найнижчим потенціалом пари, а на останній ступені - конденсатом конденсатора першої ступені по ходу потоку солоної води.

У вхідному кавітаторі 20 генеруються дрібні кавітаційні пухирці, схлопування яких забезпечує подальший нагрів потоку солоної води використанням теплогенераторного ефекту. Для генерації кавітаційних пухирців із розмірами, які б забезпечували їх стійкість і радіальне схлопування без вивертання оболонки пухирця в тор, застосовано наступні методи. По центральній трубці 30 з розтрубом, спрямованим назустріч потоку солоної води, кінетичним напором потоку нагнітається солоня вода через радіальні канали 31 кавітатора 20 у приграншар на бічній поверхні кавітатора в зазор між циліндричною боковою поверхнею кавітатора та корпусом. Радіальні канали 31 мають нахили в бік руху потоку, тому в них виникає ефект пульверизаційного підсосу рідини, який підсилює дію напору центральної трубки 30 з розтрубом.

Вдув рідини в приграншар на кавітаторі, згідно з результатами експериментів, наведеними в роботі [35], збільшуючи швидкість рідини в зазорі, зменшує опір кавітатора, створює кавітацію в зазорі з утворенням дрібних кавітаційних пухирців.

В основі корпусу кавітатора 20 розміщено зубчатий вінець, не показаний на Фіг.1, який розпливає потік рідини на поверхні каверни та збільшує поверхню пароутворення і кількість дрібних сферичних пухирців. Утворений за кавітатором 20 пар з каверни надходить через отвори в бічній поверхні паровідвідної трубки 33 біля основи конуса кавітатора по трубці 33 через мультициклон, не показаний на Фіг.1, у паровий міжтрубний простір конденсатора пари 25.

В мультициклоні під дією відцентрової сили дрібні краплі солоної води сепаруються й унос солоної води повертається в основний потік створенням підсосу, загнутого вздовж потоку сопла, з насадком.

Для збільшення перепаду тиску та температурного перепаду на каверні, інтенсифікації пароутворення в конденсаторах пари каверн 25, а через них і в самих кавернах за кавітаторами 22,

подібної будови з кавітатором 20, створюється вакуум шляхом відтяжки пари з конденсаторів 25 до камери змішування 37 пароводяного ежектора 38.

Далі потік солоної води проходить кавітатор 22, встановлений у першій камері кавітаційного випарювання 23. Кавітатор 22 має центральну паровідвідну трубку 32, а в основі має також зубчатий вінець для розпилю рідини та збільшення поверхні пароутворення на каверні. Паропроводом 33 порожнина каверни, що утворюється за кавітатором 22, через мультицикли сполучається з конденсатором 25 через одну ступінь. До першого конденсатора 25 підключено вхідний кавітатор 20.

Між камерою кавітаційного випарювання 7 і конденсатором 25 потік солоної води проходить ступінь схлопування кавітаційних пухирців 23. На вході в цю ступінь кавітаційні пухирці заряджаються електростатичним полем з напругою понад 10KV за допомогою кавітатора-електрода 24, покритого електроізоляцією, на який подається від'ємний потенціал електростатичного поля. Корпус вхідної ділянки, де встановлено електрод, заземлюється.

Процес зарядки поверхні кавітаційних пухирців відбувається наступним чином. На початковій стадії розвитку на поверхні пухирців наводиться електричний заряд електростатичним полем із напругою понад -60KV. Далі заряджені пухирці зносяться потоком у камеру схлопування (Фіг.2), яка має діаметр у 1,5-2,5 рази більший за діаметр тракту солоної води. Збільшення діаметру забезпечує за теоремою Бернуллі зменшення швидкості потоку і збільшення тиску оточуючої рідини, що збільшує швидкість схлопування оболонки та скорочує час досягнення нею швидкості світла.

При схлопуванні заряджених пухирців у камері схлопування, вони витягаються вздовж потоку, і їх товщина зменшується до розмірів, коли наступає електричний пробій між протилежними зарядами, згрупованими з одного та другого боку оболонки. Це явище спостерігається як люмінесценція.

Навіть без наведення зарядів на оболонку пухирця зовнішнім електростатичним полем, заряди на оболонці пухирця виникають від розриву водневих зв'язків у молекулах води при кавітації. Заряди групуються: додатні збираються на одній стороні оболонки, від'ємні - на другій. Чому це відбувається - в літературі не висвітлено. Наша думка: це відбувається під дією електричного поля Землі.

На початковій стадії розвитку кавітаційного пухирця він набуває плоскої «чечевицеподібної» форми, яка все більше витягається в потоці води під дією гідродинамічних сил, з часом у період схлопування протилежні сторони плоскої порожнини все більше зближуються. На межі порожнини переважають іони одного знаку, на другій - протилежного. При такому розподілі зарядів порожнина являє собою плоскопаралельний конденсатор з різнойменно зарядженими пластинами. Напруженість електричного поля згідно теорії Я.И. Френеля [85, 86 і 36] у цьому випадку буде:

$$E = \frac{4e}{r} \sqrt{Nd},$$

де g - радіус кавітаційної порожнини, d - відстань між розірваними шарами рідини, e - заряд.

Якщо прийняти $N=10^{18}$, $d=5 \cdot 10^{-8}$ см, $g=10^{-4}$ см, то $E=600$ В/см=60 КВ/м. Цієї напруженості електричного поля цілком достатньо, щоб викликати розряд всередині порожнини, її електричний пробій, виникає ефект Юткіна надзвичайної сили [36].

Індукція зовнішнього електростатичного поля наводить значно більш потужні заряди на поверхні кавітаційних пухирців, ніж слабке поле Землі, сила розряду (пробою) значно підсилюється, і вся енергія, яка при цьому виділяється, переходить у тепло.

Таким чином, у теплогенераторних ступенях виробляється надлишкова енергія за рахунок еманції речовини робочого тіла, перетворення її в енергію, ядерних процесів, викликаних зникненням матерії та появою випромінювань, і за рахунок електричного пробою й ефекту Юткіна.

Суть способу складають процеси, які протікають в установці. А це не тільки основні процеси чергування кавітаційного випарювання та конденсації пари з каверн, а й процеси, що їх супроводжують і впроваджуються для підвищення ефективності способу, зменшення енерговитрат і збільшення економічності, та процеси, які підвищують інтенсивність основних процесів і покращують якість виробленої продукції. Саме ці процеси і складають відмінні ознаки даного способу.

Спосіб - це сукупність технологічних операцій або процесів, взаємозв'язок і послідовність яких визначає його суть і структуру.

Структура способу показана на Фіг.1, де визначено всі складові процеси, їх взаємозв'язок і послідовність.

Всі елементи і вузли багатоступеневої опріснювальної кавітаційної установки тісно пов'язані між собою і кожен з них виконує своє функціональне призначення.

Так установка містить кавітаційний опріснювач, який складається з камер кавітаційного випарювання з кавітаторами і паровідвідними трубками, камер схлопування з кавітаторами - електродами, конденсаторів пари каверн, які розміщено послідовно вздовж потоку які періодично повторюються, утворюючи ступені випарювання і конденсації. Таких ступенів може бути до 24-х.

Ступені кавітаційного випарювання і конденсації пари каверн виконують основне призначення: випарювання з солоної води чистого прісного конденсату, отримання дистилату, конденсації пари і одержання прісної води.

Основний технічний результат отримується тут за рахунок багатоступеневості і послідовного здійснення циклів випарювання і конденсації. При цьому теплота, яка витрачається при випарюванні повертається при конденсації, відбувається майже повна утилізація тепла. Це основний технічний результат. Другим результатом є відсутність накипоутворення та відкладання солей на поверхні нагріву, від чого страждають всі термічні випарні установки. Відсутність солевідкладання на поверхні нагріву обумовлюється відсутністю самої поверхні нагріву, роль якої виконує поверхня розділу

між водою і паром в суперкавернах. І третім результатом є парозйом з 1 м^2 в годину, якого не досягає не один випарний апарат. Він становить до 2000 кг пари з 1 м^2 в годину, замість 25-35 кг/м² год в термічних випарних установках.

Каскад конвективних теплообмінників, який встановлюється перед кавітаційним опріснювачем, складається з ряду (до 24-х) теплообмінників, виконуючих роль підігрівачів потоку солоної води. Кожен з теплообмінників з'єднано паровим простором з конденсаторами пари каверн. Ці теплообмінники використовують тепло конденсатів для нагріву потоку солоної води, що поступає в кавітаційний опріснювач, тим самим сприяючи подальшій утилізації тепла.

Ежекторна установка (ежектор) створює вакуум в паровідвідній системі, в конденсаторах пари, всередині парових порожнин каверн, в резервуарі енергогенератора, створений вакуум який збільшує інтенсивність випарювання в кавернах, збільшує кількість тепла, що повертається в конденсаторах потоку солоної води за рахунок збільшення при вакуумі величини теплоти конденсації порівняно з величиною теплоти випарювання, що витрачається під тиском напору потоку.

І таким чином ежектор сприяє досягненню економічності опріснення і технічного результату винаходу.

Барометрична труба і барометричний ящик виконують роль гідрозатвору між паровим простором резервуару енергогенератора, який вакуумується, і навколишньою атмосферою.

Ультразвуковий фільтр необхідний для видалення солей які можуть випадати з розчину перед енергогенератором.

В каналах енергогенератора солі не відкладаються, оскільки швидкість руху рідини в них значно перевищує 3 м/с і доходить до 50-80 м/с. Особливу увагу слід звернути на те, що крім утилізації всієї затраченої теплової енергії, повністю повертається витрата кінетичної енергії через ротор енергогенератора, де вона повністю реалізується реактивними струменями.

Таким чином, по економічності заявляема кавітаційна опріснювальна установка не має конкурентів.

Промислова придатність багатоступеневої кавітаційної опріснювальної установки і заявленого способу підтверджується впровадженнями, які було здійснено за радянських часів і опубліковано в монографіях заявника [35-39, 41-42, 44-45], в працях інших дослідників [46-60], в патентах та авторських свідоцтвах заявника [2, 4-6, 34, 61, 68, 70, 73], в патентах інших дослідників [1, 3, 31, 69, 71, 72, 74-80], і підтверджується теоретичними розрахунками заявника [35-39, 41-42, 44-45].

Впровадження в промисловості кавітаційних нагрівачів, контактних кавітаційних теплообмінників, випаровувачів кавітаційного типу, дегазаторів, деамонізаторів, опріснювачів наведено в монографії [35, стр. 691-709].

Наводимо порівняльні данні кавітаційних опріснювачів з випаровувачами термальних установок з винесеною зоною кипіння [35].

Основні показники роботи багатоступеневих
випаровувачів з винесеною зоною кипіння і кавітаційних опріснювачів

Показники	Тип випаровування	
	З винесеною зоною кипіння	Ківатаційний опріснювач
Продуктивність, м ³ /год	40	6
Температура вхідного розчину, °C	27	27
Питома витрата тепла, кДж/м ³	0,78·10 ⁶	0,45·10 ⁶
Питома витрата електроенергії, кВтгод/м ³	3,0	4,0
Питомий парозйом кг/год/м ³	180	240
Концентрація вихідного розчину г/л	1,4	1,4
Солеміст дистилляту мг/кг	15	22
Кратність концентрації робочого розчину	2,8	4,0
Температура розчину перед 1-им ступенем, °C	90	110
Температура розчину перед останнім ступенем, °C	34	37

Впровадження кавітаційних опріснювачів проведено на Яготинському експериментальному цукровому заводі. Там же впроваджено кавітаційні деаератори конденсату і соку 1-ої сатурації [35].

Дегазатори лаверної води кавітаційним способом було здійснено на Макіївському цукровому заводі [35], конструкція їх подібна до кавітаційних опріснювачів.

Кавітаційний активатор вапняного молока випробувано на всіх цукрових заводах України та Росії. А струмене-кавітаційні сульфитатори соку випускаються серійно Смілянським заводом і отримали розповсюдження по всіх країнах Варшавського договору. Принципи роботи цих апаратів заснована на тих же засадах, що кавітаційні опріснювачі.

Кавітаційні крекінгові і змішувачі апарати впроваджено на Лісичанському, Херсонському, Бердянському нафтопереробних заводах. Вони засновані на гідродинамічній кавітації. Кавітаційними апаратами оснащено ТЕС спиртових заводів для виробництва дистилляту і змішування мазуту з водою [35].

Основні переваги цих апаратів в відсутності відкладання накипу, і солей на поверхні нагріву, в зв'язку з відсутністю самої металевої поверхні, роль якої виконує поверхня розділу води і пари в каверні, а також екологічна ефективність від утилізації тепла і вироблення додаткової енергії.

Порівняно з прототипами в багатоступеневій кавітаційній опріснювальній установці передбачено додаткове виробництво енергії, що дає впевненість в отриманні кращих технічних результатів.

Гідравлічні пульсації та гідроудари суттєво (в 2,68 рази) збільшують виробництво додаткової енергії від дисипації кінетичної енергії гідравлічного потоку, що підтверджено експериментально [35, 38, 42, 52, 54, 56, 61, 74-77].

Пульсації і гідроудари створюють додаткову нестационарну гідродинамічну силу в реактивних струменях витікаючих із сопел генератора енергії і створюються в зовнішньому контурі теплогенератора, на кресленнях не показано. Вскіпання перегіртої рідини в соплах генератора енергії в багато разів збільшує (від 15 до 150 раз) швидкість витікання паро - рідинної суміші і реактивну силу витікаючих із сопел струменів, що дозволяє розрахо-

увати на одержання додаткової обертальної енергії в енергогенераторі установки.

В кавітаційній опріснювальній установці передбачено отримання додаткової енергії від використання індукції зовнішнього електростатичного поля, напругою 60-120кВ, індукційного електричні заряди на оболонках кавітаційних пухирців, що викликає електричний пробій при схлопуванні пухирців, підтверджений спостереженням люмінесцентне свічення, і виділенням додаткової енергії від зовнішнього електростатичного поля, на яке затрачуються лише десятки ват енергії.

Використовується також тепловий гістерезис за рахунок різниці в величинах теплоти випарювання при високому тиску і теплоти конденсації при більш низькому тиску. Наприклад, кавітаційне випаровування відбувається при тиску 5атм, теплота випаровування 430ккал/кг, а конденсації при вакуумуванні або й без нього при тиску 1атм, теплота конденсації 540ккал/кг, різниця становить

$$g(p_1)-g(p_2)=540-430=110\text{ккал/кг}$$

Випаровується і отримується 24м³ опрісненої води (дистилляту-конденсату). Загальна кількість виділеної енергії буде

$$\frac{24000\text{кг/год} \cdot 110\text{ккал/кг}}{860\text{ккал/кВт}} = 3150\text{кВт/год.}$$

Якщо ж буде перепад тиску на ступені лише 1атм, в 5 разів менше то і енергії приблизно буде в п'ять разів менше 630кВт/год. Це велика компенсація енерговитрат. Здійснено підтиснення гідравлічного кавітаційного тракту так, як на вході в кавітаційний опріснювач тиск до 24атм, його можна ще збільшити в періодичному режимі роботи ківітаційно-опріснюючої установки при роботі по замкнутому контуру. В цьому випадку підтиснення може здійснюватися гравітаційним пресом за рахунок сил гравітації без витрат енергії.

Кількість додаткової надлишкової теплової енергії яка виникає від кавітаційного нагрівання прямо пропорційна тиску оточуючого кавітаційні пухирці середовища в 1-й степені і зі збільшенням тиску від підтиснення збільшується і кількість виробляемого при кавітації тепла. Підтиснення насо-

су відбувається в рівній степені на вході і виході і не відбивається на величині перепаду тиску на насосі, який залежить лише від величини гідравлічного опору тракту установки. Тому додаткових витрат енергії на насосі не буде в режимі роботи установки по замкненому контуру з періодичним випусканням ропи і наповненням солоною водою.

Кавітація здатна нагріти рідину зверху дисипативного нагріву рухомої рідини від гідравлічного тертя, як це слідує з нагріву нерухомої рідини ультразвуковою кавітацією.

Для аналізу процесів в природі техніці і медицині слід використовувати найбільш загальний трикомпонентний закон збереження енергії, матерії і інформації, виведений та обґрунтований І.М. Федоткіним [36 та ін.]. В процесах, що відбуваються в установці враховуються можливості переходу будь якої з цих компонент - матерії і інформації, в енергію, чому і з'являється надлишкова теплова енергія, зверху закону збереження енергії, за рахунок перетворення матерії і інформації в енергію. Під інформацією розуміється структура робочого тіла (рідина) і її зміна. Існує багато досліджень, які установлюють різні фізичні явища і ефекти при кавітації, які обумовлюють кавітаційний нагрів рідини від схлопування кавітаційних пухирців, і ряд гіпотез пояснюючих ці явища.

Серед фізичних явищ: досягнення критичних температур і тисків на завершуючій стадії схлопування кавітаційних пухирців, дисоціація молекул води (структура - інформація) розщеплення молекул з виділенням гідрокислої групи, водню і кисню, виникнення електричних зарядів на оболонках пухирців з наступним розрядом в порожнині каверн, розклад води на водень та кисень з наступним запаленням суміші від електричного розряду (люмінесценція) і ін.

Гіпотез звідки береться надлишкова енергія при кавітації висунуто декілька:

- Енергія гальмування, яка виникає за рахунок ефектів Коріоліса [53].

- Енергія взаємодії електричного поля Землі, яке обертається разом з рідиною [53, 55].

- Енергія яка виникає за рахунок деструкції та синтезу гідратних кластерів (структура - інформація) [52, 53].

- Енергія холодного ядерного синтезу [46, 47, 49, 50, 51, 54].

- Енергія поля нульової точки (ZPF) [60] - тобто фізичного вакууму [42].

Існує і обґрунтовується гіпотеза заявника - перетворення матерії в енергію радіоактивного випромінювання, яке спостерігається багатьма дослідниками [46, 47, 48, 49, 50, 74, 76].

Основні положення Теорії виникнення надлишкової енергії, розробленої в працях [35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 81, 82, 83, 84] і частково підтвердженої експериментами [35, 81-84], полягають в наступному.

Висунута і теоретично обґрунтована частково підтверджена експериментально гіпотеза механізму виникнення при кавітації додаткової надлишкової теплової і обертової енергії, яка має таку основу.

Швидкість радіального руху оболонки кавітаційного пухирця при схлопуванні обернено пропо-

рційна його поточному радіусу в третій степені. І тому на завершальній стадії процесу схлопування, коли критичний радіус пухирця $R_{кр}$ досягає кількох міліметрів радіальна швидкість схлопування досягає швидкості світла і вся приєднана маса рідини, залучена оболонкою пухирця в радіальний рух, перетворюється в радіоактивне випромінювання, яке зафіксовано при кавітації багатьма дослідниками [46-55, 74, 76]. Ця гіпотеза дає можливість розрахувати обсяги виробляємої надлишкової енергії, визначати оптимальні режими роботи, розкривати механізми дії інтенсифікуючих кавітацію і вилучаючих додаткову енергію фізичних ефектів і факторів.

Доведено, що утворюються дві складові енергії схлопування: перша - від схлопування пухирців від початкового радіусу R_0 до критичного радіусу $R_{кр}$, при якому $V_{сх}=c=3\cdot 10^8$ м/с - оболонка пухирця досягає швидкості світла, і друга складова енергії схлопування в інтервалі від $R=R_{кр}$ до $R=0$.

Перша складова енергії схлопування виділяється в повній відповідності до закону збереження енергії, а друга утворюється за рахунок перетворення матерії в енергію і виходить за межі закону збереження енергії.

Друга складова енергії схлопування має потенціальну і кінетичну частини, які від підтиснення кавітаційного тракту значно збільшуються, чим і обумовлюється зростання коефіцієнту перетворення маси в енергію ($KPE > 100\%$).

В цитованій літературі доведено, що можна також вилучати додаткову надлишкову дисипативну теплову і обертальну енергію із різноманітної внутрішньої енергії рідкого робочого середовища за рахунок залучення сил пружності за допомогою гідроударів, за рахунок залучення сил інерції за допомогою пульсацій, за рахунок залучення сил тиску, за допомогою підтиснення кавітаційного тракту, за рахунок сил Коріоліса за допомогою залучення сил інерції переносного руху, за рахунок резонансних явищ при збудженні автоколивань рідини і мультипульсацій (малої амплітуди) з частотою кратною до частоти осциляції об'ємів кавітаційних пухирців.

У всіх цих випадках необхідною умовою є введення нестационарностей і резонансних режимів [35, 36, 38, 41, 42, 44, 81-84].

Отже, виконані впровадження, наведені розрахунки, результати експериментів докази і міркування дають наочне уявлення про переваги заявляемого способу і установки перед існуючими прототипами і обґрунтовують промислову їх придатність.

Джерела інформації

1. Патент США №1607663, кл. 202-173, 1971г.
2. Авторское свидетельство СССР №645662, кл. В 01, D1/26, 1977г.
3. Патент США №3595759 кл. 202-185, 1971г.
4. Авторское свидетельство СССР №946573 / Денисенко Г.И., Федоткин И.М. и др. // М.: кл. В01, D1/26, Со2 F1/02, 1982г.
5. Авторское свидетельство СССР №1111778 / Федоткин И.М. и др. // кл. В01 D1/26, В01 D3/06, 1984г.
6. Патент України №UA35514A, Кл. B01F3/08, 7/04, 9/00, 14/00, Бюл. №2, 2001р. (Поиск по ФИПС).

7. Патент США №2004136101, 2006.05.20 / Способ очистки воды.
8. Патент РФ №2272 791, 2006.03.27 / Способ обработки воды.
9. Патент США №2004126634, 2006.02.27 / Способ обработки воды.
10. Патент США №2004106751, 2005.08.27 / Способ обеззараживания воды.
11. Патент РФ №2259953, 2005.09.10 / Способ очистки сточных вод.
12. Патент США №2003127491, 2005.06.27 / Способ очистки сточных вод.
13. Патент США №2004111006, 2005.05.10 / Способ и устройство для обработки сточной воды, осадка и органических субстратов.
14. Патент США №2003116385, 2004.12.20 / Кавитационный активатор проточных сред.
15. Патент РФ №2240984, 2004.11.27 / Способ обработки воды и водных растворов.
16. Патент США №2002119764, 2004.01.27 / Способ для безреагентной очистки стоков.
17. Патент РФ №2214972, 2003.10.27 / Способ очистки воды.
18. Патент РФ №2214969, 2003.10.27 / Способ очистки воды и устройство для его осуществления.
19. Патент РФ №2209772, 2003.08.10 / Способ обеззараживания воды синергетическим воздействием.
20. Патент США №2001112045, 2003.06.20 / Способ обеззараживания воды синергетическим воздействием.
21. Патент США №2001117271, 2003.05.27 / Ультразвуковой диспергатор проточного типа.
22. Патент США №2001113573, 2003.05.20 / Способ ускорения биodeградации нефтесодержащей воды и устройство для его осуществления.
23. Патент США №97118861, 1999.01.27 / Способ очистки стоков.
24. Патент РФ №2116264, 1998.07.27 / Способ очистки стоков.
25. Патент РФ №2104964, 1998.02.20 / Способ обработки воды.
26. Патент РФ №2086509, 1997.08.10 / Способ очистки воды от металлов.
27. Патент РФ №2080300, 1997.05.27 / Способ обеззараживания воды.
28. Патент США №95110250, 1997.06.20 / Способ обработки воды.
29. Патент РФ №2047566, 1995.11.10 / Способ снижения концентрации эмульсированных в воде нефтепродуктов.
30. Патент США №94037636, 1996.08.20 / Способ очистки воды от металлов.
31. Патент США №94037577, 1996.07.27 / Генератор кавитации - 4.
32. Патент США №94036227, 1996.07.27 / Устройство для очистки промышленных сточных вод.
33. Патент США №94025801, 1996.06.27 / Способ обеззараживания воды.
34. А.с. СССР №952745, Устройство для опреснения воды / Федоткин И.М., Немчин А.Ф., Мачинский А.С. // Опубл. в БИ №31, 1982.
35. Федоткин И.М., Гулый И.С. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в

- промышленности. Часть I - Киев: «Полиграфкнига», 1997г. - 840с.
36. Федоткин И.М., Гулый И.С. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности, Часть II., Киев: АО «ОКО», 2000г. - 898с.
37. Ткаченко А.Н., Федоткин И.М., Тарасов В.А. Кавитационная техника и технология. - К.: «Техніка», 2001г. - 462с.
38. Ткаченко А.Н., Федоткин И.М., Тарасов В.А. Производство избыточной энергии. - К.: «Техніка», 2002г. - 332с.
39. Федоткин И.М., Гулый С.И. Кавитационные энергетические установки, Киев: «Арктур-А», 1998г. - 134с.
40. Федоткин И.М., Гулый И.С., Боровский В.В. Интенсификация процессов смешения и диспергирования гидродинамической кавитацией. Киев: «Арктур-А», 1998г. - 128с.
41. Федоткин И.М., Шаповалюк Н.И. Процессы и аппараты спиртовой промышленности. - Киев: «Химджест», 1999. - 488с.
42. Федоткин И.М., Боровский В.В. Избыточная энергия и физический вакуум. Винница, 2004г. - 352с.
43. Fedotkin Igor, Yachno Oleg / Some Problems of Development of Cavitations Technologies for Industry Application /, The International Summer Scientific School "High Speed Hidrodinamix", June 2002: Cheboksary, Russia.
44. Федоткин И.М. и др. Математическое моделирование технологических процессов. Гидродинамические процессы. - Киев: «Техніка», 2004г. - 312с.
45. Федоткин И.М. и др. На пути к познанию не проявленного мира. - Киев: «Техніка», 2005г. - 350с.
46. Фоминский Л.П. Роторные генераторы дарового тепла. Черкассы. - «ОКО-Плюс», 2003г. - 344с.
47. Фоминский Л.П. Сверхединичные теплогенераторы против Римского клуба. Черкассы. «ОКО-Плюс», 2003г. - 420с.
48. Фоминский Л.П. Как работает вихревой генератор Потапова Ю.С. Черкассы: «ОКО-Плюс», 2001г. - 104с.
49. Потапов Ю.С., Фоминский Л.П. Вихревая энергетика и холодный ядерный синтез с позиций теории движения. Кишинев - Черкассы: «ОКО-Плюс», 2000г. - 387с.
50. Фоминский Л.П. Синтез дейтерия и гелия-3 в вихревой потоке воды // Труды Конгресса - 2000 «Фундаментальные проблемы естествознания и техники» С. Пб. 2001 - с. 411-413.
51. Потапов Ю.С., Фоминский Л.П., Потапов С.Ю. Успехи вихревой теплоэнергетики // Труды Конгресса - 2002 «Фундаментальные проблемы естествознания и техники». Часть I - С. Пб., 2002, с. 348-358.
52. Головачёв П.Г. Кавітаційний теплогенератор на основі використання енергії ядерного синтезу. Презентації, 60, НВП «Техприлад», «Ринок інвестицій», квітень 2002р., м. Львів.
53. Костыгин В.А., Маслюк Е.В., Столяренко Г.С. К механизму процесса тепловыделения при кавитационных явлениях, протекающих в термодинами-

ческих условиях. Черкасский государственный Технологический университет. Вып. 1., 2001г.

54. Намиот В.А. Кавитация и термоядерный синтез: оценка параметров и предложения по возможному способу получения положительного энергетического выхода. Доклады Академии наук. Физика, 2003г., том 388 №3, с. 323-328.

55. Потапов Ю.С., Поплавский В.Г., Калачев И.Г., Эрнесто-Евгений Санчес. Вихревые теплогенераторы. «Новая энергетика», ООО «Лаборатория новых технологий «Фарадей», 1 (20), 2005г. - с. 2-3.

56. Дудышев Валерий. Методы преобразования энергии электрогидравлического удара и кавитации жидкости в тепло и иные виды энергии. «Новая энергетика», 1(20), 2005г. - с. 4-18.

57. Дудышев В.Д. Новые методы извлечения и полезного использования внутренней энергии вещества. «Новая энергетика», 1(20), 2005г. - с. 21-26.

58. Дудышев В.Д. Революционные открытия, изобретения и технологии для решения глобальной энергетической проблемы. Самарский технологический университет, «Новая энергетика», 1(20), 2005г., - с. 28-32.

59. Продукция компании «Акойл» (Ижевск). Вихревые теплогенераторы. Вихревые парогенераторы. «Новая энергетика», 1(20), 2005г. - с. 50-53.

60. Роберт Кунц. Мотор Ричарда Клема и конический насос. «Новая энергетика», №2, 2003г., - с. 61-64.

61. Патент РФ №2037682. Генератор гидроударов / Федоткин И.М., Гулый И.С. // Оpubл. 19.06.95г. - Бюлл. №17.

62. Патент РФ №2029611. Кавитационный реактор. / Федоткин И.М., Приступова Л.Б. // Оpubл. 28.02.95г.

63. А.с. СССР №1088782 А. Кавитационный реактор / Федоткин И.М., Козюк О.В. // Оpubл. 30.04.84г. - Бюлл. №16.

64. А.с. СССР №1099999 А. Кавитационный реактор (с прерывателем потока) / Федоткин И.М., Козюк О.В. // Оpubл. 30.06.84г. - Бюлл. №16.

65. А.с. СССР №1125041 А. Гидродинамический кавитационный реактор (с распылителем и вдувом жидкости в пограничный слой на кавитаторе) / Федоткин И.М., Мачинский А.С. // Оpubл. 23.11.84г. - Бюлл. №43.

66. А.с. СССР №781240. Устройство для гидродинамической распушки асбеста (кавитатор внутри конического корпуса с подвижным штоком) / Любарский Ю.Н., Федоткин И.М., Немчин А.Ф. // Оpubл. 23.11.80г. - Бюлл. №43.

67. А.с. СССР №1269820 А. Кавитационный смеситель (с регулируемой закруткой лопастей) / Козюк О.В., Федоткин И.М., Балалаев О.А. // Оpubл. 15.11.86г. - Бюлл. №42.

68. А.с. СССР №1152636. Смеситель (Сегнерово колесо) / Федоткин И.М., Григорьев В.А., Бадия А.В. // Оpubл. 30.04.85г. - Бюлл. №16.

69. Патент РФ RU 2054604 C16FJ24; 3/00, Ст 21, В1/00. Способ получения энергии / Оpubл. 20.02.96г. - Бюлл. №5.

70. Патент України UA 35514 А кл. 7В0, F3/8, 7/04, 9/00, 14/00. Спосіб виробництва надлишкової енергії та кавітаційний генератор для його здійснення. / Ткаченко О.М., Федоткін І.М., Тарасов В.О. / Бюл. №2, 2001р.

71. Патент України UA 66334 А кл. 7 F24J3/00, F24D3/00. Спосіб одержання тепла для опалення будинків і споруд та кавітаційний генератор безперервної дії / Корнієнко А.В. // Бюл. №4, 15.04.2004р.

72. Международная заявка PCT / SV 87 / (WO 88 / 05497) кл. FV2M33/00, B0 I F5/00, 5/08, дата міжнародної публікації 28.07.88р.

73. Патент України UA 40803 кл. F03 B I 7/06. Енергогенератор / Федоткін І.М., Бортник С.О. // опубл. - Бюл. №7, 15.08.2001р.

74. Кладов А.Ф. Способ получения энергии / Патент РФ №2054604, МПК F24J3/00 от 02.07.93г.

75. Патент РФ №2116583 МПК F24J3/00 / Порсев Е.Г. // Приоритет от 29.05.96.

76. Патент РФ №2085273, МПК B01P7/00 / Кладов А.Ф. // Бюлл. 21, 1997г.

77. Патент РФ №2142604 МПК F24J3/00. Способ получения энергии и резонансный насос-теплогенератор. / Петраков А.Д. // Бюлл. №24, 1998.

78. Патент України №58139А МПК F24J3/00 / Потапов Ю.С., Фомінський Л.П., Хрушковас К., Потапов С.Ю. Спосіб нагрівання рідини // Бюл. №7 від 15.07.2003р.

79. Патент України №47535, МПК F24J3/00 / Спосіб одержання тепла / Потапов Ю.С., Фомінський Л.П. // Бюл. №7,2002р., пріоритет від 18.05.2000.

80. Патент РФ №2165054, МПК F24J3/00. Способ получения тепла. / Потапов Ю.С., Фоминский Л.П., Толмачев Г.Ф. // Бюлл. №10, 2001г.

81. Федоткін І.М. Физико-математические основы интенсификации процессов и аппаратов пищевой и химической технологии. - Кишинев: «Штиинца», 1987г. - 264с.

82. Федоткин И.М., Гулый И.С. Математическое моделирование, теория технологических процессов и их интенсификация. - Киев: «Арктур-А», 1999г. - 41 с.

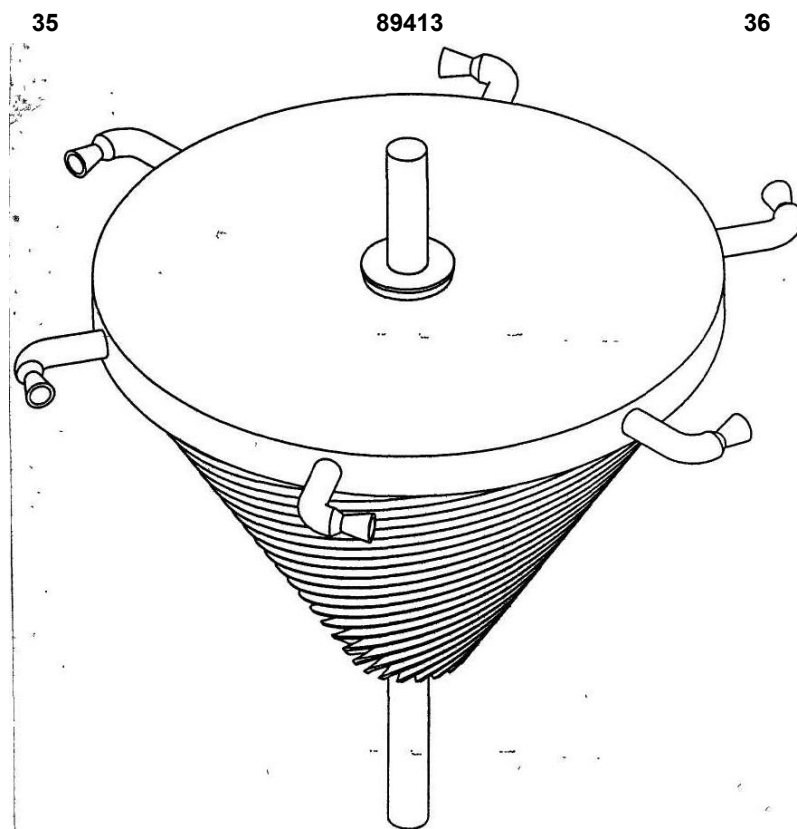
83. Федоткин И.М., Фирисюк В.Р. Интенсификация теплообмена в аппаратах химических производств. Киев: «Техніка», 1971 - 214с.

84. Федоткин И.М., Липсман В.С. Интенсификация теплообмена в аппаратах пищевых производств. Москва: «Пищевая промышленность», 1972г. - 240с.

85. Френкель Я.И. - ЖФХ, 1940, 14, 2, 305.

86. Френкель Я.И. - Astaphis - Chem. USSR, 1940, 12, 17.





Фіг. 4