

Відділ корозійних досліджень
філії “Український науково-дослідний
інститут природних газів” (УкрНДІгаз)
ПАТ “Укргазвидобування”
Свідоцтво про атестацію
№ 100 – 149/2014 від 23.07.2014
61010, м. Харків,
Гімназійна наб., 20

АКТ

оцінки ефективності захисту від корозії технологічного обладнання ШВПГКН з використанням інгібітору корозії ML-023 та нейтралізатору NL-032

Групою фахівців у складі: Діхтенка Костянтина Миколайовича – зав. відділу корозійних досліджень (ВКД), канд. техн. наук; Мельника Анатолія Павловича – провідного наукового співробітника ВКД, докт. техн. наук; Кузнецової Лариси Миколаївни – наукового співробітника ВКД, канд. техн. наук; Дегтярьова Дмитра Олександровича – наукового співробітника ВКД; Шеїної Зої Володимирівни – молодшого наукового співробітника ВКД, здійснено оцінку ефективності інгібітору корозії ML-023 та нейтралізатору NL-032 для захисту від корозії вибраного технологічного обладнання ШВПГКН. Зразки інгібітору корозії ML-023 (ТУ У 20.1-32734997-001:2015), нейтралізатору NL-032 (ТУ У 20.5-32734997:2016), вуглеводневої сировини (т.20) і дренажних вод ємностей Е-1, Е-11, Е-12, О-1, ЕДГ-2 надано ШВПГКН.

Результати аналізу деяких фізико-хімічних показників інгібітору корозії ML-023 та нейтралізатору NL-032 в порівнянні з нормами відповідних ТУ приведено в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1 - Фізико-хімічні показники інгібітору корозії ML-023 в порівнянні з ТУ У 20.1-32734997-001:2015

Показник	Норма за ТУ У 20.1-32734997-001:2015	Результат аналізу	Метод випробувань
1	2	3	4
Зовнішній вигляд	Рідина від жовтого до темно-коричневого кольору або темно-червоного кольору	Рідина темно-червоного кольору	п.6.3 ТУ
Густина за температури 20 °С, кг/м ³	Не більше 890	854	ДСТУ 7261:2012

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Змішуваність з вуглеводневими розчинниками	повна	повна	п.6.4 ТУ
В'язкість кінематична за температури 20 °С, мм ² /с	Не більше 25	20,8	ДСТУ ГОСТ 33
Температура застигання	Не вище «мінус» 25	«мінус» 18	ГОСТ 20287
Значення рН (10 г/л)	В межах 6-9	5,8	ГОСТ 6243
Термічна стабільність за температур (5 °С, 20 °С, 50 °С, 135 °С)	Не розшаровується	Не розшаровується	ASTM G 170

Таблиця 2 - Фізико-хімічні показники нейтралізатору NL-032 в порівнянні з наведеними в ТУ У 20.5-32734997:2016

Показник	Норма за ТУ У 20.5-32734997:2016	Результат аналізу	Метод випробувань
Зовнішній вигляд	Рідина від жовтого до темно-коричневого кольору або темно-червоного кольору	Рідина темно-червоного кольору	п.6.3 ТУ
Густина за температури 20 °С, кг/м ³	Не більше 850	875	ДСТУ 7261:2012
Змішуваність з вуглеводневими розчинниками	повна	повна	п.6.4 ТУ
В'язкість кінематична за температури 20 °С, мм ² /с	Не більше 30	23,5	ДСТУ ГОСТ 33
Температура застигання	Не вище «мінус» 15	>«мінус» 25	ГОСТ 20287
Значення рН (10 г/л)	В межах 10-11	10,4	ГОСТ 6243
Термічна стабільність за температур (5 °С, 20 °С, 50 °С, 135 °С)	Не розшаровується	Не розшаровується	ASTM G 170

Дослідженнями фізико-хімічних властивостей інгібітору ML-023 та нейтралізатору NL-032 (табл. 1 та 2) встановлено, що наданий зразок інгібітору ML-023 з партії ПДПУГВ/07-1 за температурою застигання та значенням величини рН не відповідає нормам ТУ У 20.1-32734997-001:2015, а наданий зразок нейтралізатору NL-032 з партії ПДПУГВ/07-2 не відповідає нормам ТУ У 20.5-32734997:2016 за показником густини при 20 °С.

Ефективність інгібітору в лабораторних умовах оцінено за швидкістю корозії зразків-свідків зі сталі групи міцності «Д» та захисним ефектом при концентрації інгібітору 5 г/т температурі 90 °С впродовж 4 год. в корозійному середовищі, що складається з 1 об.ч. вуглеводнів (керосин ТУ У 20.3-33945998-005:2013) та 2 об.ч. дренажної води Е-1 (табл. 3). Захисний ефект інгібітору Z, %, визначено масометричним методом згідно ГОСТ 9.506 та оцінено за формулою:

$$Z=100 \cdot (V_k - V_p) / V_k,$$

де V_k – швидкість корозії в середовищі без інгібітору;

V_p – швидкість корозії в інгібованому середовищі.

Таблиця 3 – Швидкість корозії та захисний ефект інгібітору ML-023 в лабораторних умовах при температурі 90 °С

№ п.п.	Середовище випробування	Концентрація інгібітору, г/т	Швидкість корозії, г/м ² /год.		Захисний ефект, %
			поточна	середня	
1	Вода з Е-1 2 об.ч. + керосин	-	0,0341	0,0341	-
			0,0341		
2	1 об.ч.	5	0,0205	0,0239	30,0
			0,0273		

Результати лабораторних досліджень (табл. 3) свідчать про те, що захисний ефект інгібітору досягає 30 %.

Промислові дослідження проведено у декілька етапів, за якими використано інгібітор корозії «Рена-Термікор» разом з нейтралізатором «Dodicor-1830» та інгібітор корозії ML-023 разом нейтралізатором NL-032 при різних концентраціях реагентів (рис. 1-2):

- 1) з 06.07 по 10.07 – інгібітор корозії «Рена-Термікор» (8 г/т), нейтралізатор «Dodicor-1830» (4 г/т);
- 2) з 11.07 по 18.07 – інгібітор корозії ML-023 (5 г/т), нейтралізатор NL-032 (5 г/т);
- 3) з 19.07 по 23.07 – інгібітор корозії ML-023 (2 г/т); нейтралізатор NL-032 (2,5 г/т);
- 4) з 24.07 по 31.07 – інгібітор корозії ML-023 (2 г/т), нейтралізатор NL-032 (4 г/т);
- 5) з 01.08 по 06.08 – інгібітор корозії ML-023 (5 г/т), нейтралізатор NL-032 (4 г/т).

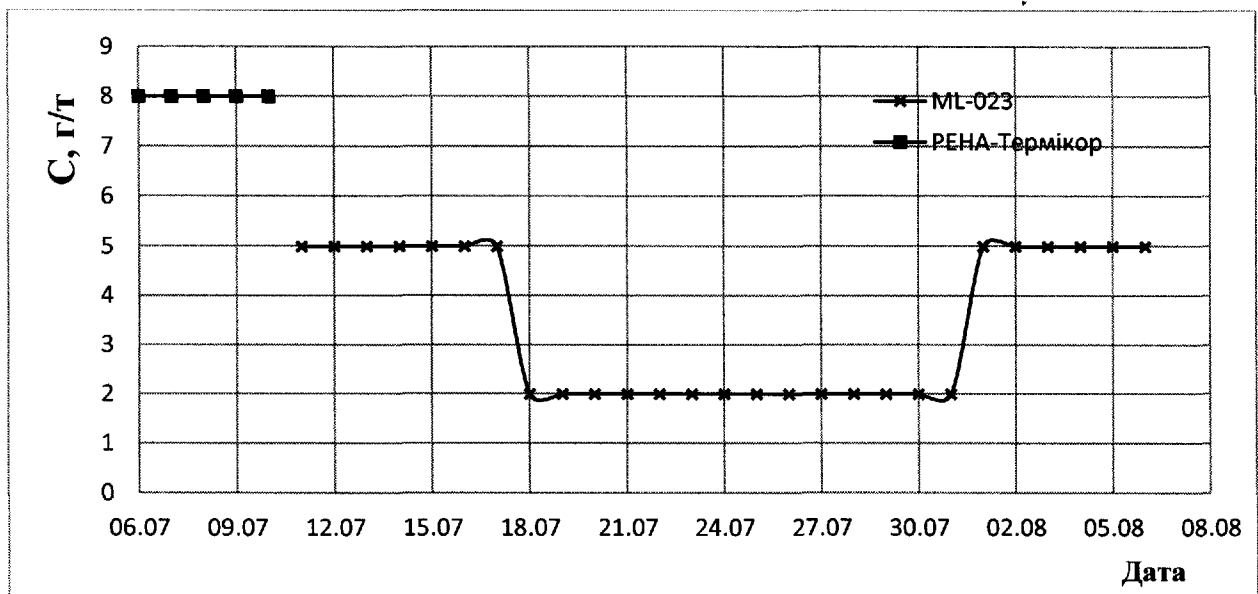


Рисунок 1 – Витрати інгібіторів корозії Рена-Термікор (06.07-10.07) та ML-032 (11.07-06.08)

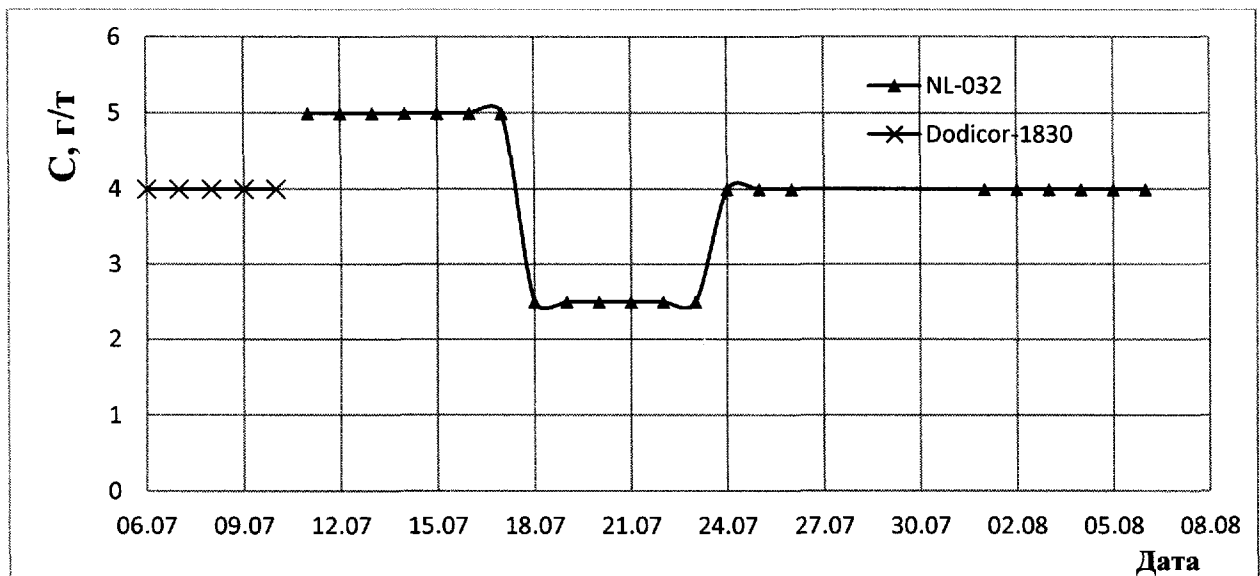
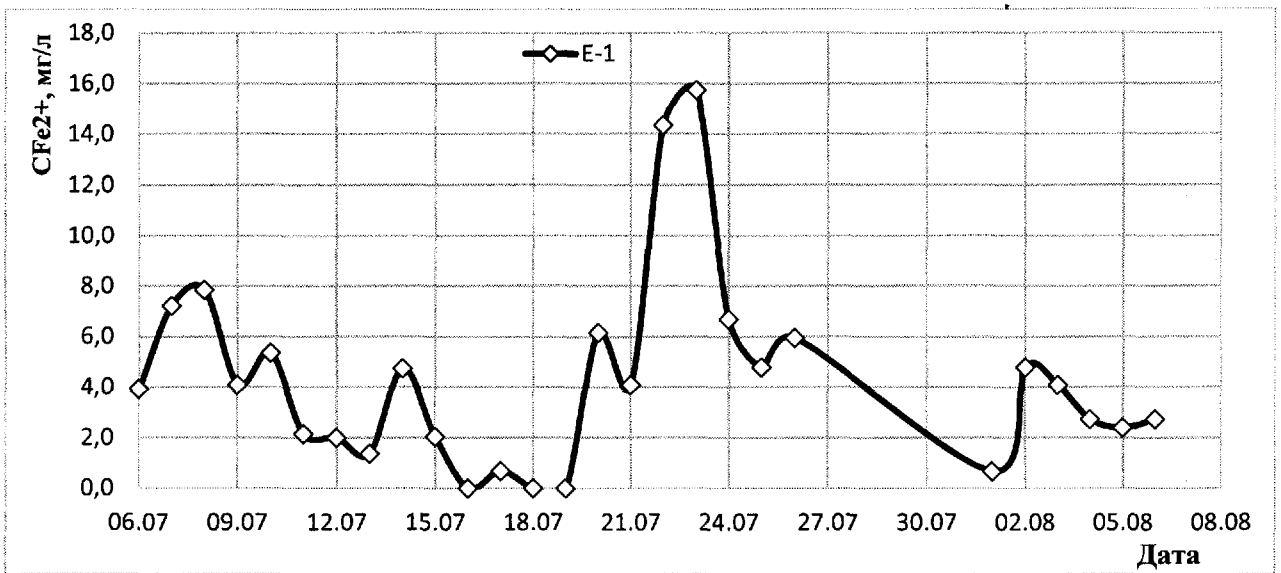
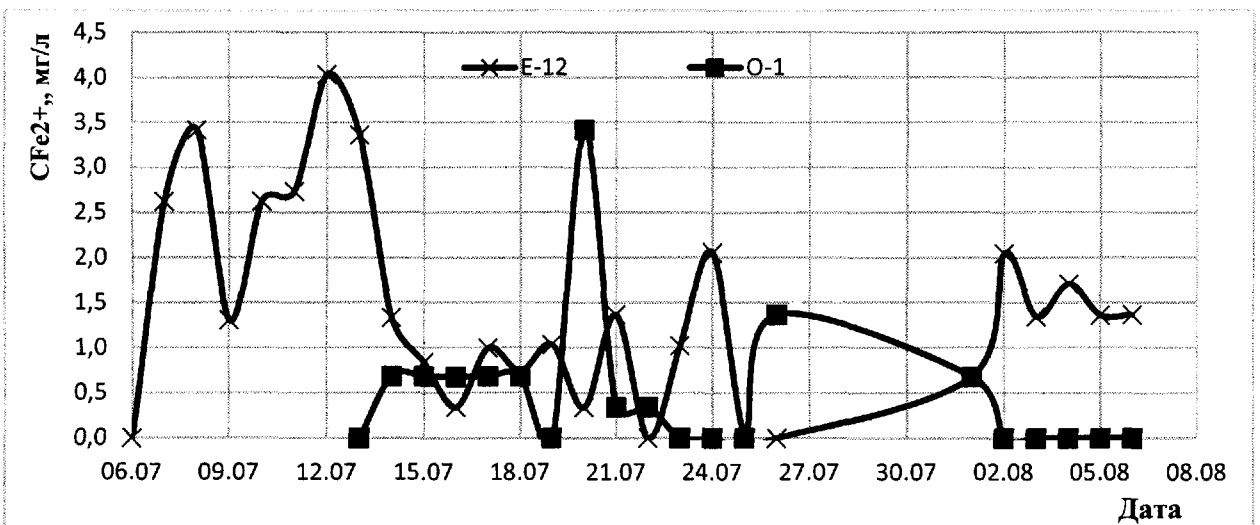


Рисунок 2 – Витрати нейтралізаторів Dodicor-1830 (06.07-10.07) та NL-032 (11.07-06.08)

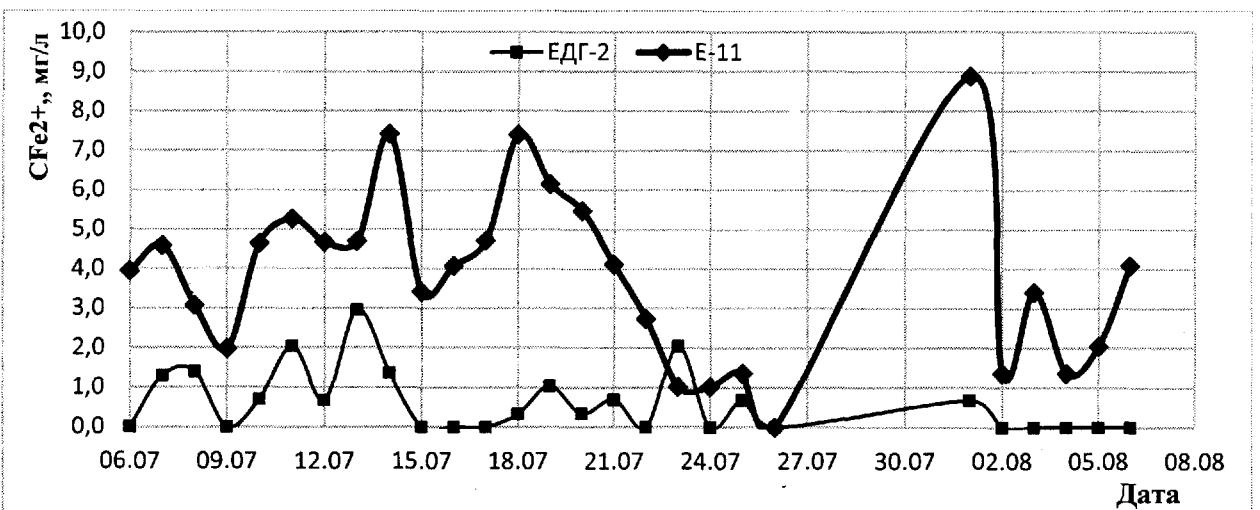
Для оцінки ефективності використання інгібітору корозії ML-023 та нейтралізатору NL-032 у промислових умовах досліджено зміни концентрації іонів заліза (рис. 3а-в) та величини рН у дренажних водах ємностей Е-1, Е-11, Е-12, ЕДГ-2, О-1 (рис. 4а-в).



a)

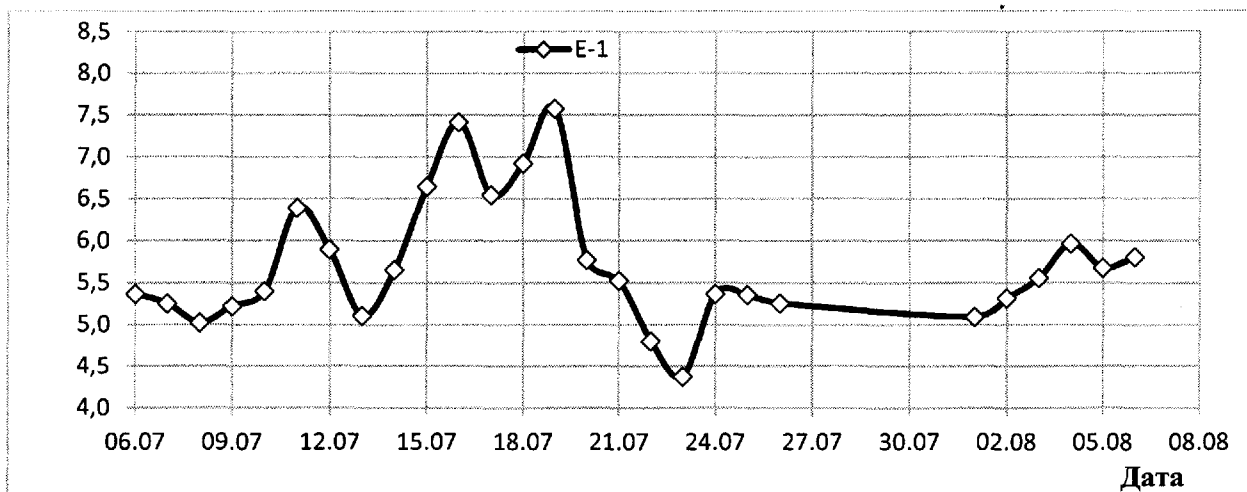


б)

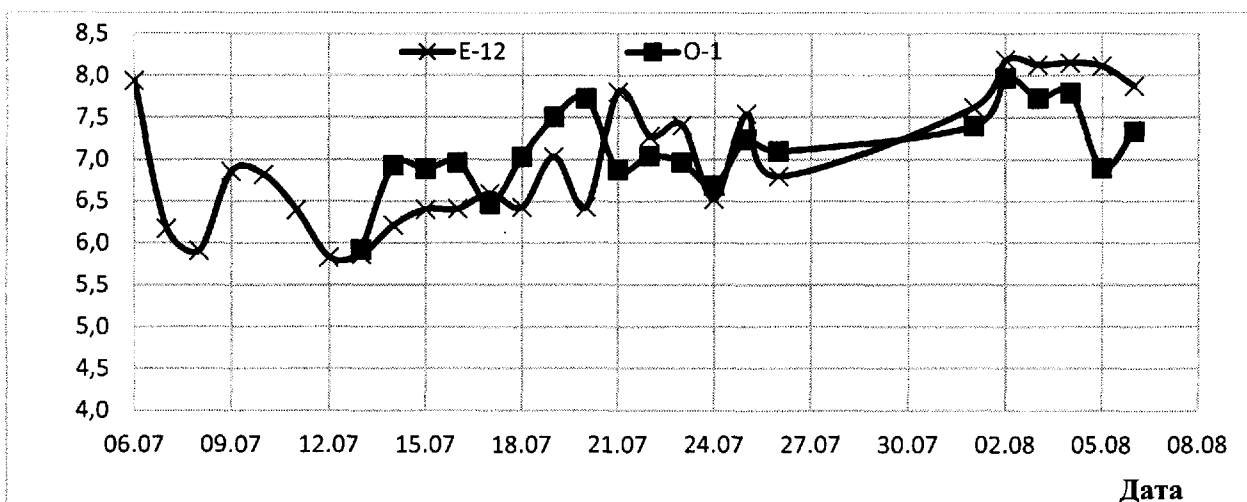


в)

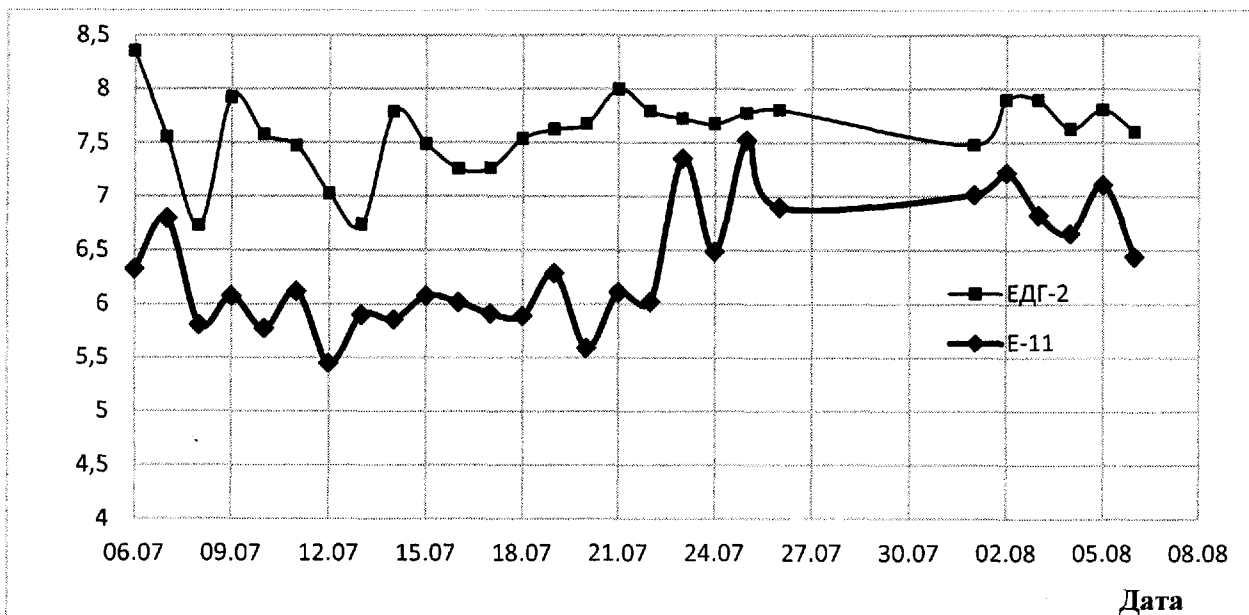
Рис.3 - Зміни концентрації іонів Fe^{2+} у дренажних водах за період промислових досліджень а) E-1; б) E-12, O-1; в) E-11, ЕДГ-2.



а)



б)



в)

Рис.4 – Зміни величини рН у дренажних водах за період промислових досліджень: а) E-1; б) E-12, O-1; в) E-11, EDG-2.

За результатами досліджень на всіх етапах концентрація іонів заліза у воді ємності E-11 досягала величин менше 8 мг/л, а у воді ємності E-12, O-1, ЕДГ-2 – менше 4 мг/л. Величина рН для води ємності E-11, E-12, O-1, ЕДГ-2 змінювалась в межах від 5,5 до 8,4 мг/л. Зважаючи на практичну відсутність іонів заліза у цих дренажних водах та їх підвищені величини рН на стадії підготовки сировини до переробки, кислотність та концентрація іонів заліза у воді E-1 зумовлені корозійною агресивністю умов експлуатації блоку переробку сировини.

Аналіз змін величин концентрації іонів заліза та рН у дренажній воді ємності E-1 на різних етапах досліджень представлено у табл. 4

Таблиця 4 – Максимальні, мінімальні, середні величини концентрації іонів заліза та рН у дренажній воді ємності E-1 на різних етапах дослідження

	Етапи досліджень				
	1	2	3	4	5
Концентрація іонів заліза, мг/л					
Макс.	7,9	4,8	15,7	6,7	4,8
Мін.	3,9	0	0	4,8	0,7
Сер.	5,7	1,9	6,7	5,8	2,9
Величина рН					
Макс.	5,4	7,4	7,6	5,4	6,0
Мін.	5,0	5,1	4,4	5,3	5,1
Сер.	5,3	6,2	5,8	5,3	5,6

Аналіз табл. 4 та рис. 3а, 4а свідчить про те, що на 1 етапі досліджень закачуваннями інгібітору корозії «Рена-Термікор» (8г/т) та нейтралізатору «Dodicor-1830» (4 г/т) забезпечувалась низька концентрація іонів заліза (< 8 мг/л), але величина рН у воді була нижче граничної межі кислотності 5,5.

Закачуваннями інгібітору корозії ML-023 (5 г/т) та нейтралізатору NL-032 (5 г/т) на 2 етапі досліджень знижено максимальну концентрацію іонів заліза з 7,9 мг/л до 4,8 мг/л і середню концентрацію іонів заліза з 5,7 мг/л до 1,9 мг/л і збільшено величину рН, в основному, вище 5,5.

Закачуваннями інгібітору корозії ML-023 (2 г/т) та нейтралізатору NL-032 (2,5 г/т) на 3 етапі досліджень збільшено максимальну концентрацію іонів заліза до 15,7 раз і середню - до 6,7 мг/л, при цьому величина рН стала більш кислотною з досяганням рН 4,4. Мінімальна величина концентрації іонів заліза і максимальна величина рН 7,6 на цьому етапі спостерігалась на початку етапу, що може бути зумовлено післядією реагентів, які закачувались у збільшених кількостях на 2 етапі. Результати аналізу цього етапу свідчать про те, що застосування інгібітору корозії ML-023 (2 г/т) та нейтралізатору NL-032 (2,5 г/т) зумовлюють погіршення корозійної ситуації у порівнянні з результатами досліджень на інших етапах.

Закачуваннями інгібітору корозії ML-023 (2 г/т) та нейтралізатору NL-032 (4 г/т) на 4 етапі досліджень, тобто при збільшенні у 1,6 раз витрат нейтралізатора, ніж на попередньому етапі і залишенням однакової величини витрат інгібітору, покращено корозійну ситуацію, що призвело до зниження максимальної концентрації іонів заліза до 6,7 мг/л і збільшення величини рН до 5,3-5,4.

Закачуваннями інгібітору корозії ML-023 (5 г/т) та нейтралізатору NL-032 (4 г/т) на 5 етапі досліджень, тобто при збільшенні у 2,5 рази витрати інгібітора, ніж на попередньому етапі, із залишенням однакової величини витрат нейтралізатору, знижено максимальну концентрацію іонів заліза до 4,8 мг/л, при цьому середня величина рН досягала величини 5,6, що вище межі кислотності 5,5.

Оскільки зміни величини рН можуть бути обумовлені не тільки витратами нейтралізатору, але й зміною величини кислотності вхідної сировини, то проведено аналіз змін кислотності сировини у т.20 (рис. 5).

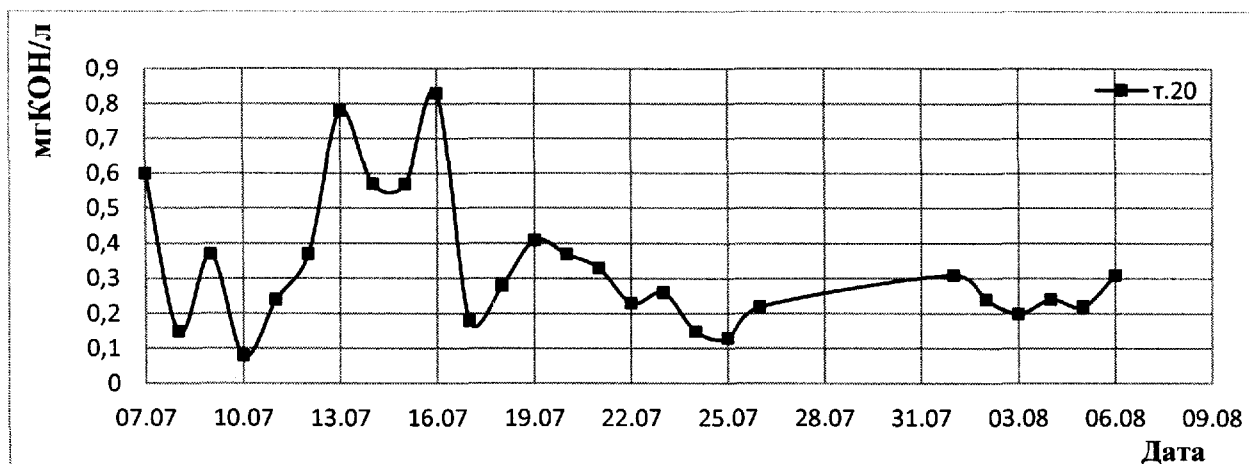


Рис.5. Зміна кислотності вхідної сировини (т.20)

Видно (рис. 5), що кислотність сировини змінювалась в межах 0,1-0,4 мг КОН/л. Збільшення кислотності сировини до максимальних величин 0,78-0,83 мг КОН/л спостерігалось на 2 етапі досліджень, тобто в період застосування максимальних витрат інгібітору та нейтралізатора по 5 г/т. Оскільки за цей період спостерігалось навіть підвищення величини рН, то це означає, що підвищення кислотності сировини нівелювалось використанням вказаних витрат нейтралізатора.

Таким чином, виходячи з результатів, одержаних в результаті промислових досліджень, встановлено, що:

- застосуванням інгібітору корозії «Рена-Термікор» у кількості 8г/т, нейтралізатора «Dodisog-1830» у кількості 4 г/т, а також інгібітора корозії ML-023 у кількості 2-5 г/т та нейтралізатору NL-032 у кількості 4-5 г/т підтримувались низькі концентрації іонів заліза у дренажній воді Е-1, Е-11, Е-12, ЕДГ-2 на рівні менше 8 мг/л;


- застосування інгібітору корозії ML-023 у кількості 2 г/т та нейтралізатору NL-032 у кількості 2,5 г/т зумовило збільшення концентрації іонів заліза у дренажній воді Е-1 до 15,7 мг/л та збільшення кислотності води Е-1 до 4,4;
- збільшення концентрації нейтралізатора NL-032 з 2,5 г/т до 4 г/т при концентрації інгібітору корозії ML-023 2 г/т зумовило зменшення кислотності з 4,4 до 5,4 та відповідно зменшення концентрації іонів заліза у воді Е-1 з 15,7 мг/л до 6,7 мг/л;
- збільшення концентрації інгібітора ML-023 з 2 г/т до 5 г/т при концентрації нейтралізатора NL-032 4 г/т зумовило подальше зменшення концентрації іонів заліза з 6,7 мг/л до 4,8 мг/л та кислотності до 5,6;
- застосування інгібітору корозії ML-023, при меншій концентрації інгібітору, та нейтралізатору NL-032 для протикорозійного захисту може розглядатися як аналог інгібітору корозії «Рена-Термікор» та нейтралізатору «Dodisor-1830»;
- для досягнення ефективного протикорозійного захисту витрати інгібітору корозії ML-023 повинні бути не менше 2-5 г/т, а нейтралізатору NL-032 не менше 4 г/т;
- застосування інгібітора корозії та нейтралізатору необхідно здійснювати із обов'язковим коригуванням їх витрат відповідно до змін концентрації іонів заліза та величини рН у воді Е-1, Е-11, Е-12, ЕДГ-2, О-1, а також контролем величини кислотності сировини (т.20).

Від УкрНДІгазу:

Завідувач відділу корозійних досліджень УкрНДІгазу,
канд. техн. наук


К. М. Діхтенко


Провідний науковий співробітник відділу корозійних досліджень УкрНДІгазу, докт. техн. наук


А. П. Мельник

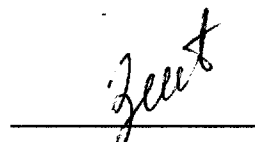
Науковий співробітник відділу корозійних досліджень УкрНДІгазу,
канд. техн. наук


Л. М. Кузнецова

Науковий співробітник відділу корозійних досліджень УкрНДІгазу



Д. О. Дегтярьов

Молодший науковий співробітник відділу корозійних досліджень УкрНДІгазу



З. В. Шеїна

Від УПГГК:

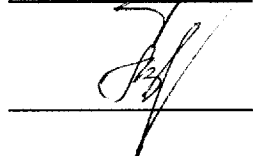
Головний інженер


С. В. Сандул

Заступник головного інженера
з виробництва

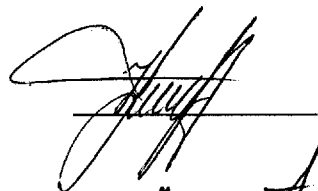

І. В. Ожинський

Начальник технічного відділу


В. О. Лактіонов

Від Шебелинського ВПГКН:

Начальник ШВПГКН


Ю. А. Роговий

Начальник технологічного відділу
ШВПГКН


А. В. Хайнацький