

ПОГОДЖЕНО
Головний інженер
В. І. Васильєв
« » 2017 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ «ГАНТІКОР»
Кушнірчук С.А.
« » 2017 р.



Проміжний звіт
за результатами промислових випробувань обладнання корозійного
моніторингу

Роботи проводяться з початку опалювального сезону 2016/17 р. за програмою «Проведення промислових випробувань приладу корозійного контролю ІК-4с з датчиками корозії ДК-2» на котельнях РК «Нивки» (вул. Салютна, 23-Б), РК «Молодь» (вул. Дегтярівська, 46), квартальній котельні «вул. Макіївська, 46» СВП «КИЇВСЬКІ ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ» ПАТ «КИЇВЕНЕРГО» в рамках пілотного проекту.

ЗМІСТ

1. Мета випробувань.....	3
2. Характеристика обладнання корозійного моніторингу.....	3
3. Встановлення обладнання корозійного моніторингу	4
4. Результати корозійного моніторингу.....	6
4.1. КК «Макіївська».....	6
4.2. РК «Молодь»	9
4.3. РК «Нивки».....	13
5. Пропозиції подальших випробувань	14
ВИСНОВКИ.....	15

1. Мета випробувань

Метою роботи є: перевірка роботи приладів корозійного контролю (корозиметрів) в умовах промислової експлуатації; визначення доцільності і ефективності їх використання для контролю корозійних процесів у теплових мережах; можливість застосування даного електрохімічного методу визначення корозійної активності тепломережної води як додаткового або альтернативного масометричному методу.

Очікувані результати:

- оцінка корозивності теплоносія в режимі реального часу;
- оцінка впливу на корозивність теплоносія таких факторів як: зміна об'ємів підживлення, перебої в роботі деаераторів, зміна дозування реагентів;
- узгодженість результатів визначення швидкості корозії традиційним ваговим методом та електрохімічним методом поляризаційного опору;

2. Характеристика обладнання корозійного моніторингу

Для виконання корозійного моніторингу в режимі реального часу використовується електрохімічних метод визначення швидкості корозії за поляризаційним опором металу. Даний метод реалізований в обладнанні ТОВ «ГАНТІКОР», що було передано в хімічну службу СВП «КИЇВСЬКІ ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ» ПАТ «КИЇВЕНЕРГО» в рамках пілотного проекту.

1. Двохелектродний датчик корозії ДК-2. Первинний перетворювач системи корозійного моніторингу, монтується безпосередньо в трубопровід. Спеціальна конструкція датчика дозволяє проводити його вилучення без зупинки тепломережі. Чутливими елементами датчика є електроди, виготовлені із маловуглецевої сталі Ст20.

2. Стаціонарний корозиметр ІК-4с. Прилад призначений для автоматичного виконання корозійного моніторингу. Працює в комплекті із двома датчиками корозії типу ДК-2. Результати визначення миттєвої

швидкості корозії (мм/рік) заносяться у внутрішню пам'ять приладу, звідки можуть бути зчитані на комп'ютер для подальшої обробки та аналізу. Прилад виконано у захисній шафі, він розміщується на котельні, підключається до електричної мережі.

3. Портативний корозиметр ІК-4п. Переносний прилад із автономним живленням. Працює в комплекті із датчиком корозії ДК-2. Дозволяє проводити періодичні визначення швидкості корозії та зберігати результати у внутрішню пам'ять. В подальшому, результати можуть бути зчитані на комп'ютер для подальшої обробки та аналізу.

4. Лабораторний корозиметр Р5126. Стаціонарний прилад із живленням від електричної мережі. В комплект приладу входить 4 корозійні комірки, які заповнюються аналізованою водою (теплоносієм) у місці відбору проб на котельні. Прилад призначений для оцінки корозивності теплоносія за відсутності датчика в трубопроводі.

3. Встановлення обладнання корозійного моніторингу

Корозиметри Р5126 та ІК-4п було передано в хімічну службу. Решта обладнання встановлено на котельнях. Розподіл обладнання за об'єктами наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Розподіл переданого обладнання

Об'єкт	Трубопровід встановлення	ДК-2	ІК-4с
РК «Молодь»	Підживлення	1	1
	Зворотній	1	
РК «Нивки»	Зворотній 1	1	1
	Зворотній 2	1	1
КК «Макіївська»	Подаючий	1	1
	Зворотній	1	
Всього		6	4

Фото встановленого обладнання наведено на рисунках 1-4.



Рисунок 1 – Обладнання на РК «Молодь»



Рисунок 2 – Обладнання на РК «Нивки»



Рисунок 3 – Обладнання на котельні «Макіївська»



Рисунок 4 – Обладнання в лабораторії хімічної служби (бул. Перова 4а)

4. Результати корозійного моніторингу

4.1. КК «Макіївська»

На котельній проводяться дослідно-експлуатаційні випробування технології обробки тепломережевої води реагентом «ЛВХ-1.1В» в умовах відключення штатної установки пом'якшення води Na-катіонітними фільтрами з дозуванням реагента пропорційно об'єму підживлення.

На початку опалювального сезону 2016-2017 на тепломережі було встановлено обладнання для вимірювання миттєвої швидкості корозії (датчики корозії). Вимірювання почалися з 05.11.2016. Рівень швидкості корозії дорівнював 0,1 мм/рік в трубопроводі прямої подачі мережевої води та 0,05 мм/рік в зворотному трубопроводі.

В період з 14.11.16 по 25.11.16 дозування реагенту не проводилось з причини виходу з ладу насоса-дозатора та проведення в котельній ремонту, із заміни трубопроводу підживлювальної води. В цей час дозуюче обладнання було відключене.

Починаючи з цього часу за показаннями датчиків корозії відмічається поступове зростання швидкості корозії - на зворотному трубопроводі швидкість корозії зросла до 0,1 мм/рік.

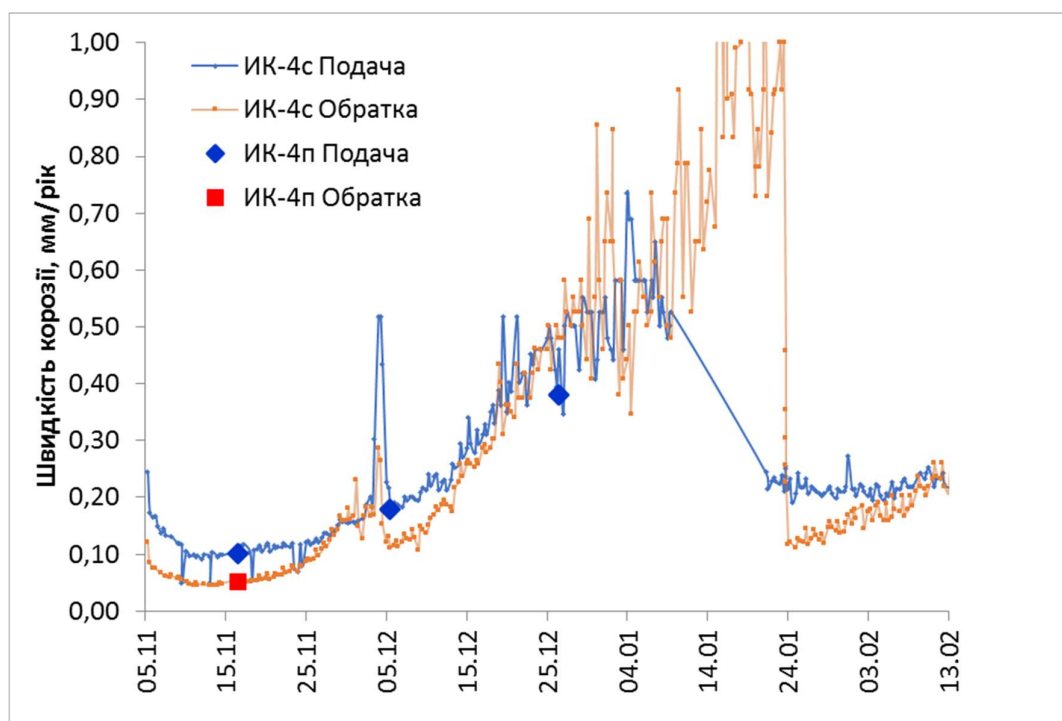
Криві зміни миттєвої швидкості корозії з часом наведено на рисунку 5.1 Для порівняння на рисунку 5.2 нанесено також дані по об'єму підживлення та дані по вмісту фосфатів у мережній воді. Концентрація фосфатів характеризує концентрацію реагенту «ЛВХ-1.1».

З початку роботи датчика швидкість корозії знижується до рівня 0,1 мм/рік на подачі та 0,05 мм/рік на зворотному трубопроводі. Дані по швидкості корозії повністю узгоджуються із даними об'єму підживлення (див. 04.12.16, 03.01.17), що свідчить про суттєвий вплив на швидкість корозії аварійних пошкоджень мережевих трубопроводів. Після проведення відновлювальних робіт для заповнення мережі додавався значний об'єм води. Оскільки насос-дозатор працює в ручному режимі, під час різкого збільшення об'єму підживлювальної води потрібен деякий час для насичення мережі достатньою кількістю реагенту.

Вірогідною причиною росту швидкості корозії в період 05.12.16-10.01.17 є недостатня кількість реагенту, що був втрачений внаслідок пориву та ремонтних робіт. Кисень, що потрапив до системи у великій кількості призвів до росту швидкості корозії, і лише при досягненні в

системі достатньої кількості реагенту швидкість корозії почала знижуватись. Починаючи з 09.01.17 спостерігається ріст концентрації фосфатів до 20 мг/л за рахунок збільшення дози реагенту. Цьому відповідає швидке зниження швидкості корозії з 0,6 до 0,2 мм/рік в період з 09.01.17 по 22.01.17.

Таким чином, на даній котельні обладнання корозійного моніторингу дозволяє оцінити ефективність інгібіторного захисту, вплив підживлення та концентрації фосфатів на швидкість корозії.



Рисункок 5.1 – Залежності швидкості корозії від часу на КК «Макіївська»:

ИК-4с – стаціонарний індикатор корозії;

ИК-4п – портативний індикатор корозії.

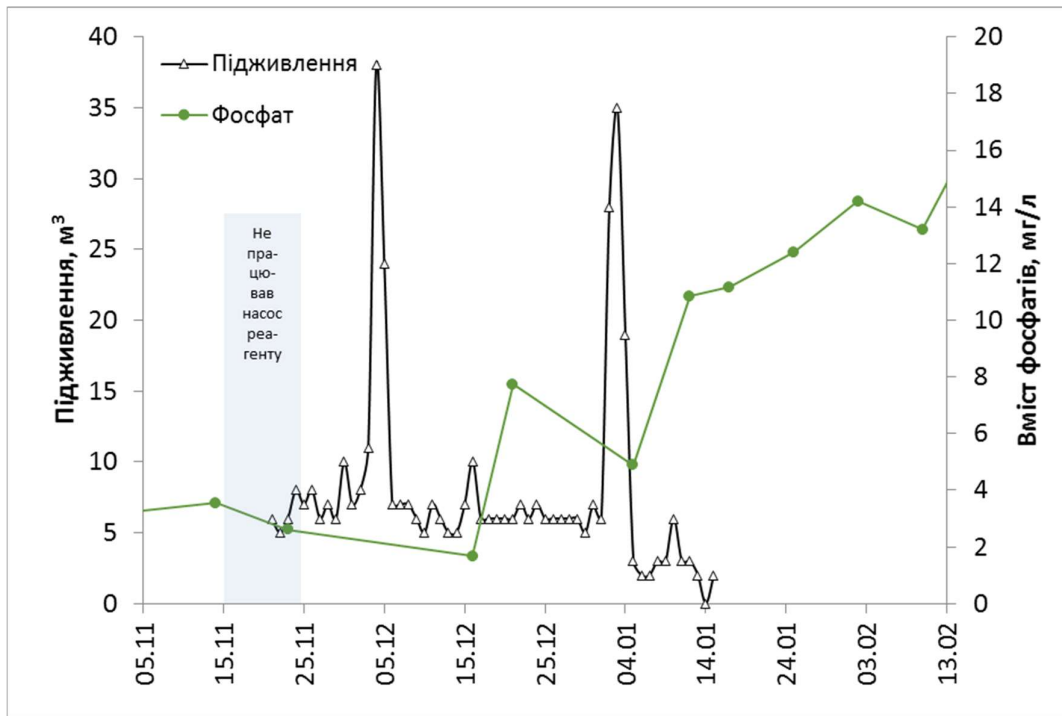


Рисунок 5.2 – Залежності об'єму підживлення та концентрації фосфатів від часу на КК «Макіївська»

4.2. РК «Молодь»

Криві зміни миттєвої швидкості корозії з часом наведено на рис. 6.

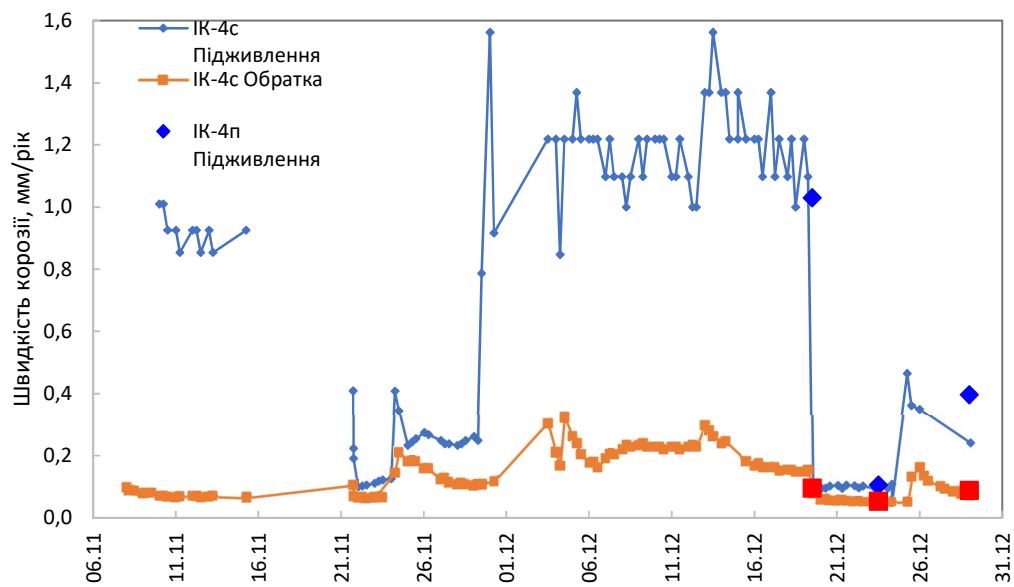


Рисунок 6 – Залежності швидкості корозії від часу на РК «Молодь»

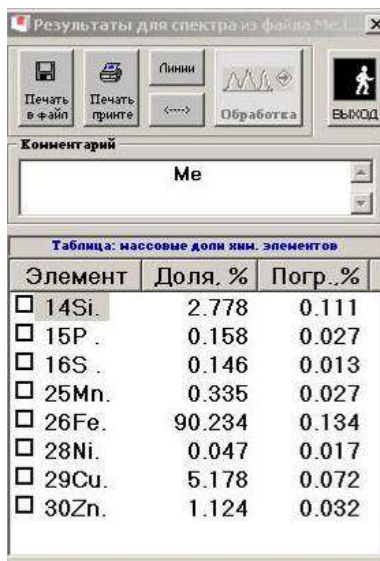
Миттєві значення швидкості корозії на зворотному трубопроводі знаходяться в межах 0.05-0.15 мм/рік. В той же час, значення швидкості корозії на трубопроводі підживлення знаходяться на дуже високому рівні – вище 1 мм/рік. Така висока швидкість корозії не узгоджується із результатами хімічних аналізів води даного трубопроводу. За період випробувань показники розчиненого кисню та вуглекислоти знаходились в межах норми – кисень не вище 10 мкг/л, вуглекислота відсутня. 21.11.16 було виконано заміну електродів датчика швидкості корозії на трубопроводі подачі, і протягом 10 діб швидкість корозії трималась на низькому рівні. Але 29.11.16 відбулося стрімке зростання швидкості корозії до 1 мм/рік. Така висока швидкість корозії після заміни електродів датчика не може бути пов'язана із роботою обладнання корозійного моніторингу і потребувала подальшого аналізу.

Електроди датчика корозії після вилучення 21.11.16 мали нехарактерне рожево-помаранчеве забарвлення (рис. 7).



Рисунок 7 – Фото електродів датчика корозії, вилученого з трубопроводу підживлення 21.11.16 РК «Молодь»

Поверхню електродів було піддано хімічному аналізу рентгенофлюорисцентним методом. Результати аналізу наведено на рис. 8. В результаті аналізу встановлено, що на поверхні електродів присутня металічна мідь (5,2 %).



Результаты для спектра из файла Me...

Печать в файл Печать принтер Линии Обработка ВЫХОД

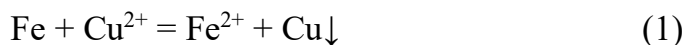
Комментарий: Me

Таблица: массовые доли хим. элементов

Элемент	Доля, %	Погр., %
☐ 14Si	2.778	0.111
☐ 15P	0.158	0.027
☐ 16S	0.146	0.013
☐ 25Mn	0.335	0.027
☐ 26Fe	90.234	0.134
☐ 28Ni	0.047	0.017
☐ 29Cu	5.178	0.072
☐ 30Zn	1.124	0.032

Рисунок 8 – Хімічний аналіз поверхні електродів (датчик трубопроводу підживлення РК «Молодь»)

Оскільки електроди виготовлені зі сталі, металічна мідь може осідати на їх поверхні лише при протіканні реакції контактного обміну:



Для протікання даної реакції необхідна наявність у воді іонів міді. Для визначення їх джерела було проаналізовано схему водопідготовки котельні. Визначено, що холодна вода перед надходженням в мережу проходить ряд стадій підготовки. Схему водопідготовки наведено на рис. 9.

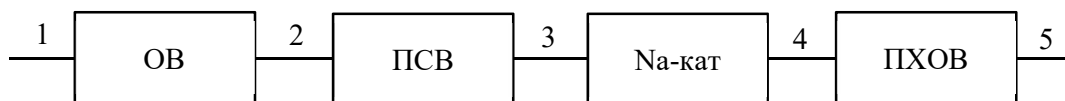
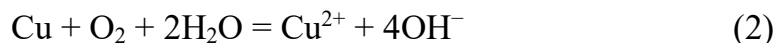


Рисунок 9 – Схема водопідготовки котельні РК «Молодь»



Рисунок 10 – Трубчаті теплообмінники водопідготовки котельні РК «Молодь»

Згідно технічної документації апарати ОВ, ПСВ та ПХОВ – це трубчаті теплообмінники, з латунними трубками. Корозія латунних трубок може бути джерелом іонів міді:



Для виявлення корозії даних апаратів в контрольних точках 1-5 було відібрано проби води та виконано аналіз на вміст іонів міді. Результати аналізу (додаток 1) показали, що концентрація міді в процесі водопідготовки зростає у 12 разів, від 0,01 мг/л у воді з водоканалу до 0,12 мг/л перед деаератором. Таке збільшення концентрації міді у воді є наслідком корозії латунних трубок теплообмінників.

Іони міді є небезпечними для роботи теплової мережі, оскільки здатні виступати додатковим деполяризатором (окисником) сталі. В місцях контакту іонів із поверхнею металу утворюється металічна мідь за реакцією (1), що призводить до розчинення заліза. В подальшому осаджена мідь в парі із металом труби (сталь) утворює гальванічну пару, в якій анодом виступає сталь. Це прискорює розчинення та руйнування трубопроводу (утворення корозійних виразок).

Хімічна служба не виконує аналізів на вміст міді в тепломережній воді, а тому немає змоги зафіксувати даний корозійний агент. На відміну

від хімічного аналізу, обладнання корозійного контролю реагує не на певні хімічні речовини, а на швидкість корозії взагалі, тому дозволило виявити дану корозійну проблему.

4.3. РК «Нивки»

Криві зміни миттєвої швидкості корозії з часом наведено на рис. XX. Швидкість корозії на зворотних трубопроводах даної котельні тримається на постійному рівні: 0,15-0,17 та 0,06-0,08 мм/рік.

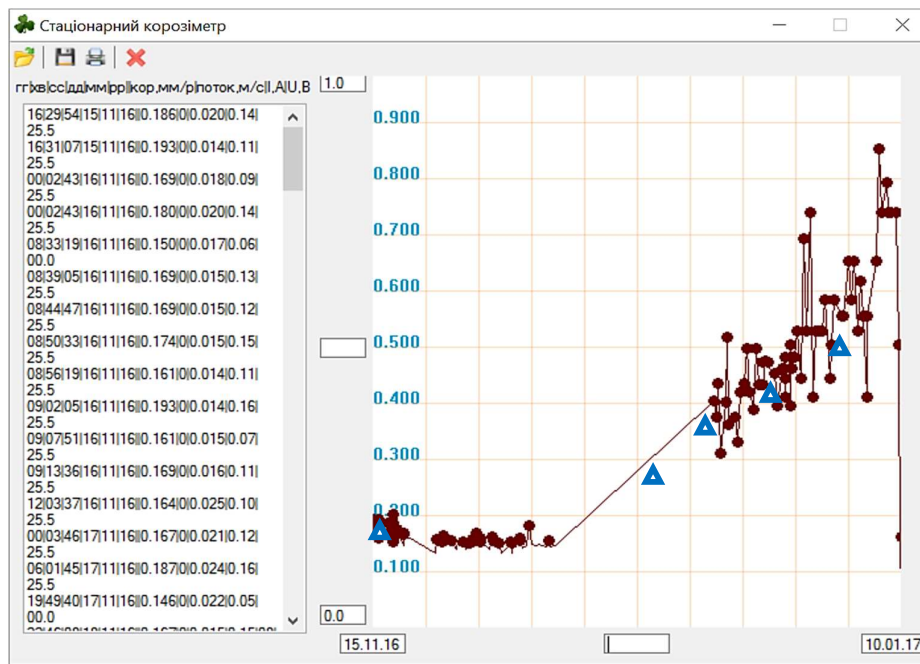


Рисунок 11 - Залежності швидкості корозії від часу на РК «Нивки», зворотній трубопровід 1.



Рисунок 12 - Залежності швидкості корозії від часу на РК «Нивки», зворотній трубопровід 2.

5. Пропозиції подальших випробувань

Розгляд проміжних результатів показує, що найбільш ефективно корозійний моніторинг виконується приладами ІК-4с та ІК-4п. Для завершення пілотного проекту прилади мають працювати в штатному режимі. По завершенню опалювального сезону середні значення швидкості корозії, визначені із графіків залежності швидкості корозії від часу, будуть порівняні із даними масометрії.

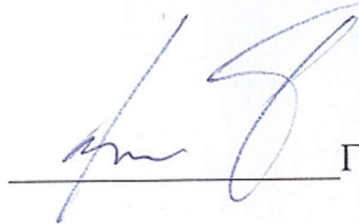
ВИСНОВКИ

1. Обладнання корозійного моніторингу на котельнях виконує корозійний моніторинг, накопичено значний обсяг даних. Для завершення пілотного проекту прилади мають працювати в штатному режимі.
2. За результатами корозійного моніторингу вдається оцінити вплив зміни об'ємів підживлення та дозування реагентів на швидкість корозії (квартальна котельня «вул. Макіївська, 4б»). Обладнання корозійного контролю дозволило виявити проблему утворення іонів міді в процесі водопідготовки на РК «Молодь».

Погоджено:

від ТОВ «ГАНТІКОР»

к.т.н., асистент

 Г.С.Васильєв

від СВП «КИЇВСЬКІ ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ»

Заступник головного інженера _____ О.І.Шелест

Начальник хімічної служби _____ О.А.Загородній