

11. Офіційний сайт ДП «Енергоринок» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: www.er.gov.ua
12. Офіційний сайт Державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/

ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Исследованы технико-экономические обоснования разработки методов управления электрической нагрузкой бытовых потребителей, которые позволяют определить их участие в формировании плана электропотребления и его регулирования с целью экономии электроэнергии за счет выравнивания графиков электрических нагрузок. Проанализирован механизм формирования розничного тарифа на электрическую энергию для бытовых потребителей, проанализированы составляющие, которые напрямую зависят от режимов потребления электрической энергии.

Ключевые слова: потребитель-регулятор, график электрической нагрузки, энергоэффективность, система электроснабжения, стоимость электроэнергии, теплоснабжения.

Тихоненко Станіслав Вікторович, директор, ТОВ «Елекон ЛТД», Вишневе, Київська обл., Україна.

Громадський Юрій Степанович, директор, ТОВ «КиївПром-ЕлектроПроект», Київ, Україна.

Савицький Сергій Михайлович, асистент, кафедра автоматики та управління в технічних системах, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: savitskiy.s@ukr.net.

Гапон Дмитро Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра автоматизації енергосистем, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Тихоненко Станіслав Вікторович, директор, ООО «Элекон ЛТД», Вишневоє, Київська обл., Україна.

Громадський Юрій Степанович, директор, ООО «КиївПром-ЕлектроПроект», Київ, Україна.

Савицький Сергій Михайлович, асистент, кафедра автоматики та управління в технічних системах, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Гапон Дмитрій Анатолієвич, кандидат технічних наук, доцент, кафедра автоматизації енергосистем, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Tykhonenko Stanislav, LLC «Elecon LTD», Vishnevoe, Kyiv region, Ukraine.

Gromadsky Yuri, LLC «KyivPromElektroProekt», Kyiv, Ukraine.

Savitsky Sergey, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: savitskiy.s@ukr.net.

Gapon Dmitry, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine

УДК 662.995.018.8:662.925.002.76

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.66898

Осаул А. І.,
Самсоненко І. М.,
Волков Т. М.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ, ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ

Проведено порівняльний аналіз систем перетворення електричної енергії в механічну і механічну в теплову з реалізацією ефекту кавітації в потоці рідини, що транспортується в замкнутому контурі. Встановлено закономірності зміни температури теплоносія в залежності від його природи, інтенсивності кавітування, який визначається обертально-поступальним і обертальним рухом в кавітаторах двох типів — трубному і роторному.

Ключові слова: кавітація, тиск, вихор, обертання, знезараження, регенерація масел, ефективність, економія.

1. Вступ

Необхідність першочергової реалізації розвитку енергетики і невід'ємної її частини екологічної безпеки обумовлена сьогодні часом не тільки для України, але і для промислово розвинених країн, таких як Китай, США, Японія, Росія і більшості європейських держав.

Незважаючи на значні успіхи в області екологічної безпеки, досягнуті провідними розробниками виробництв, атомної енергії, нафтової та вугільної промисловості, все більше пріоритетними на сьогодні стають пошук і вирішення нетрадиційних і альтернативних технологій виробництва електричної енергії, тепла і ути-

лізації продуктів життєдіяльності людини. Порядку населення планети Земля від енергетичного «голоду» і екологічного зараження приділено посилену увагу, відображення якого знаходимо в нових розробках пристроїв і технологій [1–10].

У нетрадиційних технологіях прояв енергії кавітації розглядається в основному для виробництва тепла [5]. У той же час ряд досліджень присвячені питанню вирішення екологічних завдань [11]. З урахуванням встановленого ефекту подвійної дії енергії кавітації на рідині: зміни властивостей, хімічного складу при одночасному виділенні тепла необхідність удосконалення систем і технологій кавітування очевидна. Цьому напрямку

і присвячений ряд досліджень, результати яких викладені в пропонованій роботі.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Кавітація, як явище ерозійного руйнування поверхні металевих конструкцій (коліс турбін, насосів, гребних гвинтів) відома більше ста років [1]. Дослідження останніх 50 років присвячені питанням визначення умов виникнення кавітаційного руйнування металу і технологічних розробок, які забезпечують запобігання цього руйнування [12]. У більшості виконаних досліджень ефект кавітації розглядається як негативний фактор впливу на експлуатаційний ресурс виробу. Найбільш інтенсивно з 1985 року виконувалися роботи по виявленню можливості дослідження результатів прояви дії енергії кавітації в якості джерела виробництва тепла [12–14]. За останні 10 років значно зросла кількість публікацій з позитивними результатами випробувань кавітаторів в технологічних процесах [11, 15–17]. Крім зміни основних технологічних параметрів, що виникає після кавітування, в публікаціях практично відсутня інформація про реальну експлуатаційну стійкість робочих камер кавітаторів. Такий стан свідчить про те, що в роботах перше – використовувався лабораторний (або пілотний) зразок кавітатора і друге – експлуатаційна стійкість робочої камери кавітатора не афішується з комерційних міркувань або недостатньої кількості напрацьованих машиногодин. Такий висновок напрошується з огляду відомих даних, які були наведені в 2003 році NASA (США), про характеристики кавітаційних бульбашок з діаметром 10 мкм, які при руйнуванні виділяють в мікроімпульсі озон, окислювальна здатність якого для конструкційної маловуглецевої сталі відома – йде її інтенсивне розчинення, провідну роль в якому відіграє перш за все корозійне руйнування. Енергія ж «схлопування» самого кавітаційного пухирця спрямована не на метал, а на продукт корозійного процесу, окислену плівку ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$), на руйнування якої витрати енергії кавітації потоку мізерно малі.

Повідомлення про те, що кавітаційні пристрої (особливо, роторні виконані з конструкційної сталі) працюють протягом ряду років (3–7) більш, ніж сумнівні через реалізацію вищезгаданого механізму руйнування.

Відсутність надійної достовірної інформації про реальну експлуатаційну стійкість робочих камер кавітаторів при використанні води в якості теплоносія зумовили необхідність розробки таких автономних вихрових енергетичних систем, в яких можна було б одночасно використовувати кавітатор, як інструмент для вирішення екологічних або технологічних задач шляхом впливу на структуру напівпродукту і для рішення задачі по виробництву тепла при кавітуванні для опалення та гарячого водопостачання.

Крім того, в ряді останніх публікацій наводиться полеміка (і поки безрезультатна) з двох основних питань: – відсутність чіткої методики розрахунку економічної ефективності від застосування кавітаторів в одно і двох, трьох- контурних системах; – бездоказове гоніння на авторів, що пояснюють і показують на своїх експериментах наявність процесів протікання «ХЯС» (холодного ядерного синтезу) при кавітуванні води [5, 14, 18–20].

Ці принципи два питання зумовили необхідність виконання цих досліджень.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єкт дослідження – трубні і роторні перетворювачі руху енергії рідини, тобто кавітатори.

Мета дослідження – визначити оптимальні розміри і рельєф робочих поверхонь завихрювачів в трубних та роторних кавітаторах.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні задачі:

1. Визначити теплоносій, фізико-хімічні якості якого не змінюються при довгостроковому кавітуванні і при використанні якого отримано найбільший тепловий ефект.
2. Визначити температурні режими для відпрацьованих трансформаторних масел.
3. Визначити терміни кавітування стічної води до повного її знезараження.

4. Матеріали і методи дослідження впливу природи енергоносія на зміни їх структури і процесу виробництва тепла

4.1. Досліджувані матеріали та обладнання для виконання експериментів. Дослідження проводили з використанням в якості енергоносія і об'єкта дослідження мережеву і стічну воду, технічний гліцерин (ГОСТ 6824-96) і його розчини, відпрацьовані трансформаторні і моторні масла, термолан (ТУ 24.1-0025601-099-2001), поліметилсилоксанові суміші двох марок ПМС-500, ПМС-1000 (ГОСТ 13032-77).

Дослідження на лабораторних установках трубного (ПЕВ-0) і роторного (РСТГ-1) проводили з використанням електролічильника активної енергії (ЕМР134.02.1, № 65067, 2002 р.), і витратомірів (ВСКМ-16/40), капілярних термометрів (SB 15), годинника.

При дослідженні стічних вод, відпрацьованих трансформаторних олів до і після кавітування використовували стандартні методики лабораторій державних підприємств: Правобережний Окремий Підрозділ ГУ Запорізького обласного лабораторного центру Держсанепідслужби України, ДніпроГЕСа, ЗАТ «Запоріжсталь», ВАТ «Дніпроспецсталь», ВАТ «Запоріжжяобленерго», ВАТ «ВІТ» («Український науково-дослідний проектно-конструкторський та технологічний інститут трансформаторобудування»).

При виконанні експериментів термодатчиками фіксували поточні показники температури до і після виходу випробуваної рідини в першому і в другому контурах кавітаторів. Зміна радіофону на трасі руху потоку фіксували радіометром через спеціальну комірку з прозорим екрануючим склом, що виключає спотворення показників γ -випромінювання. За допомогою електричного лічильника активної енергії фіксували миттєві, накопичені покази витраченої енергії. Всі характеристики досліджених рідин отримані при варіюванні двох факторів: час і температура кавітування.

4.2. Методика визначення показників властивостей кавітованих рідин. Пряма оцінка впливу часу і граничних температур кавітування здійснювалася за результатами визначення питомих витрат електроенергії, максимальних змін його властивостей і хімічного складу при відборі двох (до і після кавітування) або декількох (до

семи) для виявлення екстремального характеру зміни властивостей.

Основними показниками, обумовленими в експериментах теплотехнічного напрямку, було обрано: питоми витрати електроенергії $W_{в}$, Вт/м²·год, отримана кількість тепла $Q_{п}$ ккал/год, витрачена кількість електричної енергії W_3 , кВт/год; тепловий еквівалент 1 кВт ≈ 860 ккал ≈ 3600 кДж.

При проведенні експериментів технологічного та екологічного спрямування ступені знезараження води і регенерації трансформаторних масел визначали по зміні ($\pm\Delta$) показників досліджуваних рідин за час їх кавітування.

Кінцеву оцінку ефективності використання кавітування в діючих опалювальних системах визначали попередньо після контрольних замірів отриманого тепла і витраченої електроенергії в сталому режимі автоматичного термодиклювання (табл. 1).

Таблиця 1

Приклад розрахунку КПЕ (коефіцієнта перетворення енергії) АМК-3* для двоконтурної системи опалення та ГВП

№	Найменування показників	Символ	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	Встановлена потужність електродвигуна	$N_{в}$	кВт	11×2	2 насоси
2	Мінімальне споживання електроенергії при виході у режимі циклювання	W_3	кВт	9	При $t^I = 85 \pm 2$ в I-му контурі
3	Температура виходу води з бака-акумуляторного теплообмінника	t_{II}^I	°C	65	Бак-акумулятор $V = 580$ л
4	Температура повернення води в теплообмінник	t_0^I	°C	53	—
5	Продуктивність циркуляційного насосу другого контуру	Q_{II}	л/год	580	—
6	Середньодобове споживання електроенергії при циклі $\tau_p = 50 : \tau_c = 50$	$W_{св}$	кВт/год	4,5	—
7	Теплопродуктивність АМК: $ТП = e \cdot m \cdot \Delta t$	$ТП_{п}$ ел. экв.	ккал/год кВт/год	6960-8,1	2 трубних кавітатори $ТП = 1 \cdot 580 \cdot 12$
8	$КПЕ = \frac{ТП_{п}}{W_3} = \frac{8,1}{4,5}$	КПЕ	—	1,8**	Теплообмінник I-го контуру — розчин води та гліцерину 50 : 50, II-го — вода

Примітка: * для об'єкта об'ємом 2000 м³ без використання нічного тарифу; ** без урахування ККД електронасоса

5. Результати досліджень показників кавітування теплоносіїв для вирішення теплотехнічних задач

Принципові схеми конструкцій лабораторних і промислових пілотних зразків, розроблених авторами систем використання трубних і роторних кавітаторів, ґрунту-

ються на відомому принципі поділу рухомого потоку робочого тіла в трубці Ранке-Хілша, в якій формується умовно «гарячі» і «холодні» зони транспортування в замкнутому контурі енергоносія. Крім поділу потоку на всіх ділянках руху енергоносія основну увагу приділено різним конструкціям рельєфу робочої поверхні для посилення ефекту зародження і «схлопування» кавітаційних бульбашок в потоці рідкого енергоносія.

На погляд авторів статті, фактично кавітатор, як пристрій для інтенсивного виробництва кавітаційних бульбашок, повинен бути названий перетворювачем енергії вакууму, в якому фактично реалізується процес вакуумування потоку рідини шляхом руйнування його суцільності, тобто шляхом утворення розривів — каверн (власне мікропухирців), що мають негативний тиск. Цей процес забезпечений спеціальним рельєфом робочих поверхонь, яким в реакційних зонах пристрою створені умови розриву суцільності потоку. Спеціальний рельєф імітує структуру шкіри акули.

Для забезпечення стабільності процесу кавітації конструкція кавітатора — перетворювача енергії вакууму, пов'язана замкнутим трубопроводом з електронасосом (при трубному типі) або з корпусом (роторний тип); на вхідному штуцері перед кавітатором встановлений термодатчик 6, що забезпечує роботу одноконтурної системи в автоматичному режимі (рис. 1).

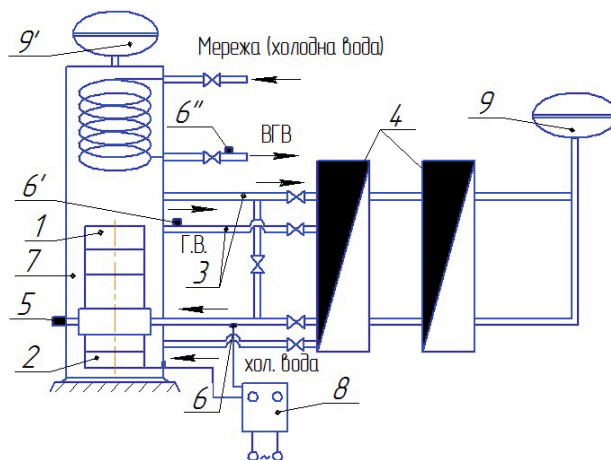


Рис. 1. Принципова схема використання кавітатора для опалення і ГВП

Дана схема АМК випробувана і знаходиться в експлуатації для опалення більше 1000 м² з використанням двох контурів: в першому контурі (власне «кавітаторному») в якості теплоносія використовується розчин технічного гліцерину і води (50 : 50), у другому контурі, що включає теплообмінник, розміщений в корпусі кавітатора, використовується вода. Можливий варіант використання в другому контурі 2х теплообмінників — для води обігрівальної і для води, що витрачається. При цьому термодатчик 1-го теплообмінника встановлено на трубопроводі подачі (6') води у 2-му контурі для обігріву, а в другому теплообміннику термодатчик встановлений на трубопроводі отримання (ВГВ) гарячої води, яка витрачається (6").

До складу АМК (рис. 1) входять: кавітатор 1 (трубний або роторний), електронасос 2 (або електродвигун для роторного кавітатора), подаючий гарячий трубопровід 3, радіатори 4, манометр 5, термодатчики 6 першого

контур 6', 6'' — для двох споживачів другого контуру опалення і гарячої води, яка витрачається, акумулятор 7, блок контролю та автоматичного управління 8. Підвищення тиску в контурі при нагріванні рідини компенсується розширювальним баком 9' (першого) та 9 (другого) контурів.

Додаткове зменшення ще в $1,5 \div 2$ рази споживання електроенергії досягається при використанні в якості теплоносія рідин, у яких теплопровідність, в'язкість, температура кипіння максимально можливі, а теплоємність мінімальна.

До таких рідин відносяться технічний гліцерин, поліметилсилоксанова суміш (ПМС-1000), термолан та т. п., при використанні яких значно (в 2–3 рази) збільшується швидкість підйому температури, ніж при використанні води (рис. 2). При нагріванні кавітуванням, зокрема, ПМС-1000 відсутні запах і корозійне руйнування робочої зони перетворювача.

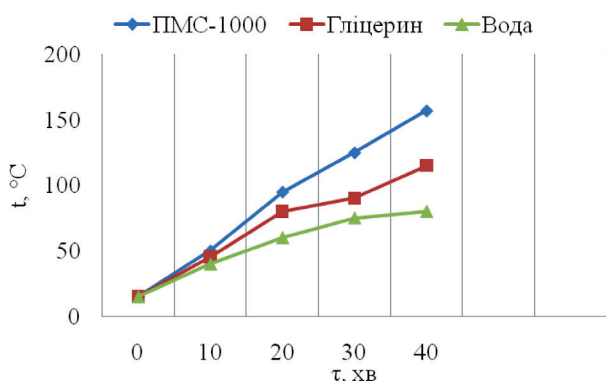


Рис. 2. Швидкість підйому температури теплоносія у кавітаторі (без навантаження II контуром)

Встановлені залежності впливу природи теплоносія на динаміку зміни температури і питомі витрати в процесі його кавітування в замкнутому об'ємі проявляються при визначенні кінцевого результату ефективності опалювальної системи, в першому контурі були використані вода, технічний гліцерин і поліметилсилоксанова суміш ПМС-1000. Дані розрахунків наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Порівнювальні дані показників теплової ефективності АМК-2 (двоконтурна)

Теплоносій в першому контурі	Швидкість нагріву у контурах, град/хв		t °C кипіння	В'язкість ν , сСт	Коефіцієнт ефективності перетворення (КЕ)
	I-м	II-м			
Вода*	2,50	0,40	100	1	> 1,86
Технічний гліцерин	5,60	0,77	265	450	> 2,46
Поліметилсилоксанова суміш	10,80	1,62	317	1000	> 3,89

Примітка: * в другому контурі — вода

Найбільша ефективність використання ПМС-1000 в якості теплоносія очевидна. При цьому спостерігається прямий зв'язок з високим ступенем кореляції ($r \approx 1$), між температурою кипіння, в'язкістю, швидкістю нагрівання при реалізації ефекту кавітації.

На рис. 3, а представлені результати визначення швидкості підйому температури в першому контурі після кавітатора при використанні в якості теплоносія води, гліцерину і поліметилсилоксанової суміші (ПМС-1000). Аналіз результатів вимірів температури і витрати електроенергії при підвищенні температури (рис. 3) показав, що застосування високотемпературних теплоносіїв значно зменшує витрати на виробництво тепла. Падіння споживання електроенергії визначається трьома основними змінами структури і властивостей теплоносія:

- при нагріванні в'язкість всіх випробуваних теплоносіїв помітно падає;
- аналогічно проявляється зміна теплоємності та змочуваності;

— насичення об'єму рідини теплоносія в першому контурі кавітаційними бульбашками, «схлопування» яких в існуючій конструкції в два етапи, частково на розвихрювачі (або гальмі) і в релаксаторі, тобто насичення об'єму рідини мільярдами мікрокавітаційних бульбашок, перехід з однофазної (рідина) в двофазну (рідина + кавітаційна бульбашка) призвело до значного ($2 \div 4$ рази) зменшення гідравлічного опору і відповідного зменшення енерговитрат при споживанні електроприводу (рис. 3, б). Одночасне проявлення зазначених змін в рідинно-газовому енергоносії призводить до зменшення витрат, зокрема, на опалення в 3 рази. Дані отримані при експлуатації двоконтурної системи з трубними кавітаторами.

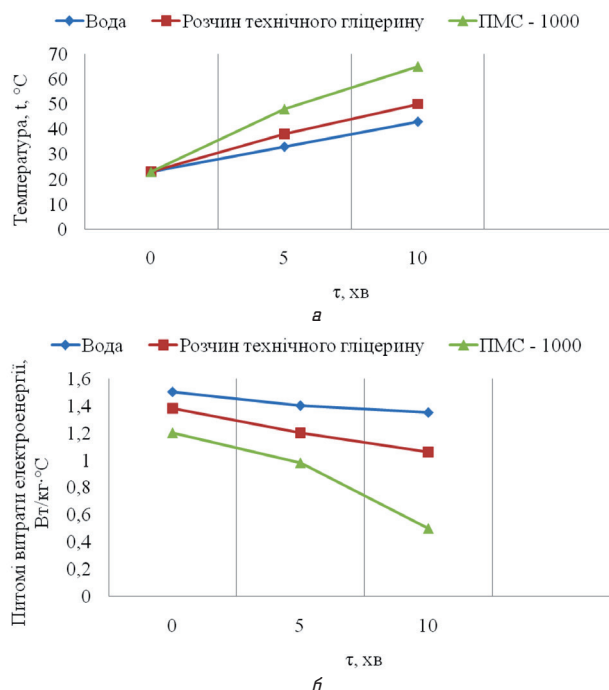


Рис. 3. Вплив природи теплоносія: а — на швидкість нагріву рідини у кавітаторі (з навантаженням II контуром); б — на питомі витрати електроенергії (на старті)

Тривала (більше 4-х років) експлуатація трубних кавітаторів на пілотних зразках опалювальних систем показала, що спеціальний рельєф конструктивних елементів робочих поверхонь в зоні інтенсивного зародження і руйнування кавітаційних мікропухирців забезпечує виключення кавітаційного руйнування, характерного для традиційних форм лопатей турбін, гребних гвинтів, коліс

насосів, так як зародження і руйнування мікропухирців відбувається поза контактом з поверхнею конструкції, а в об'ємі рухомого теплоносія, природа якого повинна забезпечити виконання двох вимог:

- не викликати корозію всередині конструкції;
- не полімеризуватися при детальній багаторазовій дії ефекту кавітації.

Серед раніше випробуваних в якості теплоносіїв першого контуру відпрацьованих масел, вуглеводневих сполук з водою, найбільш ефективною виявилася поліметилсилоксанова суміш. Було випробувано дві марки суміші: ПМС-500 і ПМС-1000.

Власне повне пояснення підвищення ефективності кавітування підтверджують графіки на рис. 4, отримані від замірів зміни температури, тиску і електричного струму на одноконтурній системі з трубним кавітатором сполученим з електронасосом (потужність $N = 32$ кВт, $n = 3000$ об/хв) перекачує в замкнутому контурі 800 л води.

Падіння тиску в контурі в 4 рази, споживання електричної енергії майже в 2 рази при температурі 90 °С забезпечують можливість використання кавітаторів для вирішення технологічних задач.

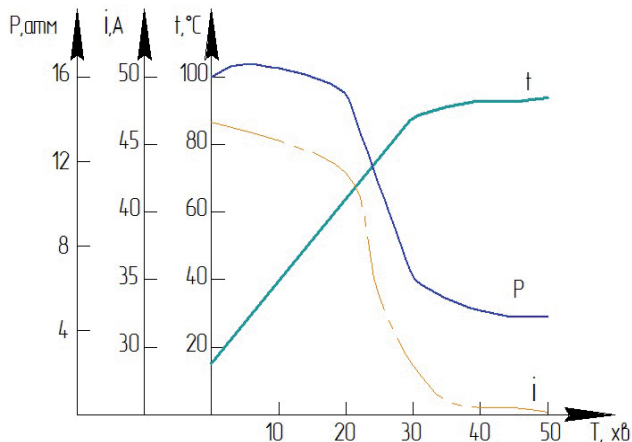


Рис. 4. Динаміка зміни показників при нагріві води у трубному кавітаторі

На рис. 5 представлена схема технологічного використання кавітаторів (роторного і трубного) яка складається з: кавітатора 1, електродвигуна 2, трубопроводу 3, байпаса 4, завихрювача 5, термопари 6, ємності для напівпродукту 7, ємності для готового продукту 8, і блоку контролю та автоматичного управління 9.

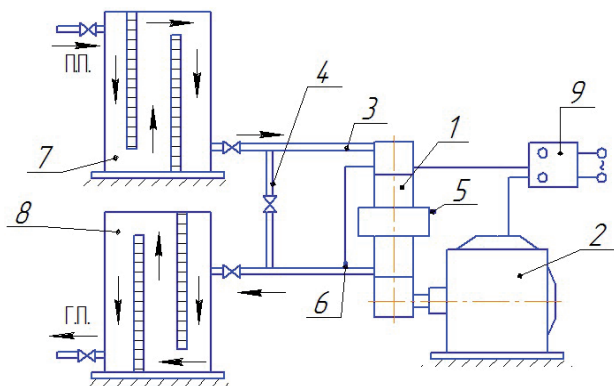


Рис. 5. Принципова схема використання кавітатора для рішення технологічних задач

6. Результати досліджень екологічного та технологічного напрямків

При виконанні умов використання перетворювача в замкнутій системі виникає насамперед тепло, як результат руйнування безлічі мікропухирців кавітаційної природи під час проходження через всі елементи конструкції. Нагрівання рідини здійснюється за рахунок реалізації наступних процесів:

- руйнування кавітаційних мікропухирців, при якому одночасно з великою швидкістю «схлопування» мікропухирців відбувається зняття (розрядка) електричного потенціалу між навколишньою рідиною бульбашки і парогазовим простором, що має негативний тиск;
- внутрішнього тертя шарів робочого тіла (рідини);
- тертя рідини по поверхні елементів конструкції перетворювача і насоса;
- слабковираженого холодного ядерного синтезу (ХЯС) (при існуючих обмежених показниках руху рідини), виникнення якого підтверджується зміною фізико-хімічних властивостей рідкого робочого тіла (в процесі тривалого використання) та незначним, але все ж збільшенням радіофона (на $5 \div 10$ мкР при $P_{90}^0 = 0,8$ МПа).

Останній процес (ХЯС), незважаючи на численні «викриття» його відсутності, підтверджується не менш численними дослідженнями його наявності при роботі кавітаційних систем [21–24].

Процесу ХЯС останні двадцять років присвячено багато робіт з різними суперечливими результатами і єдино правильним, з точки зору авторів статті, затвердженням: процес ХЯС не може не існувати в оточуючій нас природі, тому що являє собою, з точки зору температурного режиму, проміжну модифікацію ядерних реакцій. Для підтвердження цього реального існування ХЯС досить навести приклад з дослідження академіка Б. В. Болотова, який довів реальність перебігу реакцій ХЯС в шлунках курей, які споживали з їжею пісок (SiO_2) і відсутність шкаралупи на яйцях курей, у яких не було в раціоні піску [2].

Для прояву первинного ефекту від дії кавітації на теплоносії і визначення впливу кавітування на зміни фекальних стічних вод на лабораторному устаткуванні була виконана робота (на роторному кавітаторі) з визначенням рН, хімічного складу води, біологічного забруднення, tg кута діелектричних втрат, вмісту води в відпрацьованих трансформаторних маслах до і після кавітування (на трубному кавітаторі). Результати аналізів проб по стічній воді наведено на рис. 6, а-е), зміни основних складових води наведено в табл. 3.

Отримані результати свідчать про ефективність використання кавітаційних систем для активування, очищення та знезараження води.

Зміни стану трансформаторних масел до і після кавітування представлені в табл. 4.

Отримані результати свідчать про принципову можливість використання кавітування відпрацьованих масел і значного здешевлення при цьому процесу регенерації і забезпечення виконання екологічних вимог при реалізації запропонованої технології на об'єктах і галузях, що приведені в табл. 5.

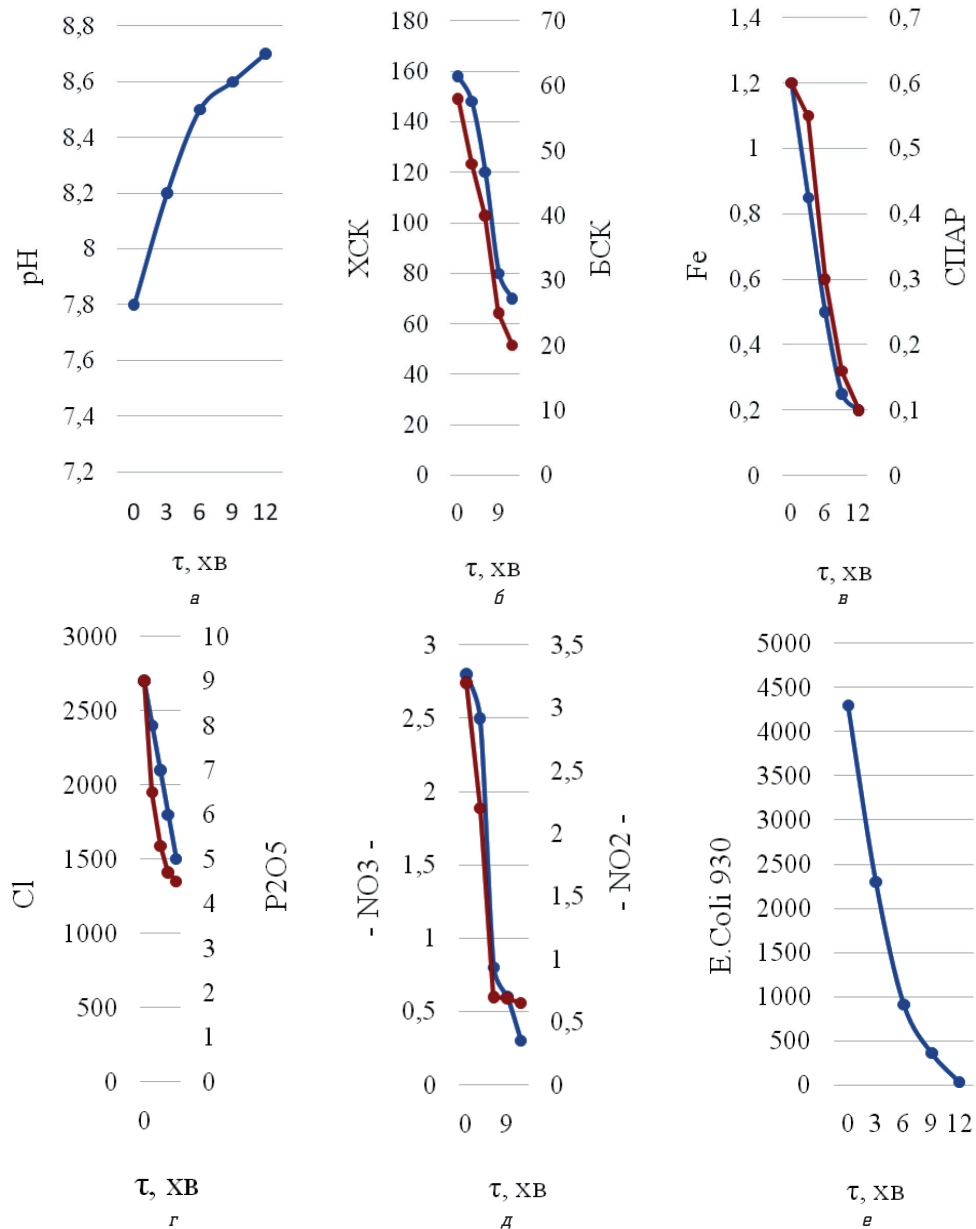


Рис. 6. Динаміка змін результатів кавітування стічної води: а — рН; б — ХСК, БСК; в — Fe, СПАР; г — Cl, P₂O₅; д — NO_2^- , NO_3^- ; е — E.Coli 930

Таблиця 3

Зміна основних параметрів води після 12 хвилин кавітування

Параметр	До (мг/дм ³)	Після (мг/дм ³)	±Δ (%)
рН	7,8	8,6	+10
БСК-5	150,0	88,0	-170
ХСК	180,0	80,0	-225
Сухий залишок	3712,0	1370,0	-270
Залізо	0,9	0,2	-450
Хлориди	2680,0	1670,0	-160
Нітриди	2,75	1,50	-183
Нитрати	2,7	0,5	-675
СПАР	1,0	0,2	-500
Фосфати	9,8	4,8	-204
Індекс ЛКП (E-coli930)	4300	<300	-1433

Таблиця 4

Результати кавітування відпрацьованого трансформаторного масла

Характеристики	Одиниці виміру	показник		Зміна -Δ % зменшення +Δ % збільшення	
		До	Після		
Температура займання	°С	135	148	+9,1	
Кислотне число	на 1 г масла 1 мг КОН	0,064	0,025	-256	
Водорозчинні кислоти	%	0,0042	0,0015	-280	
Діелектрична міцність	ДніпроГЕС, трансформаторна підстанція	кВ	19	33	+42,5
	Завод «Дніпроспецсталь», трансформатор дугової печі	кВ	1,5	64	+97,7
	Завод «Запоріжсталь», трансформатор дугової печі	кВ	12	69	+82,6
	Завод «Коксохім», трансформатор дугової печі	кВ	15	40	+62,5
tg кута діелектричних втрат	%	7,5	4,8	-156	
Зміни складу газів					
	H ₂	%	0,06053	0,00147	-4117
	O ₂	%	0,34804	0,15793	-220
	N ₂	%	5,0632	4,3033	-117,6
	CH ₂	%	0,01568	0,003	-11,1
	CO	%	0,03024	0,04079	+31,8
	CO ₂	%	0,17294	0,19977	+15,5
	C ₂ H ₆	%	0,00553	0,00086	-643
	C ₂ H ₄	%	0,00107	0,00268	+250
	C ₂ H ₂	%	0	0	0
	Загальний вміст	%	5,69	4,17	-20,8

Таблиця 5

Об'єкти і основні галузі використання кавітаторів

Теплозабезпечення	Технології	Екологія
Житлові будинки*	Технології гомогенізації та термообробки (ТО)	Водне господарство
ЖКГ АМК для опалення ГВП*	Виробництво парфумерії	Знезараження стічних вод*
Виробничо-побутові приміщення*	Лакофарбове виробництво	Знезараження забірної води*
Ферми та теплиці*	Паперова промисловість	Підвищення активності гумусу
Спортивні комплекси*	Регенерація трансформаторних олив*	Знезараження і регенерація лікувальних брудів
Школи та дитячі сади	Відновлення властивостей моторних олив*	Підвищення активності поливної води
Лікарні, санаторії	Виробництво біопалива	Виробництво метану при переробці відходів тваринницьких комплексів
Спальні залізничні вагони	Підвищення активності зв'язуючих будівельних розчинів	Дефекація води у рибопітомниках, зниження кислотності
Казарми	Переробка буряка на спиртзаводах	Підвищення росту мікрободоростей рибного господарства
Кафе-бар	Пастеризація харчових продуктів	Змішування не змішуваних рідин
Їдальні	Виробництво пива та вина	Регенерація технічних лужних розчинів для змиву вісей залізничних вагонів

Примітка: * технології випробування кавітаторів на пілотних пристроях

7. Обговорення результатів дослідження екологічного та технологічного напрямків

Отримані результати виконаних експериментів на лабораторних пристроях кавітаторів (трубних і роторних) свідчать про ефективність кавітування стічної води (табл. 3), регенерації трансформаторного масла (табл. 4). Водночас проявлення теплового ефекту при кавітуванні рідин підтвердили можливість використання одного

і того ж пристрою для отримання підвищення економічної ефективності при опаленні і ГВП (табл. 1). При цьому встановлено значний вплив природи теплоносія на показник теплоутворення (табл. 2).

Реалізація в одному агрегаті виконання двох механізмів: перетворення структури рідини і одночасний її нагрів дозволяє значно збільшити перелік об'єктів і галузі використання кавітаторів (табл. 5).

Приведені в табл. 1–5 позитивні результати дослідження процесу кавітування при вирішенні теплотехніч-

них, екологічних та технологічних задач автори статті вважають можливим віднести до переваг розроблених пристроїв.

До недоліків пропонуємих для різних галузей кавітуючих пристроїв слід віднести шумове забруднення, зменшення якого потребує використання їх в ізолюваних приміщеннях.

В цілому корисність пропонуємих розробок може бути отримана з більшим ефектом в галузях, де треба в одно час вирішити скажімо, теплотехнічну і екологічну задачу.

Перші проби кавітування рідин з метою здешевлення опалення були виконані у 1998 році на Дніпровській ГЕС-1 Запоріжжя і були отримані позитивні результати на протязі 4-х років. Не дивлячись на переваги в роботах (по суб'єктивних причинах) в останні роки продовжується удосконалення систем опалення, знезараження стічних вод, регенерації трансформаторних масел. На даному етапі накопичений дослідницький матеріал і наявність діючих пілотних зразків дають підстави для пропозиції щодо впровадження у виробництво розроблених зразків тепlopостачання на державних підприємствах.

Кінцевою потенційною метою виконаних досліджень може бути розробка автономного теплогенератора, тобто системи виробництва тепла і електроенергії водночас, про що повідомляється в роботі [2]. Виконання можливо тільки в умовах цільового державного фінансування.

Приватні підприємства, що відомі авторам статті, сьогодні не готові до співпраці в цьому напрямку виробництва електроенергії автономними системами.

8. Висновки

У результаті проведених досліджень зроблено наступні висновки:

1. В порівняльних експериментах вибору теплоносія найбільш відповідаючим виконанню поставленої задачі є ряд поліметилсилоксанових сумішей, в разі, випробовані марки ПМС-500 і ПМС-1000.

2. Визначено температурні режими для відпрацьованих трансформаторних масел. Оптимальна температура регенерації у трансформаторних масел типу Т-1500 є 90 °С. Термін кавітування на лабораторних пристроях — 30 ÷ 60 хвилин. Отримані результати характеристик кавітованого масла наведені в табл. 4.

3. Визначено терміни кавітування стічної води до повного її знезараження, результати яких наведені в табл. 3, а динаміка знезараження — на рис. 6.

Література

1. Фоминский, Л. П. Как работает вихревой теплогенератор Потапова [Текст] / Л. П. Фоминский. — Черкассы: ОКО-ПЛИУС, 2001. — 103 с.
2. Фоминский, Л. П. Сверхединичные теплогенераторы против Римского клуба [Текст] / Л. П. Фоминский. — Черкассы: ОКО-ПЛИУС, 2003. — 424 с.
3. Потапов, Ю. С. Энергия вращения [Текст] / Ю. С. Потапов, Л. П. Фоминский. — Кишинев: Молдавский центр «Ноосферные технологии» РАЕН, 2001. — 382 с.
4. Геллер, С. Вихревые теплогенераторы. Гидроимпульсный нагреватель жидкости [Текст] / С. Геллер // Аква-Терм. — 2006. — № 6(34). — С. 28–29.
5. Халатов, А. А. Результаты испытаний вихревого теплогенератора ТПМ 5,5-1 [Текст] / А. А. Халатов, А. С. Коваленко, С. В. Шевцов // Промышленная теплотехника. — 2002. — Т. 24, № 6. — С. 40–46.
6. Акимов, А. Е. Научные основы и пути развития торсионных источников энергии [Текст] / А. Е. Акимов, Р. Н. Кузьмин, Р. Н. Мустафаев // Академия Тринитаризма. — 15.10.2004. — Эл. № 77-6567, публ. 11576. — Режим доступа: \www/URL: http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/005a/02310002.htm
7. Кавитационно-вихревой теплогенератор [Текст]: пат. 2235950 РФ: МПК 7 F24J3/00 / Кочкин С. С., Атаманов В. В., Коротков О. В., Маркевич А. В. и др.; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «НПК «ИНАТЭК». — № 2002119773/06; заявл. 27.03.2003; опубл. 10.09.2004.
8. Роторный насос — теплогенератор [Текст]: пат. 2159901 РФ: МПК 7 F24J3/00, F25B30/00 / Петраков А. Д., Санников С. Т., Яковлев О. П.; заявитель и патентообладатель: Петраков А. Д., Санников С. Т., Яковлев О. П. — № 98115256/06; заявл. 07.08.1998; опубл. 27.11.2000, Бюл. № 12.
9. Роторный гидроударный насос — теплогенератор [Текст]: пат. 2202743 РФ: МПК 7 F24J3/00 / Петраков А. Д., Радченко С. М., Яковлев О. П.; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Радекс». — № 2001115428/06; заявл. 07.06.2001; опубл. 20.04.2003.
10. Теплогенератор струйного действия [Текст]: пат. 20966694 РФ / Недорезков П. М.; заявитель и патентообладатель: Недорезков П. М. — заявл. 29.08.1995; опубл. 20.11.1997.
11. Осаул, О. И. Автономные вихровые энергосистемы, как приоритетные направления инновационной деятельности державы в теплоэнергетической галузі [Текст] / О. И. Осаул, П. О. Осаул, А. О. Осаул // Прометей. — 2007. — № 1(22). — С. 126–129.
12. Осаул, П. А. Разработка автономных систем теплопроизводства с ПЭДЖ, совмещенным с теплообменником [Текст] / П. А. Осаул, А. И. Осаул // Материалы конференции «Аномальные физические явления в энергетике и перспективы создания нетрадиционных источников энергии». — Харьков, 2005. — С. 250–261.
13. Производственное Предприятие «Техмаш» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: www.tecmash.com.ua. — 05.03.2016.
14. Научно-внедренческая фирма «Нотека». Экология, ресурсосбережение, энергоэффективность [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: http://www.noteka.narod.ru. — 05.03.2016.
15. Жебышев, Д. А. Возбуждение колебаний в жидких средах гидродинамическими генераторами [Текст] / Д. А. Жебышев // Справочник. Инженерный журнал. — 2004. — № 12. — С. 19–24.
16. Фоминский, Л. П. Роторные генераторы дарового тепла. Сделай сам [Текст] / Л. П. Фоминский. — Черкассы: ОКО-ПЛИУС, 2003. — 346 с.
17. Академия тринитаризма [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: http://www.trinitas.ru. — 05.03.2016.
18. Fleischmann, M. Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium [Text] / M. Fleischmann, S. Pons // Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry. — 1989. — Vol. 261, № 2. — P. 301–308. doi:10.1016/0022-0728(89)80006-3
19. Schaurberger, V. The Energy Evolution: Harnessing Free Energy from Nature [Text] / V. Schaurberger; ed. C. Coast. — Gill & Macmillan Ltd., 2000. — 268 p.
20. Taleyarkhan, R. P. Evidence for Nuclear Emissions During Acoustic Cavitation [Text] / R. P. Taleyarkhan // Science. — 2002. — Vol. 295, № 5561. — P. 1868–1873. doi:10.1126/science.1067589
21. Meyer, E. Zur Phasenbeziehung zwischen Sonolumineszenz und Kavitationsvorgang bei periodischer Anregung [Text] / E. Meyer, H. Kuttruff // Zeit. Angew. Phys. — 1959. — Vol. 11. — P. 325–333.
22. Jones, S. E. Observation of cold nuclear fusion in condensed matter [Text] / S. E. Jones, E. P. Palmer, J. B. Czirr, D. L. Decker, G. L. Jensen, J. M. Thorne, J. Rafelski // Nature. — 1989. — Vol. 338, № 6218. — P. 737–740. doi:10.1038/338737a0
23. Cold Fusion [Text] // The Race for Cold Fusion. — Princeton University Press, 1991. — P. 52–69. doi:10.1515/9781400861606.52
24. Sorokodum, E. On general nature of forces [Text] / E. Sorokodum // New Energy Technologies. — January-February 2002. — Vol. 1, № 4. — P. 30–36.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ КАВИТАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ, ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Проведен сравнительный анализ систем преобразования электрической энергии в механическую и механической в тепловую с реализацией эффекта кавитации в потоке жидкости, транспортируемой в замкнутом контуре. Установлены закономерности изменения температуры теплоносителя в зависимости от его природы, интенсивности кавитирования, определяемой вращательно-поступательным и вращательным движением в кавитаторах двух типов — трубном и роторном.

Ключевые слова: кавитация, давление, вихрь, вращение, обеззараживание, регенерация масел, эффективность, экономия.

Осаул Олександр Іванович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра гідроенергетики, Запорізька державна інженерна академія, Україна.

Самсоненко Ігор Миколайович, аспірант, кафедра гідроенергетики, Запорізька державна інженерна академія, Україна, e-mail: isamson@ua.fm.

Волков Тимофей Михайлович, кафедра гідроенергетики, Запорізька державна інженерна академія, Україна.

Осаул Александр Иванович, кандидат технических наук, доцент, кафедра гидроэнергетики, Запорожская государственная инженерная академия, Украина.

Самсоненко Игорь Николаевич, аспирант, кафедра гидроэнергетики, Запорожская государственная инженерная академия, Украина.

Волков Тимофей Михайлович, кафедра гидроэнергетики, Запорожская государственная инженерная академия, Украина.

Osaul Alexandr, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine. Samsonenko Igor, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine, e-mail: isamson@ua.fm.

Volkov Timofey, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine