

ПІДГОТОВЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ В СИСТЕМАХ ОБОРОТНОГО ТЕПЛОДОПОСТАЧАННЯ

Кюрчев Володимир Миколайович¹, член-кореспондент НААН України,
д.т.н., професор, **Ректор**

Мовчан Сергій Іванович¹, к.т.н., доцент,
завідувач кафедри геоecології та землеустрою,
Голова басейнової ради річок Приазов'я,

¹Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторног, м. Мелітополь, Україна.

Андріанов Олександр Анатолійович², к.т.н., **Керівник**

²Запорізьке регіональне представництво Українського національного комітету
міжнародної торгової палати (ICSS UKRAINE) м. Запоріжжя, Україна.

Бережецький Олександр Васильович³, к.т.н., **Фінансовий директор**

³Товариство з обмеженою відповідальністю «САВ КОМПЛЕКТ»
м. Запоріжжя, Україна.

Щелкунов Володимир Ігорович⁴, д.е.н., професор,

⁴**Президент ICSS Ukraine**, член Урядового комітету КМУ,

член Світової Ради міжнародної торгової палати, м. Київ, Україна.

Анотація. В промислових умовах апробовано прилад імпульсної високочастотної підготовки води в системах оборотного тепловодопостачання за двома технологічними схемами вертикально розташованими: кожухотрубний рекуперативний теплообмінний апарат (КРТА) і пластинчастий теплообмінний апарат (ПТА).

Отримані результати промислових випробувань приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води в робочому режимі, які проводилися у жорстких умовах виробничого процесу в режимі реального часу, наочно довели надійність та ефективність процесу захисту та боротьби із накипом на робочих поверхнях елементів контуру водоохолодження печі, забезпечуючи екологічну безпеку водних об'єктів, збільшення міжремонтного періоду експлуатації феросплавної печі, зменшення обсягів та вартості ремонтних робіт та зниження техногенного навантаження на водні об'єкти.

Ключові слова: теплообмінний апарат, електронна водопідготовка, система оборотного водопостачання.

Постановка проблеми. Системи оборотного тепловодопостачання є важливою складовою промислового сектору країни, в яких використовуються вода, водні розчини, технічні рідини і, як наслідок, стічні води в системах обігового, повторного, оборотного тепловодопостачання. Тому процеси підготовки води, її використання та подальше багаторазове використання водних ресурсів є невід'ємною складовою для промислових підприємств, в яких вода є важливою складовою ланкою технологічного процесу.

Галузь використання. Системи оборотного тепловодопостачання теплотехнічної і теплоенергетичної промисловості, призначена для захисту,

очищення, знищення та запобігання утворенню відкладів за рахунок видалення шарів відкладів при безреагентній підготовці води.

Підтримання в довготривалому стані внутрішніх функціональних поверхонь теплообмінного обладнання є важливою науково-прикладною задачею використання води в системах тепловодопостачання. Очистка і очисна дія на внутрішні функціональні поверхні обмовлена видалення забруднень різнопланового походження.

Метою випробувань приладу **Імпульсна високочастотна електромагнітна обробка води в системах оборотного тепловодопостачання** є доведення в практичних умовах реального виробництва, ефективності його роботи шляхом демонстрації, за погоджений період часу, суттєвого зменшення товщини шару відкладів на внутрішніх стінках досліджуваних водоохолоджуваних елементів феросплавної печі з відповідним покращенням процесу тепловідведення з цих елементів та підсумковою можливістю збільшення регламентних періодів ППР, що, у свою чергу, дозволить поліпшити економічні та технологічні показники ремонтів та експлуатації феросплавних печей.

Викладення основного матеріалу досліджень. Запропонована для проведення випробувань технологія електронної водопідготовки «базується на застосуванні певним чином підбраного, встановленого, контрольованого та обслугованого приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води, що **неінтрузивно** (ззовні, без розрізання труби) монтується на трубу безпосередньо перед входом охолоджуючої води у випробувальний об'єкт та підключається до електричної мережі змінного струму напругою 220В. Під впливом спеціального імпульсного синусоїдального затухаючого сигналу, що генерується приладом та розповсюджується за водним струмом в обидва боки (у прямому та зворотному напрямках) на відстань **до 700 метрів** від місця монтажу, іони формуються у неадгезивні кластери, які вже не матимуть фізичної можливості прикріплюватися до внутрішніх поверхонь труб і обладнання та формувати шар складних комбінованих відкладень на базі карбонатів кальцію та магнію, перешкоджаючи регламентному функціонуванню обладнання. У подальшому, ці, штучно сформовані неадгезивні скупчення кластерів іонів кальцію та магнію, поступово виносяться, із загальним обсягом охолоджуючої води, через градирню з випадінням у осад.

Застосування приладу імпульсної високочастотної підготовки та використання технічної води створює умови, при яких досягається ефект:

- **суттєвого зменшення нагару оливи на стінках труб теплообмінника**, що сприяє додатковому покращенню температурного режиму: зменшення нагріву оливи, зменшення пригорання, осаду та окиснення оливи та усуває необхідність частого її очищення або заміни. При цьому має місце суттєве зниження експлуатаційних витрат, робіт з поточного обслуговування технологічного обладнання систем промислового тепловодопостачання та ін.;

- **формування магнетиту** у вигляді твердого шару замість типової форми, а не як пластівців. Відповідно його дія полягає в утворенні бар'єру між залізом в трубі і водою, реакцією з розчиненим у воді киснем і зупиняє подальшу корозію. Також магнетит працює як оксид інших металів, що сприяють виникненню на металі захисної плівки та перешкоджають подальшому процесу окиснення;

- **скін-ефект** (поверхневий шар) в процесі електронної водопідготовки

приладом імпульсної високочастотної підготовки та використання технічної води змінюється спосіб утворення оксидів, внаслідок чого вільні заряди (електрони) зсуваються від внутрішньої поверхні до зовнішньої, при якому утворюється поверхневий шар (скін-шар) зі слабким позитивним зарядом. При цьому, в умовах відсутності вільних електронів, реакція корозії припиняється, або істотно сповільнюється.

Сутність розробки в системі горизонтально розташованого кожухотрубного рекуперативного теплообмінного апарату (КРТА) відбувається імпульсним високочастотним електромагнітним приладом, процесами поетапного підготовки води, контролю перепаду температурного режиму води і мастила на вході й виході з теплообмінного апарату (рис. 1).

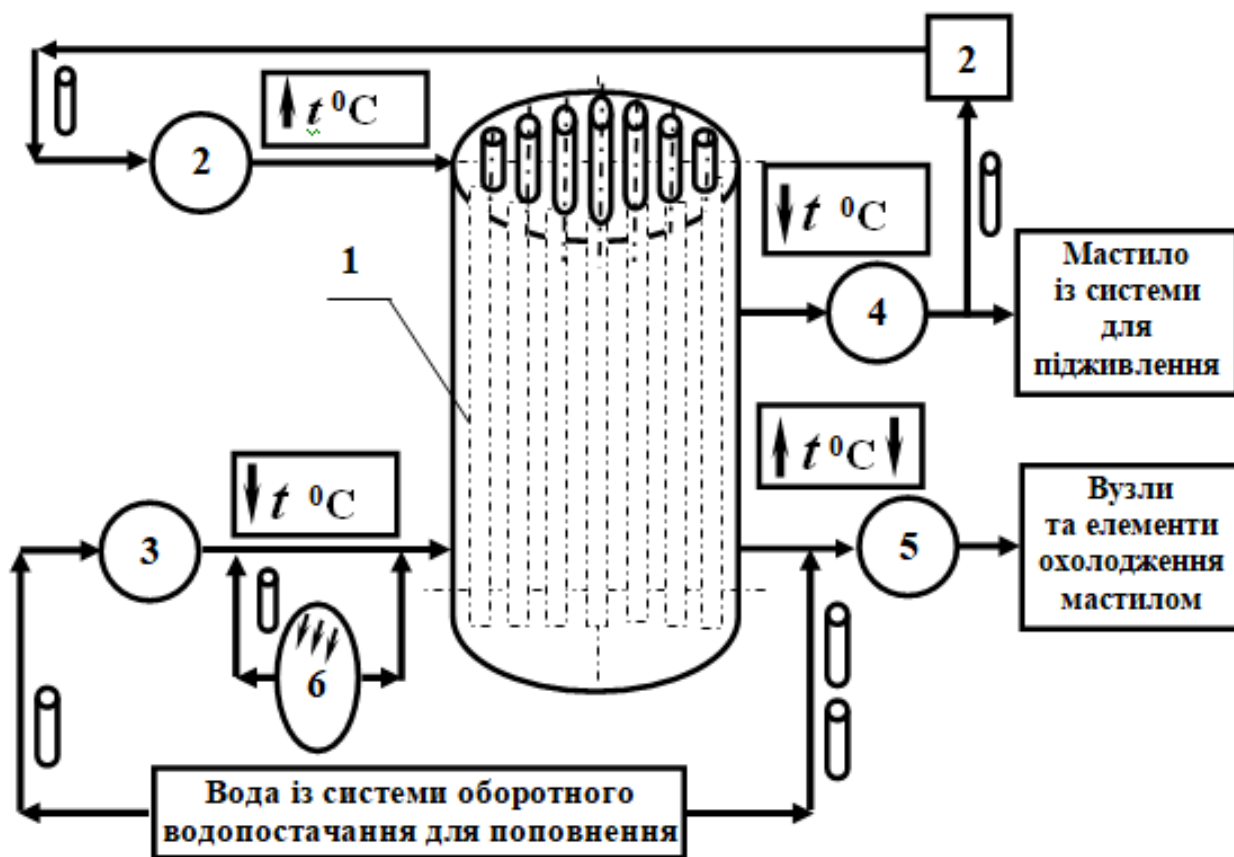


Рис. 1. Блок-схема способу: 1 – кожухотрубний рекуперативний теплообмінний апарат (КРТА); 2 і 3 – патрубки підведення і відведення мастила, відповідно охолоджувального і нагрітого; 4 і 5 – патрубки підведення й відведення води, відповідно охолоджувального і нагрітого; 6 – прилад імпульсної високочастотної електромагнітної підготовки та контролю температурних параметрів води.

Сутність розробки вертикально розташованими пластинчастий теплообмінний апарат (ПТА). Підготовка та використання води в системі пластинчастого теплообмінного апарату відбувається імпульсним високочастотним електромагнітним приладом, процесами поетапного підготовки води, контролю перепаду температурного режиму води і мастила на вході й виході з теплообмінного апарату (рис. 2).

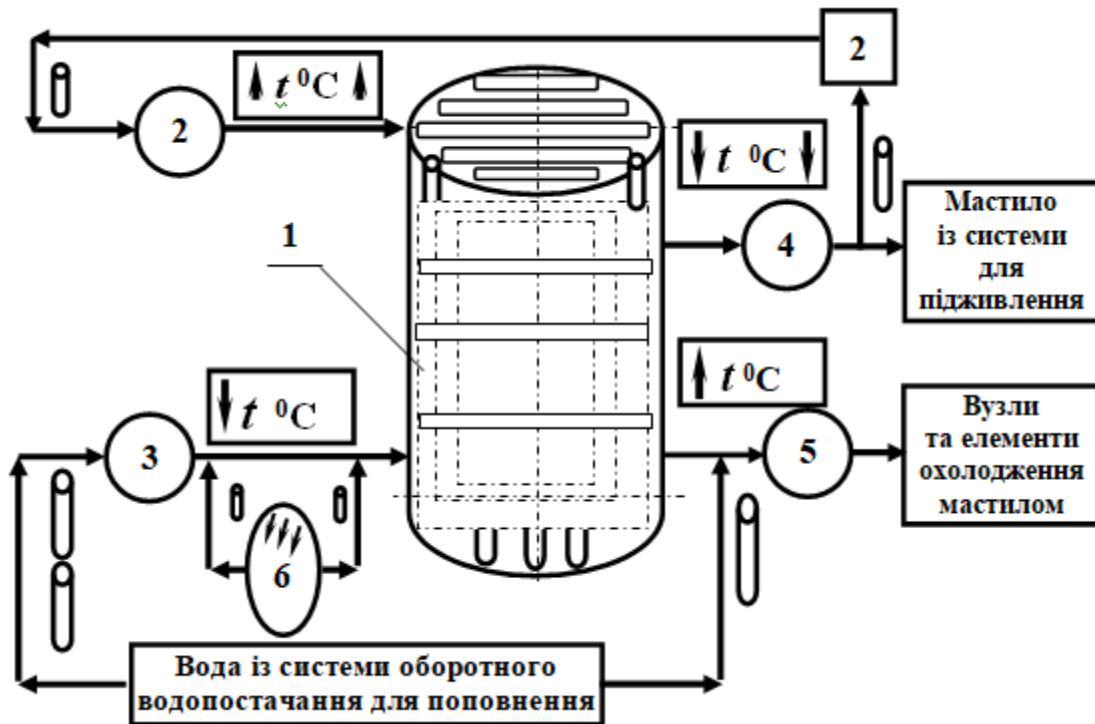


Рис. 2. Блок-схема способу: 1 – пластинчастий теплообмінний апарат (ПТА); 2 і 3 – патрубки підведення і відведення мастила, відповідно охолоджувального і нагрітого; 4 і 5 – патрубки підведення й відведення води, відповідно охолоджувального і нагрітого; 6 – прилад імпульсної високочастотної електромагнітної підготовки та контролю температурних параметрів води.

Переваги розробки. Підготовка води *імпульсним високочастотним електромагнітним приладом* та її подальше використання в системі оборотного тепловодопостачання *кожухотрубного рекуперативного теплообмінного апарату* позитивно впливає на подальші умови експлуатації окремих елементів і складових елементів функціональних поверхонь внутрішніх поверхонь теплоенергетичної та теплотехнічної промисловості.

Встановлено, що водоохолодження на функціональних металевих поверхнях об'єкту дослідження суттєво зменшилась товщина шару відкладів у трубному просторі пучку труб, внутрішньої частини «коліна» (калача), фланця під'єднання охолоджуючої води на внутрішніх стінках трубопроводу, покращився процес тепловіддачі, знищено та виведено біологічні відкладення, що надає можливість покращити економічну ефективність маслоохолоджувача.

Повний ефект від застосування приладу імпульсної високочастотної підготовки та використання технічної води досягається у разі відсутності, так званих «електромагнітних петель» - місць, де труба або обладнання, що захищається, має жорстке кріплення.

Підсумки випробувань довели надійність, ефективність та тривалість процесів захисту та боротьби з накипом і біобростанням на робочих поверхнях елементів контуру без застосування механічного очищення та застосування хімічних реагентів.

Отримані результати випробувань приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води в робочому режимі, які проводилися у жорстких

умовах працюючої металургійної печі під час реального виробничого процесу, наочно довели надійність та ефективність процесу захисту та боротьби з накипом на робочих поверхнях елементів контуру водоохолодження печі, забезпечуючи екологічну безпеку водних об'єктів, збільшення міжремонтного періоду експлуатації феросплавної печі, зменшення обсягів та вартості ремонтних робіт.

Результати підготовки та використання води в системах оборотного тепловодопостачання. Згідно плану і задач випробувань на пластинчастому теплообміннику № 1 (ПТО №1) (паросилового) цеху №18 центральної компресорної станції ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат» (прилад імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води) було встановлено на спеціально виконану трубчасту вставку (рис. 3).

Перед встановленням приладу електромагнітної обробки води, було проведено хімічне та механічне очищення пластин «ОБ'ЄКТУ» від накипу та масляного нагару з повним демонтажем, його подальша збірка та опресування, що дозволило, з першого ж разу, запустити «ОБ'ЄКТ» після ремонту. Стан пластин до та після очищення було зафіксовано у відповідному Акті.



а)

Стан пластини без застосування приладу підготовки води



б)

Стан пластини із застосуванням приладу підготовки води

Рис. 3. Пластинчастий теплообмінник центральної компресорної станції ПрАТ «Запоріжжяабразив» (м. Запоріжжя)

Одночасно, з цим же потоком, виносяться й залишки зруйнованих, під впливом спеціального імпульсного синусоїдального сигналу, що генерується приладом, біологічних речовин (бактерій та ін.), а також часток водоростей, дрібних механічних крапель, які накопичувалися раніше всередині обладнання та трубопровідних мереж, маючи можливість закріплюватися на стінках у шорсткій складній загальній структурі відкладень карбонатного типу та створюючи щільний термобар'єрний шар, що суттєво знижує вільний отвір **живого перерізу** труби, підвищуючи гідравлічний **опір**, зменшуючи коефіцієнт теплопередачі стінки, ККД та ресурс обладнання у цілому.

Встановлення приладу водопідготовки в системах оборотного тепловодопостачання дозволяє організувати, паралельно, під час випробувань, регулярний збір, обробку, аналіз та дистанційну передачу даних, що, додатково,

дозволить, безпосередньо у процесі проведення випробувань, оцінювати та контролювати процеси захисту та боротьби із накипом та біообростанням на внутрішніх робочих поверхнях обладнання, дозволивши розробити діючу модель дистанційного моніторингу стану випробувального об'єкту.

Порівняльні параметри і характеристики кожухотрубного рекуперативного теплообмінного апарату (КРТА) і пластинчастий теплообмінний апарат (ПТА) наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Технічні параметри теплообмінних апаратів

№ за/п	Технічний параметр	Теплообмінний апарат	
		кожухотрубний рекуперативний (КРТА)	пластинчастий (ПТА)
1.	Температура води на:		
	- вході:	10-25°C	
	- виході:	24-33°C	
2.	Температура оливи на		
	- вході:	94-103°C	
	- виході:	46-53°C	
3.	Тиск оливи на		
	- вході:	5 Атм	
	- виході:	6 Атм	
4.	Типовий тиск суміші на виході в магістраль: тиск:	5,4-6,0 кгс/см ²	
5.	Граничний рівень (автоматичне відключення) температури оливи на вході	на рівні = 105°C	
6.	Розташування головного теплообмінника	вертикальне	
7.	Кількість ступенів водопідготовки	4-5	5-6

Висновки. Основними висновками необхідно відзначити наступне:

1. В промислових умовах доведена висока ефективність методу при видаленні наявних та запобіганні утворення нових карбонатних відкладів на функціональних поверхнях систем оборотного тепловодопостачання.

2. Перспективна досягнення суттєвого покращання процесів водоохолодження та тепловідведення, зменшення теплового навантаження на обладнання, підвищення економічної ефективності ремонтів та експлуатації основного та допоміжного виробничого обладнання у металургії за рахунок зменшення трудовитрат та збільшення міжремонтних періодів.

3. Використання приладу довело високу ефективність методу при видаленні наявних і запобіганні утворення нових карбонатних та біологічних відкладень у контурі водоохолодження, а також – закоксованих відкладів у контурі оберту оливи на виробничих об'єктах підприємств абразивної промисловості, зокрема - системі водоохолодження компресору.

Література

1. Імпульсна високочастотна електромагнітна обробка води в системах оборотного водопостачання / *В.М. Кюрчев, С.І. Мовчан, О.В. Бережецький, О.А. Андріанов* // Стратегія сталого розвитку України: сьогодення та перспективи : мат. Всеукр. інтернет-конф.(м. Рівне, 30-31 січня 2020 р) / НУВГП. - Рівне, 2020. - С.100-103.

2. *Кюрчев В.М.* Імпульсна високочастотна електромагнітна підготовка води в системі оборотного тепловодопостачання компресорної станції / *В.М. Кюрчев, С.І.Мовчан, О.В. Бережецький, О.А. Андріанов* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : фахове видання / ТДАТУ ; гол. ред. д.т.н. В.М.Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 20, т.2. - С. 3-14.

3. *Кюрчев В.М.* Промислові випробування приладу електромагнітної обробки води в системі оборотного тепловодопостачання / *В.М. Кюрчев, С.І. Мовчан, О.А.Андріанов, О.В. Бережецький* // Матеріали XI-ої науково-практичної конференції «Меліорація та водовикористання. Технології та еколого-економічні рішення в сучасних умовах господарювання» / Укладачі: С.І.Мовчан (відповідальний за випуск), В.Л. Іконніков, С.О. Ісаченко. Дніпрорудненський індустріальний коледж, ФОП «Ландар С.М.», Дніпрорудне, 2020 р. С. 7-17.

4. Позитивне рішення на видачу деклараційного патенту № 2431/ЗУ/21. Від 25.02.2021р. МПК⁷ (2020.01). В08В7/02(2006.01). В08В9/02(2006.01). **Спосіб підготовки та використання води в системі пластинчастого теплообмінного апарату** / *О.А. Андріанов, О.В. Бережецький, В.М. Кюрчев, С.І.Мовчан*, - Заявка № 2020 06675; заявл. 16.10.2020.

5. Позитивне рішення на видачу деклараційного патенту № 2431/ЗУ/21. Від 25.02.2021р. МПК⁷ (2020.01). В08В7/02(2006.01). В08В9/02(2006.01). **Спосіб підготовки та використання води в системі кожухотрубного рекуперативного теплообмінного апарату** / *О.В. Бережецький, О.А. Андріанов, В.М.Кюрчев, С.І. Мовчан*, - Заявка № 2020 06677; заявл. 16.10.2020.

6. Електронна водопідготовка в системі обігового тепловодопостачання промислових підприємств / *В.М. Кюрчев, С.І. Мовчан, О.В. Бережецький, В.І.Щелкунов, О.А. Андріанов.* Агротерра. 2020. № 2(9). С. 93-108.

УДК332.2

ЗЕМЕЛЬНИЙ АУДИТ ЯК ІНСТРУМЕНТ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

Прус Юрій Олександрович, к.е.н.,
Болжеларська Тетяна Олександрівна, СВО «Бакалавр»,
спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторног, м. Мелітополь, Україна.

Постановка проблеми. Становлення в Україні ринкових земельних відносин на основі виникнення приватної власності зумовило розширення кола операцій із