

**ПРОМИСЛОВІ ВИПРОБУВАННЯ
ПРИЛАДУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ
В СИСТЕМІ ОБОРОТНОГО ТЕПЛОДОПОСТАЧАННЯ**

Кюрчев Володимир Миколайович, член-кореспондент НААН України, д.т.н.,
професор, ректор Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь),
Мовчан Сергій Іванович, к.т.н., доцент,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь),
Андріанов Олександр Анатолійович, к.т.н.,
Український національний комітет міжнародної торгової палати
(ICC UKRAINE) (м. Київ),
Бережецький Олександр Васильович, к.т.н.,
Товариство з обмеженою відповідальністю «САВ КОМПЛЕКТ» (м. Запоріжжя)

***Анотація.** Розглянуто питання дослідно-промислових випробувань приладу імпульсної високочастотної підготовки та використання технічної води контуру водяного охолодження внутрішньої півфази електроду №2 печі №32 цеху №4 акціонерного товариства «Запорізький завод феросплавів». Прилад використовувався з метою очищення внутрішніх елементів контуру водяного охолодження від старого накипу та недопущення формування нового, безпосередньо в умовах експлуатації печі.*

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

Технологія безхімічного оброблення води у контурі водоохолодження металургійних печей базується на застосуванні підібраного, встановленого, та контрольованого приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води, що неінтрузивно (ззовні, без порушення суцільності труби або виробу) монтується на трубу безпосередньо перед входом охолоджуючої води у випробувальний об'єкт та підключається до електричної мережі змінного струму напругою 220В.

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 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.

***Ключові слова:** контур водоохолодження, металургійна піч, прилад імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води, накип та біовідкладення, системи оборотного водопостачання.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з науковими чи практичними завданнями. Системи теплозабезпечення, водопостачання і водовідведення є важливою складовою і умовою функціонування населених пунктів, містечок і міст країни. Вищезначені системи складають основу інфраструктури яка безпосередньо відповідає рівню розвитку технічної й технологічної оснащеності в цій галузі. Важливою складовою для кожної системи є вода, водні ресурси. Від їх дбайливого і раціонального використання залежить не лише екологічна безпека, а також життя всього живого на землі, насамперед людини.

Життєдіяльність людини безпосередньо або тісно пов'язані з функціонуванням великої кількості різноманітних підприємств різних галузей зі значним використанням водних ресурсів в процесі виробництва, насамперед:

- атомна, теплова енергетика, гідроелектростанції
- гірничозбагачувальні комбінати, фабрики, промислові об'єднання
- різного роду шахти, кар'єри, рудоуправління
- електрометалургійні, металургійні заводи, фабрики, комбінати, об'єднання
- підприємства машинобудування, харчової та переробної промисловості

В наведених прикладах систем водного господарства для використання зворотних вод наведені характеристики і умови утворення. На ТЕС зворотні води розділені на три потоки: господарсько-побутові стічні води, забруднені дощові води і виробничі стічні води. Авторами запропоновано відповідні технологічні способи в яких перевіряється склад стічних вод і порівнюється з нормативною якістю. Використання розроблених схем кондиціонування зворотних вод та їх повторного використання для технічних потреб дозволяє оптимізувати витрати на системи водного господарства водокористувачів, забезпечити екологізацію виробництва при суттєвому зменшенні скиду зворотних вод та витрати на реагенти, електроенергію і водоспоживання [1, стор. 129].

Водні об'єкти країни характеризуються постійно зростаючим техногенним навантаженням переважної більшості промислових підприємств. Постійні об'єми стічних вод, широкий спектр стійких забруднень, утворення забруднень «нового покоління», які утворюються під впливом підвищених температур. Насамперед, це стосується теплотехнічної та теплоенергетичних галузей на яких стійкі забруднення утворюються під впливом значних температурних перепадів. Тому, підпорядкування водовикористання в системах оборотного тепловодопостачання визначають важливу прикладну інженерно-технічну задачу для водного господарства промислових підприємств вищезначених галузей.

Актуальність дослідження – очищення внутрішніх елементів контуру водяного охолодження від старого накипу та недопущення формування нового, безпосередньо в умовах експлуатації печі № 32, цех № 4 АТ «Запорізький завод феросплавів». Постійно зростаюча вартість води, у тому числі якісної води, техногенне навантаження на водні об'єкти країни підприємств теплотехнічної і теплоенергетичної галузей потребує дослідження й впровадження в системи оборотного тепловодопостачання сучасних технологій пов'язаних із вирішення сучасних техніко-екологічних задач і завдань. Забезпечення екологічної безпеки і досконалості щодо використання води в теплотехніці й визначає актуальність обраного напрямку досліджень.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями: захист та боротьба із накипом на робочих поверхнях елементів контуру водоохолодження печі, що забезпечує екологічну безпеку водних об'єктів, збільшення міжремонтного періоду експлуатації феросплавної печі, зменшує обсяг та вартість ремонтних робіт.

Використання приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки обумовлено багатьма позитивними якостями, що створюють умови для широкого спектру їх застосування. Наприклад, прилад електромагнітної підготовки води на окремих об'єктах промислових підприємств використано на:

- ПрАТ «Полтавський ГЗК» - теплосиловий цех - котел ДКВР-20/13, шламовий цех - маслостанції - кожухотрубні теплообмінні апарати, водонагрівачі адмінбудівлі;
- ПрАТ «Запоріжбразив» - пластинчатий теплообмінник компресорного цеху;
- АТ «Запорізький завод феросплавів» - охолодження елементів плавильної печі № 32, цех № 4;
- Зестафонський завод феросплавів (м. Зестафоні, Грузія) – охолодження плавильної печі;
- ВП ЗАЕС ДП НАЕК «Енергоатом», м. Енергодар – теплообмінник дистиляту СК-1;
- ТОВ «Стратегія БМ», м. Київ - захист всіх елементів печі для виплавки титану;
- ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» - кожухотрубні теплообмінні апарати маслоохолодження компресорних станцій;
- БАСЕЙН ДЮСШ № 10, м. Кривий Ріг – захист від бактерій та біовідкладень;
- ТОВ «ДАНОН ДНПРО», м. Херсон – градишня;
- ПрАТ «Оболонь», м. Київ – трубчастий теплообмінник цеху купажу «Живчик» та трубопровід подачі води на компресорну установку, захист від карбонатних та біовідкладень;
- ТОВ ВП «Роганський м'ясокомбінат», м. Харків – захист лінії живлення парових котлів, від карбонатних, біовідкладень та накипу;
- ДП «Антонов», м. Київ – захист лінії охолодження компресорів високого тиску від утворення накипу;
- ХВО ДТЕК «Придніпровська ТЕС», м. Придніпровськ - захист трубопроводу ділянки ХВО від карбонатних та біологічних відкладень;
- КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» – захист трубчатого теплообмінника (ВВП ГВП), Дарницький район м. Київ, від накипу та біологічних відкладень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз літературних джерел показує, що, враховуючи проблеми сьогодення у галузі систем тепловодопостачання, існує потреба удосконалення й постійного розвитку або навіть розробки нових інженерно-технічних рішень, які спрямовані на створення умов експлуатації відповідно до науково-технічного рівня з урахуванням останніх досягнень науки і техніки у цій галузі.

Радикальним способом боротьби з відкладеннями є механічна обробка. В пристрої очищення внутрішньої поверхні трубопроводу використовується механічне видалення шарів відкладень на внутрішній поверхні трубопроводів [2].

Відома конструкція запобіжного пристрою для захисту та очищення внутрішньої поверхні теплообмінного устаткування від накипу [3].

Відомий запобіжний пристрій для захисту та очищення внутрішньої поверхні теплообмінного устаткування від накипу [4].

Для оброблення стічних вод використовується електромагнітний фільтр-сепаратор. Система в основі якої використовується комбінація при різному розташуванні окремих елементів фільтр-сепаратора. Інженерні рішення дозволяють інтенсифікувати процес оброблення стічних вод. [5-7].

Інженерні рішення, які за фізичною сутністю відповідають застосуванню імпульсній високочастотній електромагнітній обробці води, потребують демонтажу, розбирання - складання обладнання, що потребує повної зупинки виробництва, або дублювання комплексу обладнання, які ведуть до великих витрат часу та додаткових трудових витрат при проведенні ППР. Імпульсна високочастотна електромагнітна обробка води забезпечує підготовку і використання води в системах оборотного тепловодопостачання без порушення суцільності металевих поверхонь та не потребує зупинки виробництва.

Пристрій для електронної обробки рідини в трубопроводі включає в себе основні елементи, а саме: перший та другий з магнітопровідного матеріалу, що рівномірно монтуються навколо/впоперек трубопроводу. Пристрій генерує імпульси перемінної частоти навколо трубопроводу та створює магнітне поле в рідині, яка підлягає обробці, в обидва боки від місця розташування приладу на трубопроводі [8].

Спосіб інгібування корозії щонайменше в одній необхідній області витягнутої металевої конструкції, що включає застосування високочастотного електромагнітного сигналу до структури таким чином, що в структурі встановлюється хвиля (ефект стоячої хвилі) з потенціалом гальмування корозії на необхідну область (і) структури. Спосіб переважно застосовується до трубопроводу нафтових свердловин, щоб запобігти корозії зовнішньої поверхні трубопроводу поблизу зони видобутку нафти [9].

В конструкції приладу встановлено електроди в області електропровідної рідини, яка протікає по трубі. Прилад включає: а) серцевину з магнітопровідного матеріалу, що оточує трубу, б) енергетичну первинну котушку, яка створює електричне поле всередині рідини, в) вторинний прохід, з'єднаний в області протікання рідинного середовища, і обмеження потоку рідини у вторинному проході до створення електричного опору, уздовж якого через рідину протікає електричний струм [10].

Відомий спосіб і пристрій для обробки рідини, такої як вода в трубопроводі, з метою інгібування утворення накипу, корозії, де сигнали сукцесії або радіочастоти використовуються для створення електромагнітного поля, що має, як правило, кругові потоки в потоку у співвісному зв'язку з трубопроводом, поле, яке розповсюджується вздовж осі трубопроводу. Поле створюється сердечником, встановленим у корпусі, який охоплює трубопровід [11].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена.

Використання води в системі оборотного тепловодопостачання складається з декількох взаємопов'язаних технологічних операцій: підготовки та використання води, періодичний контроль параметрів і режимів в роботі кожухотрубного теплообмінного апарату та ін. Тому, розроблення технологічної схеми, спрямованої

на забезпечення ефективності в роботі системи оборотного тепловодопостачання.

Метою випробувань приладу «Hydroflow Industrial (test)» є доведення на практиці, в умовах реального виробництва, ефективності його роботи шляхом демонстрації, за погоджений період часу, суттєвого зменшення товщини шару відкладень на внутрішніх стінках досліджуваних водоохолоджувальних 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.

Об'єкт випробувань. Згідно із затвердженою Головою Правління АТ «Запорізький завод феросплавів» «Програмою проведення пілотних випробувань приладу електромагнітної обробки води «Hydroflow Industrial (test)» тестування відбувалося на внутрішній полуфазі електроду №2 печі № 32 цеху № 4 АТ «Запорізький завод феросплавів» [12].

Викладення основного матеріалу досліджень.

Умови експлуатації системи охолодження печі № 32 цеху № 4 АТ «Запорізький завод феросплавів».

Згідно із виробничими планами та технологічними картами, обладнання працювало, більшість часу, у сталому режимі та виробляло сплав ФМн-70.

Процес виробництва цього сплаву, згідно із регламентом, є найбільш жорстким з точки зору температурних (а відповідно – водоохолоджуваних) параметрів.

Температура води на вході: 24-32°C

Температура води на виході: 40-60°C

Типовий тиск: 2,5-3,0 кгс/см².

Витрати води на піч: 400 м³/год

Аналіз показників якості води наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Показники якості води другого оборотного циклу умовно чистих вод

Другий оборотний цикл умовно-чистих вод		
рН	ед.рН	8,38
Прозорість	см	15
Жорсткість	ммоль/дм ³	14,93
Лужність	ммоль/дм ³	2,86
Хлориди	мг/дм ³	123,4
Кальцій	ммоль/дм ³	11,17
Магній	ммоль/дм ³	4,34
Зважені в-ва	мг/дм ³	24
Сухий залишок	мг/дм ³	1358
Окислюваність	мг/дм ³	30,37
Сульфати	мг/дм ³	560
Марганець	мг/дм ³	0,15
Залізо загальне	мг/дм ³	0,25
Кремній	мг/дм ³	11,25

Стан водоохолоджувальних елементів печі №32 на початок випробувань

Перед монтажем ремонтних півкілець, їх порожнина, у доступних місцях, зачищається механічним способом. Поверхні порожнин є дуже шорсткими, що сприяє підвищеному накипоутворенню та зменшенню вільного отвору для циркулювання охолоджуючої води. У підсумку, спостерігається погіршення тепловідводу від навантажених елементів печі, зменшення зусиль на пружинах, що притискають щоби до електроду, в наслідок чого збільшуються витрати електроенергії, зростає вірогідність виникнення аварійних ситуацій та скорочення міжремонтного періоду, що знижує ефективність печі.

Треба додатково підкреслити, що прилад «Hydroflow Industrial (test)» було змонтовано не на тільки-но виведену з ремонту піч, а після місяця її роботи в звичайному режимі. Таким чином, весь цей місяць, на водоохолоджувальних елементах печі відбувалися інтенсивні процеси накипоутворення та зменшення розміру вільного отвору для циркуляції води.

Також, для чистоти експерименту, було проведено порівняння із півкільцями печі №38, які відпрацювали без захисту 110 діб, детальний вигляд яких зафіксовано у «Звіті обстеження півкілець печі №38 цеху №4 АТ «Запорізький завод феросплавів» у період ППР», затвердженого керівництвом заводу (додається).

Завершення випробувань:

Прилад «Hydroflow Industrial (test)» пропрацював безпосередньо до закінчення процесу експлуатації печі №32 у зв'язку з її плановим виводом у ППР та було демонтовано у 9 год. 00 хв. «11» квітня 2019р.

Перед демонтажем, за допомогою осцилографу, було здійснено контрольну фіксацію форми та потужності сигналу Hydraph на контрольному та суміжному контурах водоохолодження. На контрольному контурі сигнал Hydraph, за формою та потужністю, повністю співпадав із паспортним, на суміжному – сигнал практично не було.

Процес демонтажу було зафіксовано представниками ТОВ «Гідрофлоу Україна».

Опис стану елементів, що порівнюються:

По закінченні випробувань було проведено зовнішній огляд із фото-фіксацією та порівнянням між собою аналогічних, розташованих на захищеному та незахищеному сигналом Hydraph півкільцях.

Особливу увагу було приділено ретельному аналізу стану півкілець у різних фазах їх експлуатації, підсумки якого було покладено у базу даного звіту.

Розкриття півкілець показало наступне:

1.Порівняння стану півкілець

Для порівняння, із застосуванням фото-фіксації, було співставлено стан внутрішніх водоохолоджувальних поверхонь наступних півкілець:

А. Півкільце, що раніше експлуатувалося у феросплавній печі, порожнину якого було розкрито, очищено механічним шляхом під час ППР та підготовленого до монтажу на піч №32 на час випробувань після виходу з ремонту;

Б. Півкільце полуфази печі №32, яке, на протязі 105 діб, безпосередньо піддавалося дії сигналу Hydraph;

В. Півкільце полуфази печі №32, яке, на протязі 105 діб, опосередковано піддавалося дії сигналу Hydraph;

Г. Раніше демонтоване після експлуатації на протязі 110 діб півкільце печі №38, яке не піддавалося дії приладу «Hydroflow Industrial (test)» у типовому стані.

Стан півкільця печі №38, після 110 діб експлуатації, було зафіксовано раніше у «Акті Обстеження півкільць печі №38, цех №4, АТ «Запорізький завод феросплавів» у період ППР», що додається.

Орієнтовний розмір вільного отвору для проходження води у верхній частині протоки цього півкільця складає лише 5x40мм (площа = 200 кв.мм), що є явно недостатнім для водоохолодження печі.

Доцільність застосування для порівняння півкільць з печі, необробленої сигналом Hydraph, обґрунтовано у Примітці до п.4.4. Програми випробування.

Підсумки порівняння стану півкільць:

А. Стан півкільця, яке пройшло процес попереднього механічного очищення та підготовки і було встановлено на піч №32 перед її вводом до дослідно-випробувальної експлуатації:



а) до випробування



б) після випробування

Рис. 1. Стан елемента півкільця

Б. Півкільце печі №32, що було безпосередньо піддано дії сигналу Гідропас

Розтин півкільця, демонтованого з печі №32 після тестових випробувань приладу «Hydroflow Industrial (test)» упродовж 105 діб з «26» грудня 2018р. по «10» квітня 2019р. (загальний міжремонтний термін експлуатації печі складає 136 діб (з «25» листопада 2018 р. по «10» квітня 2019 р.) показав наступне:

1.Верхня частина півкільця





Рис. 2. Стан елемента півкільця

З наведених результатів *Висновок*: Завдяки дії приладу «Hydroflow Industrial (test)» досягнуто відсутність обростання вільного отвору протоки верхньої частини бобишки відкладеннями.

У порівнянні зі станом півкільця печі №38, що відпрацювало 110 діб без впливу приладу (див. п. Г даного звіту), вільний розмір отвору протоку суттєво збільшено з 5x40 мм (площа = 200 мм²) до 38x180 (площа = 7000 мм²) тобто у 35 раз.

Треба особливо підкреслити, що такі порівняльні результати отримано при терміні успішної експлуатації підконтрольного півкільця на 24% більшому, ніж у порівняльного зразку з аналогічної печі №38, та на 13,3% більшому, ніж регламентований період.

Показники охолодження контуру та візуальний зовнішній огляд стану порожнини півкільця дозволяють стверджувати, що експлуатацію півкільця впевнено можна було б продовжити і надалі, поза межами регламенту, якби не загальна зупинка печі №32 з інших причин.

Наочно видно, що *висновок*: Збільшення площі перетину вільного отвору для протоку води у 35 разів є красномовним доказом позитивного впливу застосування на даному водоохолоджувальному контурі приладу «Hydroflow Industrial (test)».

Слід також врахувати, що прилад «Hydroflow Industrial (test)» було встановлено на контрольний водоохолоджувальний контур не на весь період ППР, а після 31 доби експлуатації у традиційному, тобто – без захисту сигналом Hydripath, режимі.

Весь цей час (30%), у контурі відбувалися звичайні інтенсивні процеси відкладень у твердому вигляді на внутрішній поверхні протоку солей жорсткості, часток окалини, корозії металу та інших з відповідним зменшенням вільного перетину отвору та погіршенням тепловідведення з елементів печі.

Внаслідок того, що ГОЛОВНОЮ МЕТОЮ ВИПРОБУВАНЬ приладу «Hydroflow Industrial (test)» було беззаперечне доведення ефективності його роботи шляхом доведеної повної ліквідації шару відкладень на внутрішніх стінках досліджуваних водоохолоджувальних елементів феросплавної печі з відповідним покращенням процесу тепловідведення з цих елементів та підсумковою можливістю збільшення регламентних періодів ППР.

Дані, наведені у звіті, переконливо доводять, що довготривалі виробничі випробування приладу електронної обробки води «Hydroflow industrial (test)» продемонстрували [12]:

1. Високу ефективність цього методу при видаленні наявних та запобіганні утворення нових карбонатних відкладень на виробничих об'єктах феросплавної промисловості, зокрема - системах водоохолодження феросплавних печей;

2. Можливість досягнення суттєвого покращення 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. Встановлення приладу електронної обробки води «Hydroflow industrial (test)», в деякій мірі, впливає на уповільнення процесів накипоутворення на суміжних контурах водоохолодження елементів печей, але не є достатнім для гарантованого збільшення міжрегламентних періодів ППР обладнання.

4. Додатковий ефект від роботи системи Гідрофлору – це захист запірної арматури та патрубків подачі води на контур печі.

Досягнення головної мети випробувань дозволяє рекомендувати застосування приладів «Hydroflow» у металургії, зокрема – у феросплавній галузі.

Література

1. Коцар О.М., Байчук С.М., Старосила Є.В., Костенко А.І. Екологічні, технологічні та економічні аспекти запровадження ресурсозберігаючих технологій кондиціонування зворотних вод і осадів / О.М. Коцар, С.М., Байчук Є.В. Старосила, А.І. Костенко. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 24. / Головний редактор О.С. Волошкіна. – К.: КНУБА, 2014. - С. 126-134.

2. Патент на корисну модель № 56429 Україна, МПК⁷ (2003.01) B08 B9/02. Пристрій очищення внутрішньої поверхні трубопроводу від відкладень / О.М. Брюханов, А.Г. Мнухін, С.В. Насонов, В.І. Ємельяненко, І.П. Горошко. – Заявка № 2002 043309; заявл. 22.04.2002, опубл. 15.05.2003, Бюл. № 5.

3. Патент на корисну модель № 83460 Україна, МПК⁷ (2013.01) B08 B7/02, (2006.01) F28 G7/00. Запобіжний пристрій для захисту та очищення внутрішньої поверхні теплообмінного устаткування від накипу / П.М. Кардаш, Р.П. Кардаш. – Заявка № 2013 03917; заявл. 23.09.2013, опубл. 10.09.2013, Бюл. № 17.

4. Патент на корисну модель № 115403 Україна, МПК⁷ B08 B9/02 (2006.01), B01 J9/12 (2006.01). Електромагнітний пристрій для захисту та очищення поверхонь трубопроводів від відкладень / П.М. Кардаш, Р.П. Кардаш. – Заявка № 2016 11812; заявл. 22.11.2016, опубл. 10.04.2017, Бюл. № 7.

5. Патент на корисну модель № 127552 Україна, МПК⁷ (2018.01) B03 C1/00, B03 C1/02 (2006.01), B03 C1/035 (2006.01), B03 C1/32 (2006.01). Роздільний електромагнітний фільтр-сепаратор / В.М. Кюрчев, О.В. Бережецький, С.І. Мовчан, О.А. Андріанов, С.О. Бережецький. – Заявка № 2018 02041; заявл. 27.02.2017, опубл. 10.08.2018, Бюл. № 15.

6. Патент на корисну модель № 133109 Україна, МПК⁷ (2019.01) B03 C1/00. Роздільний електромагнітний фільтр-сепаратор / В.М. Кюрчев, С.І. Мовчан. – Заявка № 2018 10000; заявл. 08.10.2018, опубл. 25.03.2019, Бюл. № 6.

7. Патент на корисну модель № 139783 Україна, МПК⁷ (2020.01) B03 C1/00. B03 C1/035 (2006.01) Електромагнітний фільтр-сепаратор з коаксіальними ємностями для контурних вставок / В.М. Кюрчев, С.І. Мовчан. – Заявка № 2019

05778; заявл. 27.05.2019, опубл. 27.01.2020, Бюл. № 2.

8. Stefanini, D., Hydropath Holdings Limited (2008), Fluid treatment method and apparatus, U.S., Pat. № 2008/0185328.

9. Stefanini, D., (2010), Inhibition of corrosion of structures, U.S., Pat. № 2010/0101933.

10. Stefanini, D., Hydropath Holdings Limited (2015), Apparatus for establishing electrodes in a liquid, U.S., Pat. № 2015/0191373.

11. Stefanini, D., (1997), Method and apparatus for treating fluid with radio frequency signals, U.S., Pat. № 5667677.

12. Звіт щодо виконання Програми дослідно-промислових випробувань електромагнітної обробки води приладом «Hydroflow Industrial (test)» внутрішній полуфазі електроду №2 печі № 32 цеху № 4 АТ «Запорізький завод феросплавів» від грудня 2018р. / О.А. Андріаноа, О.В. Бережецький, О.С. Толстов // Запоріжжя, 2019. – 19 с.

13. Відгук щодо ефективності застосування приладу електромагнітної обробки води «Hydroflow Industrial (test)» під час проведення пілотних випробувань в АТ «Запорізький завод феросплавів», Запоріжжя, 2019. – 2 с.

Матеріали надійшли до організаційного комітету конференції 13 червня 2020 р.

УДК 631.67:631.6.03

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЗАСОЛЕННОСТИ, ЩЕЛОЧНОСТИ И СОЛОНЦЕВАТОСТИ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ МИНИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Морозов Алексей Владимирович, д. с.-х. н, профессор,

ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет»,

Исаченко Станислав Алексеевич - преподаватель,

Бобровский Максим Сергеевич - студент сп. «Строительство и гражданская инженерия», ОСП «Мелитопольский профессиональный колледж Таврического государственного агротехнологического университета имени Дмитрия Моторного»

***Аннотация.** Приведены научно-методические подходы к комплексной оценке влияния длительного орошения на состояние засоленности, щелочности и солонцеватости темно-каштановых остаточно слабо- и среднесолонцеватых почв при внедрении минимальной технологии обработки почвы в условиях южной степи Украины (на примере Запорожской области).*

***Ключевые слова:** орошение, качество оросительной воды, агрономические критерии, почва, степень засоления, степень осолонцевания.*

***Постановка проблемы.** Общая тенденция развития земледелия в мире на современном этапе направлена на обеспечение максимально благоприятных условий для жизнедеятельности культурных растений, реализации их биологического потенциала и, как следствие, существенного повышения производительности, что возможно лишь при условии стабильного управления почвенными режимами –*