

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

## ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

### КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: Вплив іонної сили розчинів на кінетику корозійно - електрохімічного руйнування Al-сплавів використовуваних в пристроях для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, групи ПБ-ЗМХТ-18-213 галузі знань (освітньо-професійної програми) 16 «Хімічна та біоінженерія», («Радіаційний та хімічний захист»)

Самойлова Анастасія Ігорівна

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Калугін Володимирович Дмитрович

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Тютюнник Вадим Володимирович

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Харків – 2020 року

Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Особливості електрохімічної корозії розчинення Al- сплавів в умовах гідродинамічного режиму подачі розчині гасіння різного складу.			Літ.	Лист	Листів
					ХТкс – 14 – 243					40
Розробив		Самойлова А.І.								
Перевірив		Калугін В.Д.								
Н. контр		Скородумова О.Б.								
Затв.		Тарахно О.В.								

НУЦЗУ.2.14.-87. СХ та ХТ РПЗ-01

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет (підрозділ) оперативно-рятувальних сил  
Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології  
Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»  
Спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»  
(назва)  
Освітньо-професійна програма «Радіаційний та хімічний захист»  
(назва)  
Рівень вищої освіти другий (магістерський)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Начальник кафедри

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Самойлова Анастасія Ігорівна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вплив іонної сили розчинів на кінетику корозійно - електрохімічного руйнування Al-сплавів використовуваних в пристроях для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій

Керівник роботи: Калугін Володимир Дмитрович професор кафедри СХХТ, д.х.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом НУЦЗ України від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 24 червня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи

1) Результати гравіметричних досліджень корозії сплавів у широкому діапазоні складів та кислотності сред.

2) Методика розрахунків іонної сили розчинів різного складу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1) В різних режимах вивчити вплив природи розчинів на швидкість корозії Al-сплавів.

2) Встановити вплив компонентів розчинів на V корозії Al-сплавів в залежності від фізикохімічних властивостей складових розчинів.

3) З допомогою отриманого графічного матеріалу зв'язати властивості компонентів з іонною силою розчинів та долею значенням іонних складових для обґрунтування впливу сили електричного поля на корозію сплавів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1) Блок-схема експериментальної установки -1

2) Склади розчинів для дослідження таблиці -2

3) Залежність V- $\omega$  для АД-0 -6

Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата

НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01

5

4) Залежність V-pH для АД-0 при перемішуванні	-2
5) Залежності I – pH для АД-0 та АМЦ	-1
6) Залежності V-I для АД-0 при перемішуванні	-5
7) Суммарные результаты потерь материалов конструкции таблицы	-2

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<b>Охрана праці</b>	<b>Дейнека В.В доцент</b>	<b>14.06.20</b>	<b>17.06.20</b>

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання роботи	Примітка
1	Літературний і потентний пошук в галузі електрокорозії АІ-сплавів АД-0 та АМЦ у розчинах різного складув конвективном та гидродінамичном режимі	<b>30.04.20</b>	
2	Розробка методики аналізу впливу іонної сили складових та загального значення I на корозію АІ-сплавів	<b>17.05.20</b>	
3	По матеріалам п.1 плану встановити залежності складових від I <sub>1</sub> та I <sub>2</sub> компонентів розчинів та зв'язати їх з фізико-хімічними властивостями компанентів розчинних сред	<b>30.05.20</b>	
4	Написання та оформлення роботи до	<b>12.06.20</b>	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Анастасія Самойлова**  
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Володимир Калугін**  
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

						Лист
						6
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ПО ВПЛИВУ СКЛАДОВИХ ІОННОЇ СИЛИ НА КОРОЗІЮ АL-СПЛАВІВ В ЗВИЧАЙНОМУ ТА ГІДРОДИНАМІЧНОМУ РЕЖИМАХ.	7
1.1 Загальне представлення про іонну силу розчинів	8
1.2 Загальне уявлення про електрохімічну корозію Al-сплавів	9
1.3 Механізм корозії Al- сплавів з урахуванням складових іонної сили розчинів	12
1.4. Відомості о гідродинамічному режимі корозії в залежності від іонної сили	14
РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	15
2.1 Установа для дослідження впливу гідродинамічних умов на корозію Al- сплавів. Порядок роботи на установці	15
2.2 Вимірювання рН розчинів	16
2.3 Приготування розчинів	17
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ІОННОЇ СИЛИ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД рН СЕРЕДОВИЩА ,МОЛЕКУЛЯРНОГО ТА ІОННОГО СКЛАДУ РОЗЧИНУ НА КОРОЗІЮ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ В НЕПЕРЕМІШУЕМИХ І ПЕРЕМІШУВАЕМИХ РОЗЧИНАХ	
3.1 Залежності V- $\omega$ для сплавів АД-0 и АМЦ, в розчинах різного складу	20
3.2 Залежності V-рН та I-рН у розчинах для вивчення корозії сплавів АД-0 и АМЦ	31
3.3 Встановлення складових йонной сили на механізми корозії на	35

						Лист
						7
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

основі отриманих експериментальних даних	
3.4. Висновки та рекомендації по впливу складів розчинів тушіння	44
РОЗДІЛ 4 ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОРОЗІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ РІШЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ ПИТАНЬ ПРИ РОЗРОБЦІ ЕЛЕМЕНТІВ АВАРІЙНО-РЯУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	
4.1 Вплив природи розчинів на величину втрат маси металу пристроїв, які вживлюються при гасінні побутових пожеж	45
4.2 Вплив складових йонної-сили на особливості корозії поверхні деталей пристроїв, що контактують з розчинами гасіння	46
4.3. Висновки	47
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	48/59
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	59
ВИСНОВКИ	60
РОЗДІЛ 7 ЛІТЕРАТУРА	61

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						8
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

## РЕФЕРАТ

Звіт про КР : 63 с., 15 рис., 9 табл., 46 джерел, 13 додатки.

Ключові слова: іонна сила, Ч.Д.А., Al- сплави, корозія

Об'єкт досліджень: Стволи, крильчаткі ,брандспойти- пожежне обладнання

Мета роботи: На базі результатів гравіметіческого вивчення кінетики корозії Al- сплавів в розчинах різного складу і рН і режимів гідродинаміки установіть вплив складових іонної сили розчинів на корозійно- електрохімічне руйнування матеріалів, які використовуються в пристроях ліквідації наслідків НС.

Стислий зміст кваліфікаційної роботи та висновки: Зараз досить досліджене розчинення алюмінію і його сплавів в розчинах на основі  $H_2O$  від природи компонентів, що мають активаційні, окислювальні, поверхнево-активні і інші важливі фізико-хімічні властивості, тому викликають ефекти впливу складу розчину на швидкість розчинення металу в конвективному та гідродинамічному режимах.

На базі отриманих залежностей  $V - \omega$ , де  $V$ - швидкість корозії електрохімічного процесу, а  $\omega$  - углова швидкість обертання Al-циліндра, при заданому значенні  $\omega$  ( $\omega = \text{const}$ ) побудовані залежності в координатах  $V - I_{\Sigma}$  та  $V - I_i$ , т.е в залежності від інтегрального значення  $I(I_{\Sigma})$  та значень  $I_i$ , які розраховуються для активних складових розчинів

Область використання: пожежно технічне обладнання, надзвичайні ситуації

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						9
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

## ABSTRACT

Report on the CD: 63 pages, 15 figures, 9 tables, 46 sources, 13 appendices.

Key words: ionic strength, C.D.A., Al-alloys, corrosion

Object of research: Trunks, impellers, fire hydrants - fire equipment

Purpose: Based on the results of gravimetric study of the kinetics of corrosion of Al-alloys in solutions of different composition and pH and hydrodynamics, determine the effect of components of the ionic strength of solutions on the corrosion-electrochemical destruction of materials used in emergency response devices.

Summary of qualification work and conclusions: Now the dissolution of aluminum and its alloys in solutions based on H<sub>2</sub>O from the nature of the components having activating, oxidizing, surfactant and other important physicochemical properties, therefore cause effects the influence of the composition of the solution on the dissolution rate of the metal in convective and hydrodynamic modes.

On the basis of the obtained dependences  $V - \omega$ , where  $V$  is the corrosion rate of the electrochemical process, and  $\omega$  is the angular velocity of rotation of the Al-cylinder, at a given value of  $\omega$  ( $\omega = \text{const}$ ) the dependences in the coordinates  $V - I \Sigma$  and  $V - I_i$  are constructed, t. e depending on the integral value of  $I$  ( $I \Sigma$ ) and the values of  $I_i$ , which are calculated for the active components of the solutions

Scope: fire technical equipment, emergencies

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ ППЗ-01	Лист
						10
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

## ВСТУП

Упродовж 2018 року в Україні зареєстровано 128 надзвичайних ситуацій (НС), які відповідно до Національного класифікатора «Класифікатор надзвичайних ситуацій» ДК 019:2010 розподілилися на: техногенного характеру – 48; природного характеру – 77; соціального характеру – 3. Внаслідок цих надзвичайних ситуацій загинуло 168 осіб (з них 40 дітей) та постраждало 839 осіб (з них 401 дитина). Це потребує використання працездатного обладнання, для ліквідації НС

Мета дослідження: На базі результатів гравіметричного вивчення кінетики корозії Al- сплавів в розчинах різного складу і режимів гідродинаміки

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						11
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



установіть вплив складових іонної сили розчинів на корозійно- електрохімічне руйнування матеріалів, які використовуються в пристроях ліквідації наслідків НС.

Зараз досить досліджене розчинення алюмінію і його сплавів в розчинах на основі  $H_2O$  від природи компонентів, що мають активаційні, окислювальні, поверхнево-активні і інші важливі фізико-хімічні властивості, тому викликають ефекти впливу складу розчину на швидкість розчинення металу в конвективному та гідродинамічному режимах. Зараз представляє інтерес вивчення електричного поля іонів- реагентів (іонної сили  $-I$ ) на значення швидкості руйнування Al-сплавів.

На базі отриманих залежностей  $V- \omega$ , де  $V$ - швидкість корозії електрохімічного процесу, а  $\omega$  - углова швидкість обертання Al-циліндра, при заданому значенні  $\omega$  ( $\omega = const$ ) у роботі побудовані залежності в координатах  $V- I_{\Sigma}$  , т.е в залежності від інтегрального значення  $I(I_{\Sigma})$  , які розраховуються для активних складових розчинів.

Як конструкційні матеріали пожежно-технічного устаткування, та при ліквідації наслідків НС широко використовуються алюмінієві сплави, через це наше завдання у дослідженні:

- 1) В конвективному і гідродинамічному режимах вивчити вплив швидкості доставки реакційних речовин в зону електрохімічної корозії, в розчинах різного складу, рН . При постійному значенні часу ( $V- \omega$ ).
- 2) Побудувати комплексну залежність швидкості корозії Al- сплавів (АМЦ і АД-0) від рН, присутності окислювачів (Ох), активаторів(Акт), пасиваторів та ПАВ інших активних компонентів.
- 3) Опрацювати матеріали першого завдання досліджень в координатах  $V-I$  для встановлення особливостей впливу складових іонної сили розчинів на швидкість корозійно- електрохімічного руйнування сплава АД-0

						Лист
					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	12
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

4) Застосувати отримані в роботі результати щодо впливу складових і загальної іонної сили для оцінки корозійної активності середовищ в системах перекачування розчинів гасіння.

## **РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ПО ВПЛИВУ СКЛАДОВИХ ІОННОЇ СИЛИ НА КОРОЗІЮ АL-СПЛАВІВ В ЗВИЧАЙНОМУ ТА ГІДРОДИНАМІЧНОМУ РЕЖИМАХ.**

Вперше вивчено вплив іонної сили розчинів на кінетику корозійно-електрохімічного руйнування алюмінієвих сплавів використовуваних, в пристроях для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій

### **1.1 Загальне представлення про іонну силу розчинів**

Іонна сила розчину - міра інтенсивності електричного поля,

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						13
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

створюваного іонами в розчині. Вона розраховується як напівсума виразів з концентрації іонів в розчині на квадрат їх заряду для усіх електролітів. Загальна іонна сила в розчин складається з частинок, які формуються в результаті диссоціації електролітів та володіють окисними, активуючими, відновлювальними властивостями.

Присутність таких складових іонної сили, забезпечує збільшення швидкості у гідродинамічному режимі.

Йонні частинки, які мають окислювальні здатності в конвективному режимі, практично не впливають на швидкість корозії (розчинення Al-сплавів) за рахунок того, що на поверхні формується оксидна плівка, яка не розчинюється у кислотах.

Загальна швидкість корозійного руйнування визначається гідродинамікою, точніше - швидкістю доставки реагуючих частинок розчину у дифузійний шар, на поверхню стержня, який обертається.

У режимі перемішування проявляються в повній мірі частинки, які володіють окисною здатністю по відношенню до металу.

## 1.2 Загальне уявлення про електрохімічну корозію Al-сплавів

Корозія - окислення металів, шкідливе для промислової практики (зменшує довговічність виробів). Середовище, в якому метал піддається корозії (кородує), називається кородійною або агресивним. При цьому утворюються продукти корозії: хімічні сполуки, що містять метал в окисленій формі.

У тих випадках, коли окислення металу необхідно для здійснення будь-якого технологічного процесу, термін «корозія» вживати не слід. Наприклад, не можна говорити про корозію розчинного анода в гальванічній ванні, оскільки анод повинен окислюватися, посилаючи свої іони в розчин,

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						14
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

щоб протікав потрібний процес. Не можна також говорити про корозію алюмінію при здійсненні алюмо-термічного процесу. Але фізико-хімічна сутність змін, що відбуваються з металом у всіх подібних випадках, однакова: метал окислюється. Отже, термін «корозія» має не стільки наукове, скільки інженерне значення. Правильніше було б вживати термін «окислення», незалежно від того, шкідливо або корисно воно для нашої практики.

Корозія є природним процесом, обумовленим термодинамічною нестійкістю металів в умовах служби. Природно тому, що вивчення корозії та розробка методів захисту металів від неї становлять безсумнівний теоретичний інтерес і мають велике народногосподарське значення.

Розглянемо схему корозійного процесу. Складність його полягає в тому, що на одній і тій же поверхні відбуваються одночасно два процеси, протилежні за своїм хімічним змістом: окислення активного металу (Al) і відновлення окислювача на більш позитивних домішках (Fe, Zn, Cu і ін.). Обидва процеси повинні протікати сопряженно, щоб зберігалася рівність числа електронів, що віддаються металом і приєднуються до окислювача, в одиницю часу. Тільки в цьому випадку може наступити стаціонарний стан корозійного процесу.

Більш наочно це показано схемою гальванопар, які засновані на зіставленні  $E^0$  металів, що входять в зразок сплаву.

$$E^0_{Al} = -1,66 \text{ В}$$

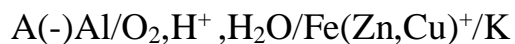
$$E^0_{Fe} = -0,44 \text{ В}$$

$$E^0_{Zn} = -0,76 \text{ В}$$

$$E^0_{Cr} = -0,34 \text{ В}$$

$$E^-_{кзгкэ} = E^+ - E^-$$

Приклад розрахунків  $E$  короткозамкнутого гальванічного елемента



					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						15
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

Для Cu:

$$E_{\text{ке}} = 0,34 - (-1,66) = 2 \text{ В}$$

Швидкість корозійного процесу визначається кількістю освічених короткозамкнутих корозійних мікрогальванопара КЗКМГП на поверхні металу і кількістю продуктів, що утворилися на анодних і катодних ділянках короткозамкнутого гальванічного корозійного елементал (КЗГКЕ)

Електрохімічний механізм протікання процесу передбачає, що окислення і відновлення підкоряються властивим залежностям між потенціалом і струмом, де струм висловлює швидкість процесу. Кінетика корозії визначається кінетикою процесів окислення металу і відновлення окислювача. Необов'язково, щоб ці два процеси відбувалися на одній точці поверхні металу. Електрон, звільнений металом в одній точці, може переміститися в сусідню і там приєднатися до окислювача. Переміщення електрона в межах металу на малі відстані відбувається практично безперешкодно, внаслідок високої електронної провідності. Точки, де здійснюються елементарні акти окислення і відновлення, можуть мігрувати на поверхні металу, мінятися місцями і т.д., підкоряючись законам випадковості. Під впливом різних причин вони можуть бути фіксовані на поверхні, викликаючи місцеву корозію.

У гравіметричного методі вивчення корозії металів і сплавів, користується законом Фарадея:

$$\Delta m = (m \times I \times t \times w) / (Z \times F),$$

Де  $\Delta m$ - спад маси зразка в процесі корозії,  $m$ - молярна маса металу,  $Z$ - кількість електродів віддаються Al в процесі окислення,  $F$ -число Фарадея,  $I$ - струм електрохімічної корозії,  $t$ - час досвіду,  $w$ - ККД, при одному електрохімічному процесі  $w = 1$ .

Рівняння Фарадея дозволяє з результатів гравіметрії перейти до розрахунків  $V_{\text{кор.}}$ , виражених в електричних одиницях, і тоді вона буде виражатися як  $I_{\text{кор}} \times t$

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						16
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

розмірністю:  $A / cm^2 \times c.$

Цілком зрозуміло, що характер залежностей  $V_{кор} - w$  и  $i_{кор} - w$  будуть адекватними, тому скористувалися методом гравіметрії для визначення  $\Delta m$  і розрахованим залежностям  $V_{кор} - w$  ( $w=0, w=700$  об/мин). Проаналізовані вплив кислотності (рН) і інших компонентів розчину (окислювачі, востановники, активатори, ПАВ) на  $V_{кор}$  в залежності від величини загальної і складових йонної сили в координатах  $V_{кор}$  і йонної сили розчину, в різних гідродинамічних режимах проведення корозійних досліджень.

Дані дослідження дозволяють кваліфікувати сформовані компоненти розчинів за ступенем участі їх в процесах корозійно-електрохімічного руйнування Al-сплавів.

Для визначення активної концентрації розряжаних частинок використовують рівняння

$$\alpha = \gamma_{\pm} \times C$$

Де  $\gamma_{\pm}$  - середній коефіцієнт активності,  $\alpha$  – активність іонів (моль/л),

C - молярна концентрація електроактивних частинок,

Оскільки сила струму (швидкість процесу при електролізі корозії) металів пропорційно концентрації електроактивних частинок):

$I = f(\alpha)$ , то стає зрозумілим, що  $I = f(\gamma)$ , т.е.  $V_{кор} = f(\gamma)$ .

З урахуванням сказаного, оскільки I пропорційна  $\Delta m$ , в роботі вивчено вплив на  $V_{кор}$  сформованих йонної сили розчинів, які визначають електрохімічний активність.

### **1.3 Механізм корозії Al- сплавів з урахуванням складових йонної сили розчинів**

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						17
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

Дебай і Хюккель знайшли теоритического шляхом величину коефіцієнта активності  $\gamma$  в залежності від концентрації розчину і заряду іонів для бінарних електролітів, які при дисоціації утворюють два іона (наприклад,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ), ця залежність виглядає наступним чином:

$$\lg \gamma^{\pm} = -Az^2I^{1/2}$$

де  $\gamma^{\pm}$  - середній коефіцієнт активності;  $A$  - константа, що залежить від діелектричної постійної і температури;  $z$ - заряд іонів;  $I$  - іонна сила (за визначенням

$I=1/2 \sum c_i z_i^2$ ,  $c_i$  – молярна концентрація іонів виду  $i$ ). Для водних розчинів при 293К  $A \approx 0,507$

Рівняння Девіса імає вигляд:

$$\lg \gamma_{\pm} = -Az_i^2((I^{1/2}/1+I^{1/2})-0,2 I)$$

Воно є найбільш простим: все емпіричні коефіцієнти об'єднані в один, рівний 0,2. Воно може бути використано до значень іонної сили не вище 0,5 .

Рівняння Васильєва містить один індивідуальний параметр  $b$ , який вибирають в залежності від природи електролітів. Для стандартної температури

$$\lg \gamma_{\pm} = -((0,51z^2I^{1/2})/(1+1,6 I^{1/2}))+bI$$

Це рівняння можна використовувати при іонної силі розчину до 1,0. Зазначені рівняння зазвичай застосовують для розрахунку стандартних термодинамічних характеристик реакцій (констант рівноваги, теплових ефектів і

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						18
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

т. д) при нульовій іонній силі за експериментальними даними, що належать до розчинів з кінцевої іонною силою. У технологічних дослідженнях з їх допомогою вирішується зворотна задача, а саме перерахунок довідкових табличних даних з нульовою іонною сили на реальні умови технологічного процесу.

Коефіцієнт активності визначається як  $\gamma = a/c$ . Він описує ступінь відхилення системи від ідеальності, яка характеризується роботою  $\Delta G$  по перенесенню благаючи частинок з реального середовища в ідеальну. Дійсно для реальної системи

$$\mu = \mu_0 + RT \ln a, \text{ или}$$

$$\mu = \mu_0 + RT \ln \gamma + RT \ln c = \mu_{ид} + RT \ln \gamma$$

$$\ln \gamma = \mu - \mu_{ид} / RT = \Delta G / RT$$

Таким чином, з урахуванням вище сказаного, встановлено зв'язок  $\gamma$  з  $V$ , що доказує вплив  $\gamma$  на  $V$ - корозії.

Встановлена функціональна залежність між  $\gamma$  та  $V$ - корозії, свідчує про необхідність вивчення впливу сили загального електричного поля на швидкість корозійного руйнування металів.

#### **1.4. Відомості о гідродинамічному режимі корозії в залежності від іонної сили**

На поверхні металу реалізується гідродинамічний режим шляхом побільшення швидкості подачі розчину до поверхні металу або шляхом обертання зразку металу - циліндричного стержня в постійному об'ємі корозійного середовища. При проведенні експерименту на обертовому циліндричному зразку виходять більш точні результати по швидкості корозії, оскільки швидкість потрапляння окислювальних компонентів розчину на всі точки зразка, по висоті його, постійно однакова.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						19
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



У літературі робіт такого характеру мало. Дослідження щодо впливу гідродинамічного режиму на процеси хімічного осадження металу на поверхні з різною провідністю проведені в Харківському національному університеті імені В.Н. Каразіна в 80х-90х роках минулого століття і встановлені нові експериментальні факти, суть яких в тому, що при певній (критичній) швидкості обертання, процес хімічного осадження металу повністю пригнічується ( $V_{me} = 0$ ).

Хімічний процес відновлюється і швидкість його досягає значення при зупинці обертання зразка, коли має місце в неперемешуваного розчину. Схожі результати отримані в роботах по корозії Al-сплав які активно корродують в розчинах з певною кислотністю, при наявності окислювачів і активаторів.

У випадку дослідів по корозії на обертовим стрижні ефект гальмування, швидше за все, буде проявлятися в разі формування щільних поверхневих захисних плівок (опадів) навіть при наявності окислювачів в розчині, навіть при досить високих значеннях іонної сили за рахунок присутності окислювачів. Тому можуть спостерігатися як ефект гальмування, так і ефекти активації і розчинення Al-сплавів, що і біло сформулированно в якості завдань дослідження в роботі.

## **РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА**

### **2.1 Установка для дослідження впливу гідродинамічних умов на корозію Al- сплавів. Порядок роботи на установці**

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						20
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

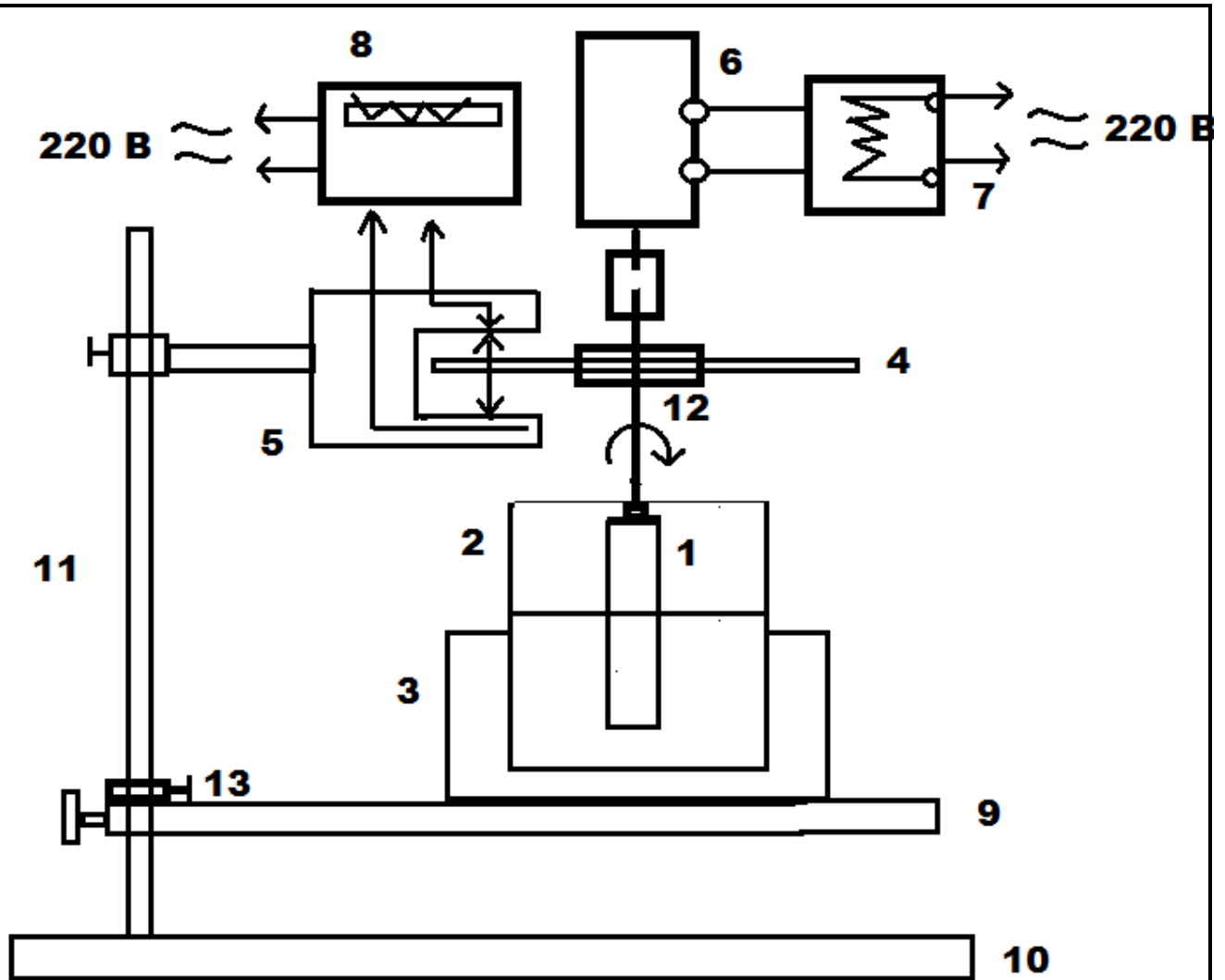


Рис 2.1.. Позначення: 1-Зразок, 2-Осередок, 3-Фіксація скляній осередки, 4 Диск, 5-Фотоелемент, 6-Електромотор, 7-Автотрансформатор, 8-Частотомер, 9- Установчий майданчик, 10-Станина, 11-Стойка,12-Тримач, 13- Фіксуючий упор

## 2.2 Порядок роботи на установці

На рис.2.1 зображенна блок-схема, на якій проводився експеримент.

Циліндрична стійка (11) діаметром 30мм знаходиться на потужній станині (10), на неї винтами фіксується установочий майданчик (9), на ньому знаходиться

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						21
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

фіксує скляний стакан (3) з ізоляційного матеріалу (оргскло). У скляну ємність поміщається посуд (2) і зразок в ньому обертається дуже акуратно, скляна ємність практично закритий.

Зразок (1) на утримувачі (12) дуже пов'язаним з мотором (обороти жорстко контролюються за допомогою частотоміра (8)) На осі знаходиться диск (4), в ньому 2 отвори для симетрії, вони переривають фото-промінь, щоб не було вібрацій. За допомогою приймача імпульсів фотоелемента (5), сигнал фіксує частотомір (8). Через джерело живлення (7) контролюються обороти електромотора (6).

Зразок (1) (АД- 0 або АМЦ) має розміри (мм) :  $d = 8,0$ ;  $l = 11,0$ . По-перше робиться знежирення, трюїння, промивання в дистильованій воді, стабілізацію в розчині етилового спирту, просушування на свіжому повітрі. Після підготовки зразок фіксують на утримувач з диском (4), поєднується з електромотором (6). Спочатку реалізуємо стандартне обертання зразка з допомогою ЛАТРа (7), просчитуючи кількість оборертів по частотоміру (8), потім піднімаємо осередок (2) з розчином до фіксувального упору (12) на стойці (11), потім за допомогою секундоміра фіксуємо час початку процесу корозії.

Такий порядок визначається тим, що якщо встановити зразок зразу в розчин і задати оберти, то буде встановлено число обертів, на першому шарі зразка вже розпочнеться неконтрольований розчин металу.

## 2.3 Приготування розчинів

### Приготування розчинів

Склади розчинів для дослідження

Таблиця 1

	t C°	V	pH	I моль/л
1 – 0,1 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	24	0	1	0,3

							Лист
							22
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата	НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01		

2 – 1 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	24	0	0	3	
3 – 3 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	24	0	0	3	
4 – 1 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	24	0	0	3,05	
5 – 1 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 0,5 NaCl	24	0	0	3,5	
6 – 1 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 0,5 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ;	24	0	0	3	
7 – 0,1 HCl;	24	0	0	0,1	
8 – 1 HCl;	24	0	0	1	
9 – 3 HCl;	24	0	0	3	
10 – 2 NaAc, 0,341 Pb(Ac) <sub>2</sub> ;	24	0	5,5	3	
11 – 0,025 NaCl, 2 NaAc;	24	0	6,5	2,025	
12 – , 2 NaAc, 0,025 NaCl, , 0,341 Pb(Ac) <sub>2</sub> ;	24	0	5,5	3,048	
13 – , 2 NaAc, 0,025 NaCl, 0,05 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	24	0	7	3,075	
14 – , 2 NaAc ,0,025 NaCl, 0,005 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , 0,341 Pb(Ac) <sub>2</sub> ;	24	0	7	3,053	
15 - 2 NaAc, 0,005 NaCl, 0,005 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , 0,341 Pb(Ac) <sub>2</sub> ;	24	0	5	3,033	
16 – 0,3 NaOH;	24	4	15	13,5	0,3
17 – 1 NaOH;	24	6,5	35	13,5	1
18 – 3 NaOH;	24	14,5	55	14	3
19 – 1 NaOH;2NaAc	24	4	14,5	13,5	3
20 –1 NaOH; 0,025 NaCl,	24	6	35	13,5	1,025
21 – 0,025 NaCl, 0,1 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , 1 NaOH;	24	12,5	30	13,5	1,325
22- NaOH, 0,03 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ;	15	6	20	13,5	1
23 – 1 NaOH, 0,0072 Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	8	25	13,5	1,18
24 – 1 NaOH, 8,4 (CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> ;	25	2	8	11,5	1,3
25– 0,1 NaCl, 1 NaOH, 8,4 (CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> ;	25	2	8	11,5	0,2
26 – 0,05 CuSO <sub>4</sub> ;	20-22			4,5	0,2
27 – 0,1 CuSO <sub>4</sub> ;	20-22			5	0,4
28 – 0,05 NaCl,	25			4,5	0,25

Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата	НУЦЗУ. 2.14-87.CX та ХТ РПЗ-01				Лист 23

0,0528 – 0,05 NaCl, 0,05				
2=29 – 0,1 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , 0,05 CuSO <sub>4</sub> ;	20-22		2,2	0,5
30 – 0,05 Cu <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 8,4 (CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> ;	25		6	0,2
31 – 0,05 NaCl, 0,05 CuSO <sub>4</sub> , 8,4 (CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> ;	25		6	0,25
32 – 0,05 NaCl, 0,1 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , 0,05 CuSO <sub>4</sub>	20-22		2,2	0,55
33 – 0,05 NaCl, 0,1 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> 0,05 CuSO <sub>4</sub> , 0,0072 Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ;	25		2,2	0,6
34 – 0,05 NaCl, 0,1 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , 0,05 CuSO <sub>4</sub> , 8,4 (CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> ;	25		4	0,55
35 – 0,05 CuSO <sub>4</sub> , 0,3 NH <sub>4</sub> OH;	25			0,5
36 – 0,05 CuSO <sub>4</sub> , 0,6 NH <sub>4</sub> OH;	25		12	0,8
37 – 0,3 NaOH, 0,05 CuSO <sub>4</sub> , 0,6 NH <sub>4</sub> OH;	25		12	0,5
38 – 0,255 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 0,05 CuSO <sub>4</sub> ;	25		12	0,5
39 – 0,05 Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ;	20-22		5	0,15
40 – 0,05 NaCl, 0,05 Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ;	20-22		5	0,25
41 – 0,1 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , 0,05 Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ;	20-22		2	0,5
42 – 0,05 NaCl, 0,1 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , 0,05 Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ;	24		2	0,7
43 – 0,05 NaCl, 0,1 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , 0,0072 Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0,05 Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	25		2	0,3
44 – 0,3 NH <sub>4</sub> OH;	25		12	0,6
45 – 0,6 NH <sub>4</sub> OH;	25		12	0,6

Швидкість корозії розраховували по формулі

$$V_{\text{кор.}} = \frac{m_1 - m_2}{S * T},$$

де :

									Лист
									24
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата					

$m_1$ - маса електрода до випробувань ,г.

$m_2$ - маса електрода після випробувань ,г.

$S$  -поверхня зразка у розчині, см<sup>2</sup>

$T$ - час випробувань, год.

pH розчинів (кислотність) серед вимірювали з допомогою pH- метра зі скляним електродом і хлорсеребряним електродом порівняння.

**РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ІОННОЇ СИЛИ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ В ЗАЛЕЖНОСТІ  
ВІД pH СЕРЕДОВИЩА ,МОЛЕКУЛЯРНОГО ТА ІОННОГО СКЛАДУ  
РОЗЧИНУ НА КОРОЗІЮ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ В  
НЕПЕРЕМІШУЕМИХ І ПЕРЕМІШУВАЕМИХ РОЗЧИНАХ**

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						25
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

### 3.1 Залежності V- $\omega$ для сплавів АД-0 и АМЦ, в розчинах різного складу

У розділі 3 приведені результати змінення швидкості корозійно-електрохімічного розчиння (V) сплавів алюмінію (АД- 0, АМЦ) в розчинах з різним рН, за умов конвективного і гідродинамічного масопереносу реагентів і продуктів в міжфазний шар метал/розчин. Представленні результати вивчення впливу активаторів, окислювачев, індиферентних електролітів, поверхнево-активних речовин (спиртів) на характер змінення швидкості розчинності сплавів в великому діапазоні рН, тому що в теперешній час не дуже досліджено розчинення алюмінію та його сплавів під впливом компонентів навколишнього середовища, які мають активаційні, окислювальні, поверхнево-активні і інші важливі фізико-хімічними властивості, що викликають сумар ефекти впливу складів розчинів на швидкість розчинення Al- сплавів.

Метою дослідження було встановити закономірність розчинення сплавів алюмінію за умов інтенсивного масопереносу реагентів та продуктів до міжфазного шару у великому діапазоні рН розчинів, що мають додаткові компоненти з різними фізико-хімічними властивостями, в тому числі складові та загальні значення іонної сили розчинів.

Задачі дослідів за розділом:

- 1) дослідити вплив складу розчинів (рН, концентрації активаторів, окислювачів, ПАВ - спиртів) на швидкість розчинення сплавів алюмінію (V) при різних швидкостях обертання зразка ( $\omega$ );
- 2) встановити специфіку впливу природи компонентів розчинів на характер розчинення сплавів алюмінію за умов конвективного і інтенсивного гідродинамічного масопереносу в міжфазному шарі;
- 3) Скласти уявлення о механізмі реакції на межі метал-розчин за умовах гідродинамічного режиму у широкому діапазоні рН розчинів.

								Лист
								26
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата				

З урахуванням з'ясованого, виконані дослідження корозії Al - сплавів у неперемішуваних та перемішуваних розчинах в широкому діапазоні рН та присутності домішок компонентів, які є різними за фізико-хімічними властивостями (окислювальні, активаційні, поверхнюстоактивні та ін.).

Всі результати дослідів використані при побудові залежності  $V$ - рН для Al-сплавів, додатково при побудові залежностей  $V$  - рН використали деякі результати з вже опублікованих статей по корозії Al- сплавів в процесі електроосадження на них інших металів.

Аналіз результатів рис 3.1-3.6 показує, що в розчинах  $H_2SO_4$  (0,1; 1,0; 3,0 М) з додаванням в ці розчини солей NaCl, Pb (Ac) 2,  $CuSO_4$ , в цьому інтервалі значень  $\omega$  не встановлюється корозія АД- 0 і АМЦ відсутня. За те, в розчинах комбінованого складу ( $H_3O^+$ , активатор - Cl -, окисник -  $S_2O_8^{2-}$ ,  $Pb^{2+}, Cu^{2+}$ ) спостерігають інтенсивну корозію сплавів. В цих умовах процес розчину ймовірно реалізується через окислення алюмінієвої основи (або розчинення оксиду  $Al_2O_3$ ) - до утворення розчинної солі  $Al_2(SO_4)_3$ , і відновлення  $Pb^{2+}$  і  $Cu^{2+}$  до  $Pb^0$  і  $Cu^0$ , відповідно, у розчинах NaOH (0,1; 1,0; 3,0 М) з добавками NaCl,  $Na_2S_2O_8$ , NaAc іонізаційна корозія АД- 0 або АМЦ протікає в великому інтервалі значень  $\omega$ , що можна пояснити прискоренням процесу комплексообразування у розчинах  $[Al(OH)_4]$ .

Характер  $V$  -  $\omega$  залежностей для усіх концентрацій NaOH має незначну тенденцію до зниження (після досягнення деякого максимуму  $V$  в інтервалі  $\omega = 300-800$  про/хв.), що говорить про формування щільної плівки  $Al_2O_3 \times (Al(OH)_3)$ , яка стабілізує процес окислення металевої основи.

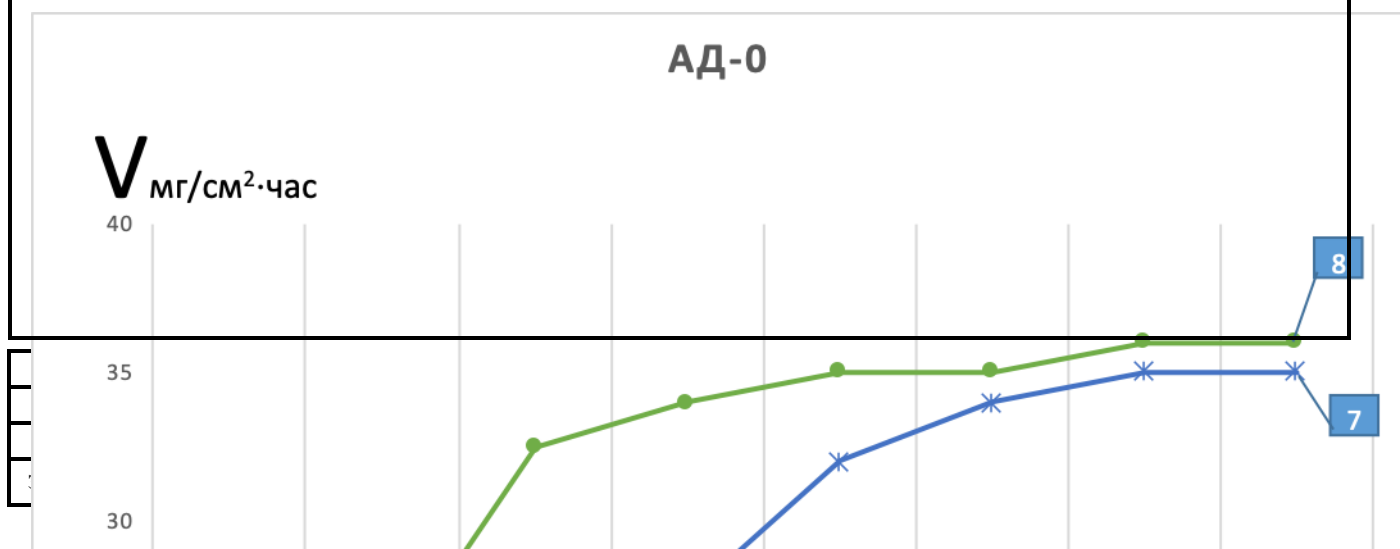




Рис.3.1 Залежність V-ω для АД-0.

Составы(моль/л): **1**-0,05M CuSO<sub>4</sub>,**2**-0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,6M NH<sub>4</sub> **3**- 1M NaOH +8,4ЭГ + H<sub>2</sub>O, **4**- 1M NaOH+ 0,1NaCl+8,4ЭГ+H<sub>2</sub>O , **5**-1M NaOH+ 0,1NaCl+8,4ЭГ+H<sub>2</sub>O, **6**-0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,05M NaCl+8,4ЭГ+H<sub>2</sub>O **7**- 0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,05M NaCl+8,4ЭГ, **8**- 0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,05NaCl, **9**- 0,3M NH<sub>3</sub> **10**-0,6M NH<sub>3</sub> **11**- 0,3M NH<sub>3</sub>+0,3M NaOH

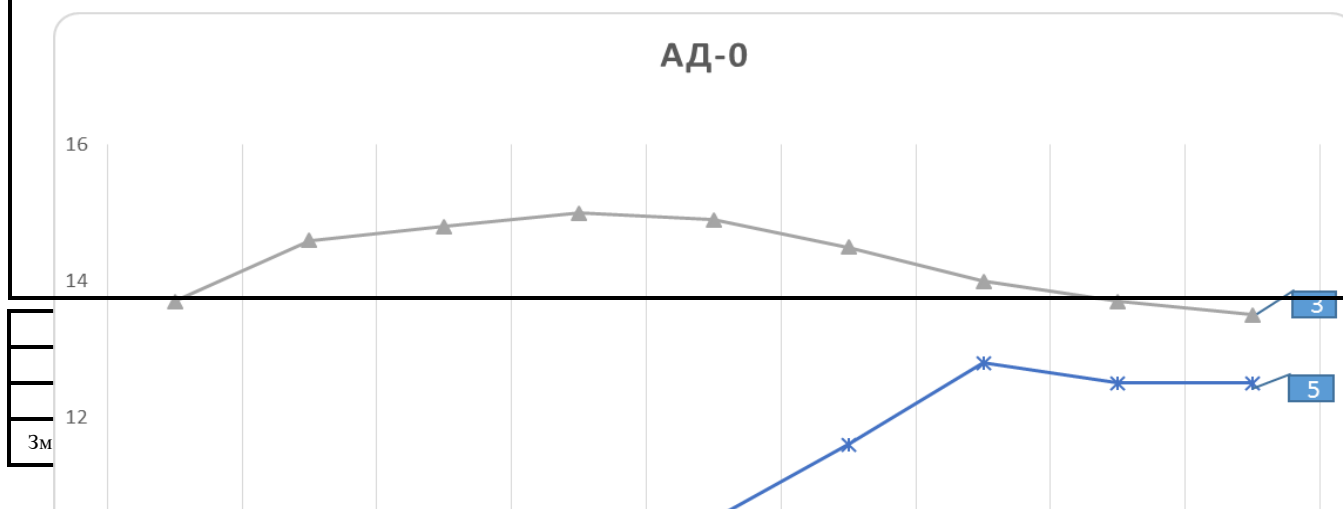


Рис.3.2 Залежність V-ω для АД-0

Составы(моль/л):**1**-0,3М **4**-1МNaOH+0,025МNaCl ,**5**-1М

NaOH+0,025МNaCl+0,1МNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>,**6**- 1М NaOH+2М NaAl, **7**- 1М NaOH+0,03М

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, **8**- 1М NaOH+0,0072МTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, **9**-0,1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, **10**-1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, **11**-3М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, **12**— 1М

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,5 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, **13**— 0,1М HCl, **14**— 1 М HCl, **15**—3М HCl;, **16**-2М NaAc, 0,341 Pb(Ac)<sub>2</sub>,**17**-  
0,025 М NaCl, 2 NaAc,

**18**-2М NaAc, 0,025 NaCl, , 0,341 Pb(Ac)<sub>2</sub>;**19**-2 NaAc, 0,005 NaCl, 0,005 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,341 Pb(Ac)<sub>2</sub>;

**20**-1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,5 NaCl

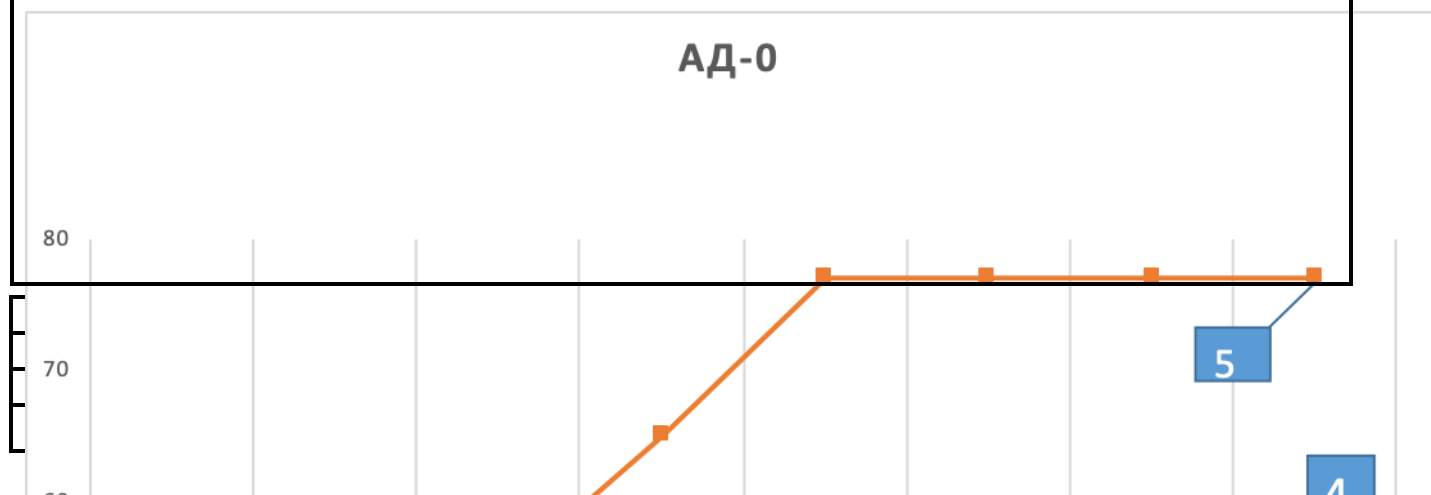


Рис.3.3 Залежність V-ω для АД-0

Составы(моль/л): **1**-0,05M CuSO<sub>4</sub>, **2**-0,1M CuSO<sub>4</sub>, **3**- 0,05M CuSO<sub>4</sub>, **4**-0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,05NaCl+0,10MNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, **5**-0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,05NaCl+0,10MNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>+0,0072M Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, **6**-0,05M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+0,05MNaCl+0,10MNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, **7**-0,05MCu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+0,05MNaCl+0,10MNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>+0,0072MTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, **8**-0,05MCuSO<sub>4</sub>+0,55MNaCl,**9**- 0,05MCuSO<sub>4</sub>+0,1MNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> **10**-0,05M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, **11**-0,05M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+0,05M NaCl ,**12**- 0,05M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+0,1MNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>

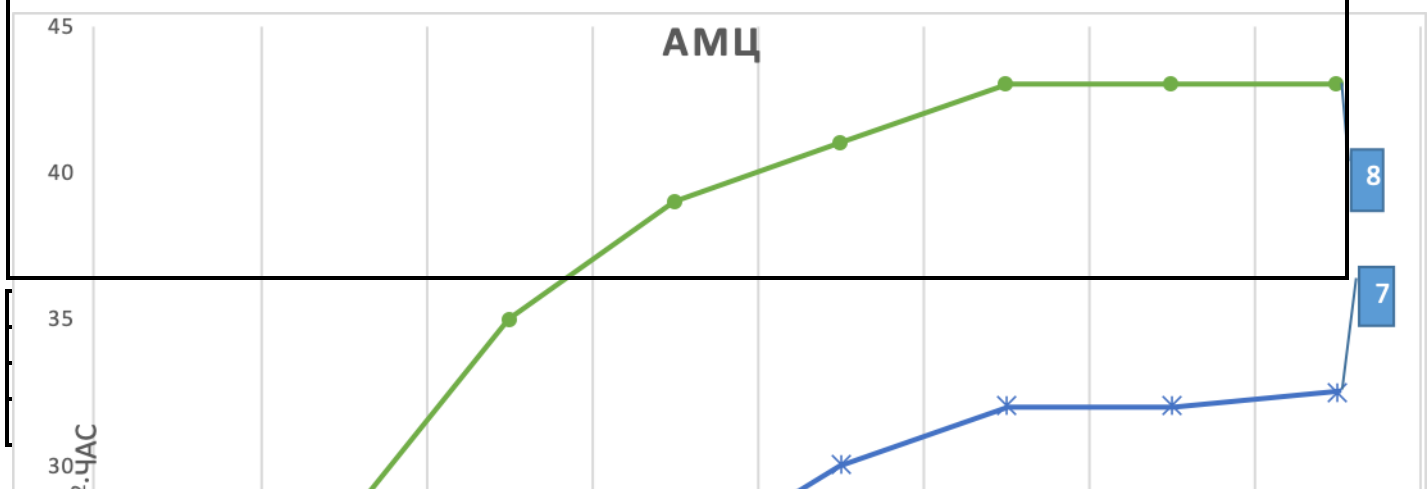
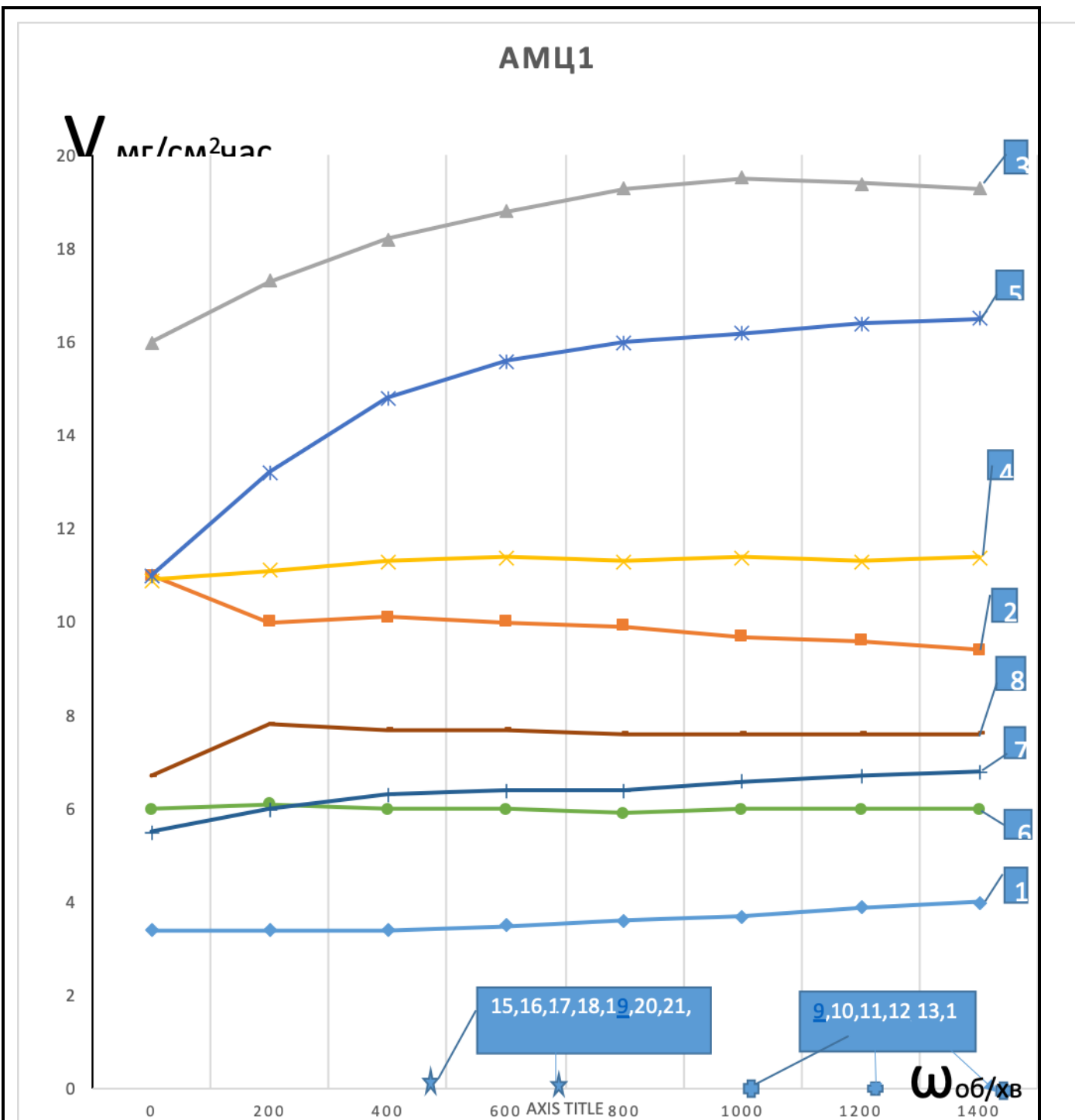


Рис.3.4 Залежність  $V-\omega$  для АМЦ

Составы(моль/л): **1**-0,05M CuSO<sub>4</sub>,**2**-0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,6M NH<sub>4</sub> **3**- 1M NaOH +8,4ЭГ + H<sub>2</sub>O, **4**- 1M NaOH+ 0,1NaCl+8,4ЭГ+H<sub>2</sub>O , **5**-1M NaOH+ 0,1NaCl+8,4ЭГ+H<sub>2</sub>O, **6**-0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,05M NaCl+8,4мЭГ+H<sub>2</sub>O **7**- 0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,05M NaCl+8,4ЭГ, **8**- 0,05M CuSO<sub>4</sub>+0,05NaCl, **9**- 0,3M NH<sub>3</sub> **10**-0,6M NH<sub>3</sub> **11**- 0,3M NH<sub>3</sub>+0,3M NaOH

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						31
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



**Рис.3.5** Залежність V-ω для АМЦ

Составы(моль/л):**1**-0,3М NaOH,**2**-1МNaOH, **3**-3М NaOH,

**4**-1МNaOH+0,025МNaCl ,**5**-1М NaOH+0,025МNaCl+0,1МNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>,

**6**- 1М NaOH+2М NaAl, **7**- 1М NaOH+0,03М Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, **8**- 1М NaOH+0,0072МTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>



**Рис. 3.6** Залежність  $V-\omega$  для АМЦ

Составы(моль/л): **1-**0,05М CuSO<sub>4</sub>, **2-**0,1М CuSO<sub>4</sub>, **3-** 0,05М CuSO<sub>4</sub>, **4-**0,05М

CuSO<sub>4</sub>+0,05NaCl+0,10мNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> **5-**0,05М

CuSO<sub>4</sub>+0,05NaCl+0,10мNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>+0,0072м Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, **6-**0,05М Cu(NO<sub>3</sub>

)<sub>2</sub>+0,05мNaCl+0,10мNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, **7-** 0,05М

Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+0,05мNaCl+0,10мNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>+0,0072мTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, **8-**0,05М CuSO<sub>4</sub>+0,55мNaCl

**9-** 0,05мCuSO<sub>4</sub>+0,1мNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> **10-**0,05М Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, **11-**0,05М Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+0,05М

NaCl

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						33
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

Таблица 2

АД0	t°C	pH	I моль/л
1)0,05мCuSO4+0,3мNH3	25	9	0,5
2)0,05мCuSO4+0,6мNH3	25	12	0,8
3)1мNaOH +8,4 ЭГ+H2O	25	11,5	1
4)1мNaOH +0,1мNaCl+8,4 ЭГ+H2O	25	11,5	1,1
5)0,05мCuSO4+8,4 ЭГ+H2O	25	6	0,2
6)0,05м CuSO4+0,05мNaCl+8,4мЭГ+H2O	25	6	0,25
7)0,05мCuSO4+0,05м NaCl+0,1мNa2S2O8+8,4ЭГ	25	4	0,55
8)0,05мCuSO4+0,05мNaCl	25	4,5	0,25
9)0,3мNH3	25	12	0,3
10)0,6мNH3	25	12,4	0,6
11)0,3мNH3+0,3мNaOH	25	13,6	0,6

Таблица 3

АД0	t°C	pH	I моль/л
1)0,3мNaOH	24	13,5	0,3
2)1мNaOH	24	13,5	1
3)3NaOH	24	14	3
4)1мNaOH+0,025мNaCl	24	13,5	1,025
5)1м NaOH+0,025мNaCl+0,1мNa2S2O8	24	13,5	1,325
6)1м NaOH +2м NaAl	24	13,5	3
7)1мNaOH+0,03м Al2O3	15	13,5	1,3
8)1мNaOH+0,0072мTa2O5	15	13,5	1,18

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						34
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

Таблица 4

АДО	t°C	pH	I моль/л
1)0,05мCuSO4	20-22	4,5	0,2
2)0,1мCuSO4	20-22	5	0,4
3) 0,05мCuSO4+	20-22	2	1
4)0,05мCuSO4+0,05NaCl+0,10мNa2S2O8	20-22	2,2	0,55
5)0,05мCuSO4+0,05NaCl+0,10мNa2S2O8+0,0072м Ta2O5	25	2,2	0,6
6)0,05мCu(NO3)2+0,05мNaCl+0,10мNa2S2O8	24	2	0,5
7)0,05мCu(NO3)2+0,05мNaCl+0,10мNa2S2O8+0,0072мTa2O5	25	2	0,7
8)0,05мCuSO4+0,55мNaCl	20-22	2	0,25
9)0,05мCuSO4+0,1мNa2S2O8	20-22	2,2	0,5
10)0,05мCu(NO3)2	20-22	5	0,15
11)0,05мCu(NO3)2+0,05мNaCl	20-22	5	0,2
12) 0,05мCu(NO3)2+0,1мNa2S2O8	20-22	2	0,45

Таблица 5

АМЦ	t °C	pH	I моль/л
1)0,05мCuSO4	20-22	4,5	0,2
2)0,1мCuSO4 27	20-22	5	0,4
3) 0,05мCuSO4+0,255мH2SO4	20-22	2	0,9
4)0,05мCuSO4+0,0325NaCl+0,10мNa2S2O8 32	20-22	2,2	0,55
5)0,05мCuSO4+0,05NaCl+0,10мNa2S2O8+0,0072м Ta2O5 33	20-22	2,2	0,73
6)0,05мCu(NO3)2+0,05мNaCl+0,10мNa2S2O8 42	24	2	0,5
7)0,05мCu(NO3)2+0,05мNaCl+0,10мNa2S2O8+0,0072мTa2O5 43	25	2	0,7
8)0,05мCuSO4+0,55мNaCl ?	25	2	0,75
9)0,05мCuSO4+0,1мNa2S2O8 29	20-22	2,2	0,5
10)0,05мCu(NO3)2 39	20-22	5	0,15
11)0,05мCu(NO3)2+0,05мNaCl 40	20-22	5	0,2
12) 0,05мCu(NO3)2+0,1мNa2S2O8 41	20-22	2	0,45

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						35
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



Таблица 6

АМЦ	t°C	pH	I моль/л
1) 0,3M NaOH 16	27	13,5	0,3
2) 1M NaOH 17	27	13,5	1
3) 3M NaOH 18	27	14	3
4) 1M NaOH+0,025M NaCl 20	27	13,5	1,025
5) 1M NaOH+0,025M NaCl+0,1M Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> 21	27	13,5	1,325
6) 1M NaOH+2M NaAc 19	27	13,5	3
7) 1M NaOH+0,03M Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 22	15	13,5	1,3
8) 1M NaOH+0,0072M Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 23	15	13,5	1,18

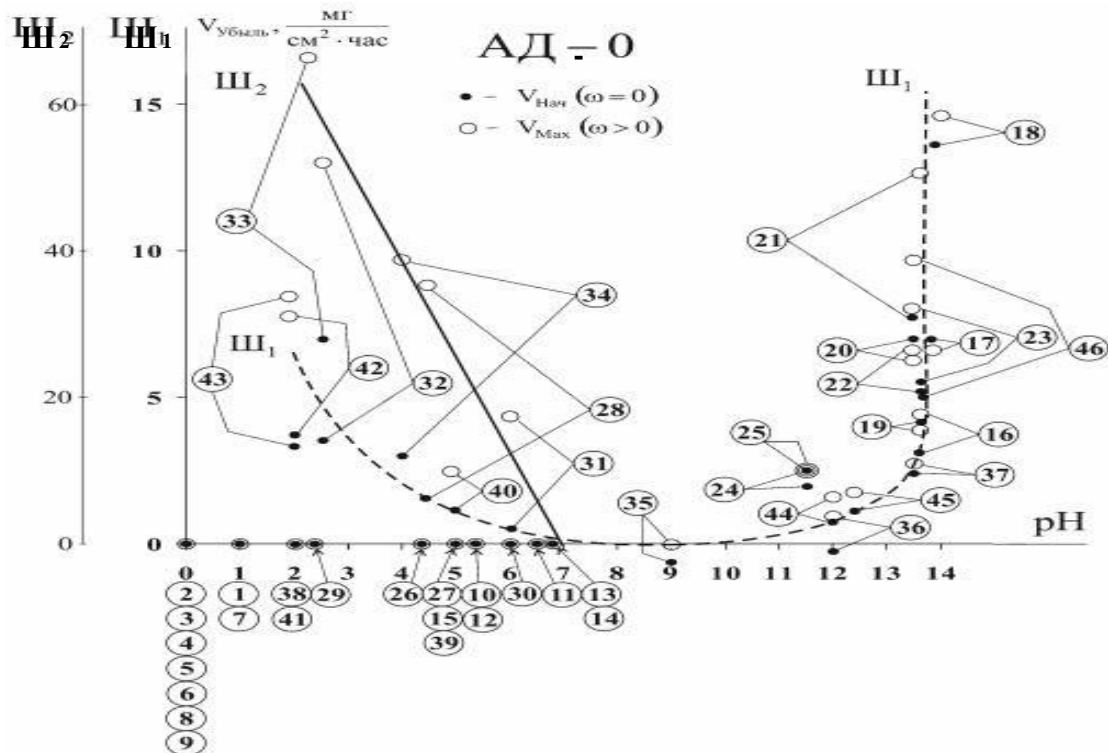
Таблица 7

АМЦ	t°C	pH	I моль/л	
1) 0,05M CuSO <sub>4</sub> +0,3M NH <sub>3</sub> 35	25	9	0,5	
2) 0,05M CuSO <sub>4</sub> +0,6M NH <sub>3</sub> 36	25	12	0,8	
3) 1M NaOH +8,4 ЭГ+H <sub>2</sub> O 24	25	11,5	1	
4) 1M NaOH +0,1M NaCl+8,4 ЭГ+H <sub>2</sub> O 25	25	11,5	1,1	
5) 0,05M CuSO <sub>4</sub> +8,4 ЭГ+H <sub>2</sub> O 30	25	6	0,2	
6) 0,05M CuSO <sub>4</sub> +0,05M NaCl+8,4M ЭГ+H <sub>2</sub> O 31	25	6	0,25	
7) 0,05M CuSO <sub>4</sub> +0,05M NaCl+0,1M Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> +8,4ЭГ 34	25	4	0,55	
8) 0,05M CuSO <sub>4</sub> +0,05M NaCl 28	25	4,5	0,25	
9) 0,3M NH <sub>3</sub>	44	25	12	0,3
10) 0,6M NH <sub>3</sub>	45	25	12,4	0,6
11) 0,3M NH <sub>3</sub> +0,3M NaOH 46	25	13,6	0,4	

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист	
						36	
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата			

### 3.2 Залежності V-pH та I-pH у розчинах для вивчення корозії сплавів

#### АД-0 и АМЦ



**Рис.3.7** Залежність V-pH для АД-0 при перемішуванні -○ и без- ●

1 – 0,1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 2 – 1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 3 – 3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 4 – 1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,05 NaCl; 5 – 1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,5 NaCl; 6 – 1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,5 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>; 7 – 0,1 HCl; 8 – 1 HCl; 9 – 3 HCl; 10 – 2 NaAc, 0,341 Pb(Ac)<sub>2</sub>; 11 – 0,025 NaCl, 2 NaAc; 12 – 0,025 NaCl, 2 NaAc, 0,341 Pb(Ac)<sub>2</sub>; 13 – 0,025 NaCl, 0,05 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 2 NaAc; 14 – 0,025 NaCl, 0,005 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 2 NaAc, 0,341 Pb(Ac)<sub>2</sub>; 15 – 0,005 NaCl, 0,005 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 2 NaAc, 0,341 Pb(Ac)<sub>2</sub>; 16 – 0,3 NaOH; 17 – 1 NaOH; 18 – 3 NaOH; 19 – 2 NaAc, 1 NaOH; 20 – 0,025 NaCl, 1 NaOH; 21 – 0,025 NaCl, 0,1 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 1 NaOH; 22 – 1 NaOH, 0,03 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 23 – 1 NaOH, 0,0072 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 24 – 1 NaOH, 8,4 (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>; 25 – 0,1 NaCl, 1 NaOH, 8,4 (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>; 26 – 0,05 CuSO<sub>4</sub>; 27 – 0,1 CuSO<sub>4</sub>; 28 – 0,05 NaCl, 0,05 CuSO<sub>4</sub>; 29 – 0,1 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05 CuSO<sub>4</sub>; 30 – 0,05 Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 8,4 (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>; 31 – 0,05 NaCl, 0,05 CuSO<sub>4</sub>, 8,4 (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>; 32 – 0,05 NaCl, 0,1 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05 CuSO<sub>4</sub>; 33 – 0,05 NaCl, 0,1 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05 CuSO<sub>4</sub>, 0,0072 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 34 – 0,05 NaCl, 0,1 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05 CuSO<sub>4</sub>, 8,4 (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>; 35 – 0,05 CuSO<sub>4</sub>, 0,3 NH<sub>4</sub>OH; 36 – 0,05 CuSO<sub>4</sub>, 0,6 NH<sub>4</sub>OH; 37 – 0,3 NaOH, 0,05 CuSO<sub>4</sub>, 0,6 NH<sub>4</sub>OH; 38 – 0,255 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,05 CuSO<sub>4</sub>; 39 – 0,05 Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 40 – 0,05 NaCl, 0,05 Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 41 – 0,1 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05 Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 42 – 0,05 NaCl, 0,1 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05 Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 43 – 0,05 NaCl, 0,1 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,0072 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,05 Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 44 – 0,3 NH<sub>4</sub>OH; 45 – 0,6 NH<sub>4</sub>OH; 46 – 0,3 NaOH, 0,3 NH<sub>4</sub>OH. Температура, °C: 25 ± 0,5.

							Лист
							37
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата			

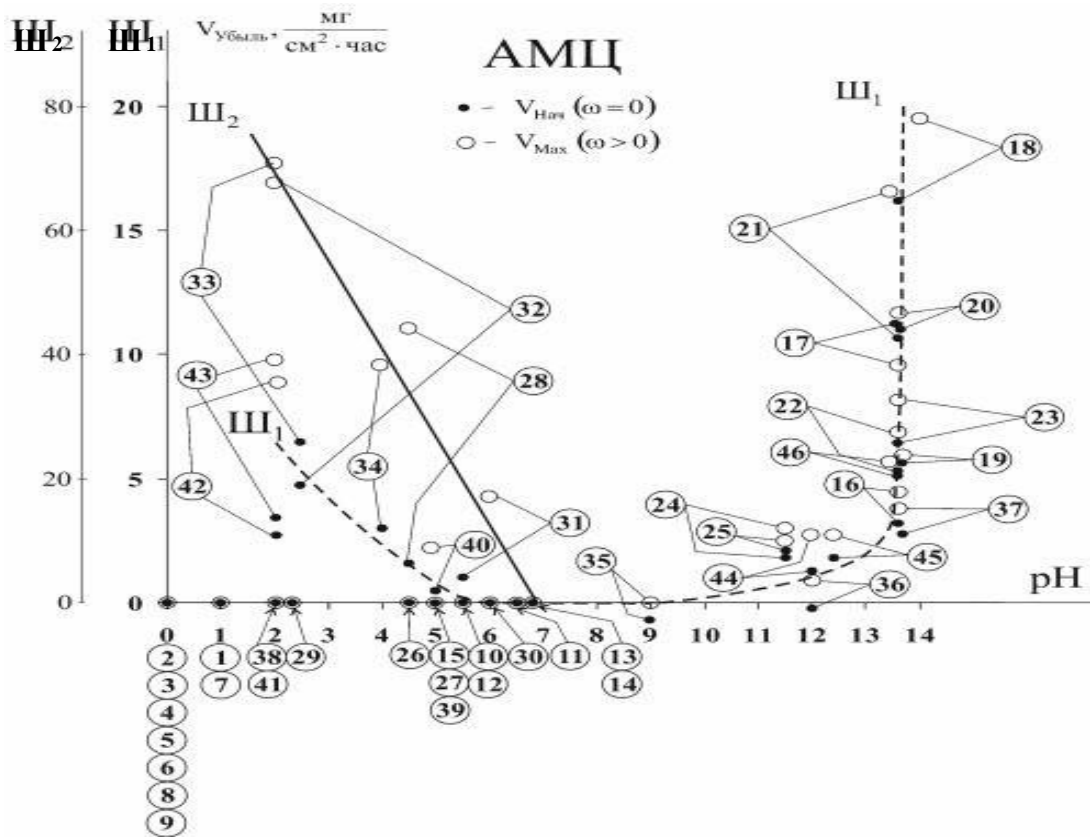
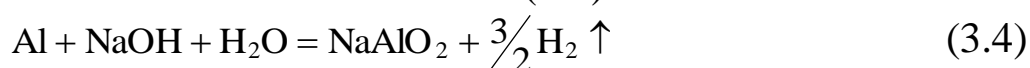
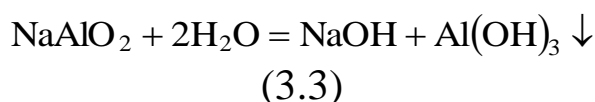
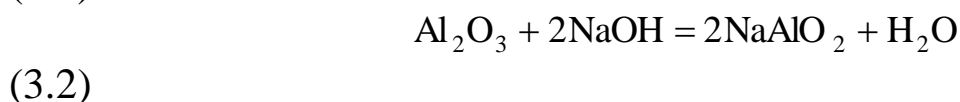


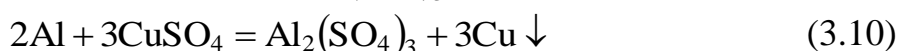
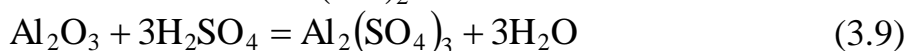
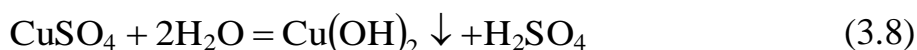
Рис.3.8 Залежність V-pH для АМЦ при перемішуванні -○ и без- ●

На основі минулих експериментів стадійні реакції в лужних середовищах, мають наступний вид:

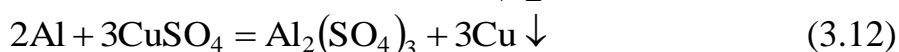
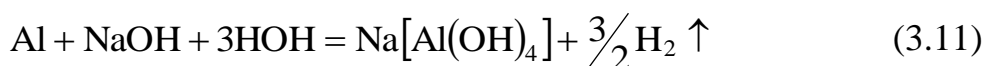


Вони свідчать про стадійний механізм корозії. Після розчинення -плівки (2) починається другий активний процес окислення Al за рахунок  $\text{Ox} - \text{Red}$  реакції окислення металу у присутності лугу через стадії утворення, його гідроліз до (3) і подальше розчинення осаду за рахунок комплексообразования- до (5-6).

У системі контактного витіснення (кислі середовища). можливі наступні стадійні реакції. Спочатку руйнується первинна оксидна плівка за рівняннями (7) - (9), потім йде контактний обмін по рівнянню (10) :



Оскільки явище розчинення  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -пленки призводить до утворення розчинних продуктів у малій кількості і не викликає ефектів гальмування процесу розчинення матеріалу, то приведену вище схему реакцій з 10-ти рівнянь можна істотно спростити і звести до елементарних рівнянь ось такого типу :



					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						39
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

З рівнянь (11) і (12) виходить, що швидкість розчинення Алюмінію ( $V_{Al}$ ) контролюється особливостями виділення опадів або газоподібних продуктів на поверхні металу.

У загальному вигляді види корозії представлені наступними схемами:

- а) розчини рН 0-7 – дифузійний контроль ( $V_{(\omega > 0)}/V_{(\omega = 0)} = 10-30$ );
- б) розчини з рН 7-14 – кінетичний контроль за рахунок комплексоутворення ( $V_{(\omega > 0)}/V_{(\omega = 0)} = 0,70-2,33$ ).

Присутність додаткових компонент, що каталізують або гальмують процеси розчинення сплавів алюмінію у вказаних середовищах, значно ускладнюють хімічну природу продуктів взаємодії, що утворюються в результаті реакції корозійно електрохімічної природи.

У зв'язку з цим виникає необхідність опису специфічних властивостей додаткових компонентів за допомогою вплива загального ( $I$ ) та парціальних значень електричного поля ( $I_i$ ) докомпанентів на  $V_{кор.сплавів}$ . Тому на базі раніше отриманих результатів ( $V_{кор} - \omega$ )<sub>i</sub> та  $V_{кор}$ - рН розрахованні та побудованні залежності  $I$ - рН та ( $V_{кор} - I$ )<sub>i</sub> для широкого діапазона  $I$ .

### **3.3 Встановлення складових йонної сили на механізми корозії на основі отриманих експериментальних даних**

Показані результати дослідів хімічного розчинення сплавів алюмінію у кислотах, та лугах, з домішками активаторів, окислювачів, поверхнево-активних речовин свідчать про різний механізм процесів корозії у областях рН < 7 та рН > 7.

З'ясували, що в кислих середовищах (рН<7), в силу явищ пасивації, розчинення виявляється неможливим навіть у присутності вискоєфективних активаторів і міцних окисників. І тільки у розчинах з доданням солей більш електропозитивних металів ( $Cu^{2+}$ ), у присутності активуючих і окислювальних компонентів ( $Cl^-$ ,  $S_2O_8^{2-}$ ) являється можливим звершення процесу розчинення

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						40
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

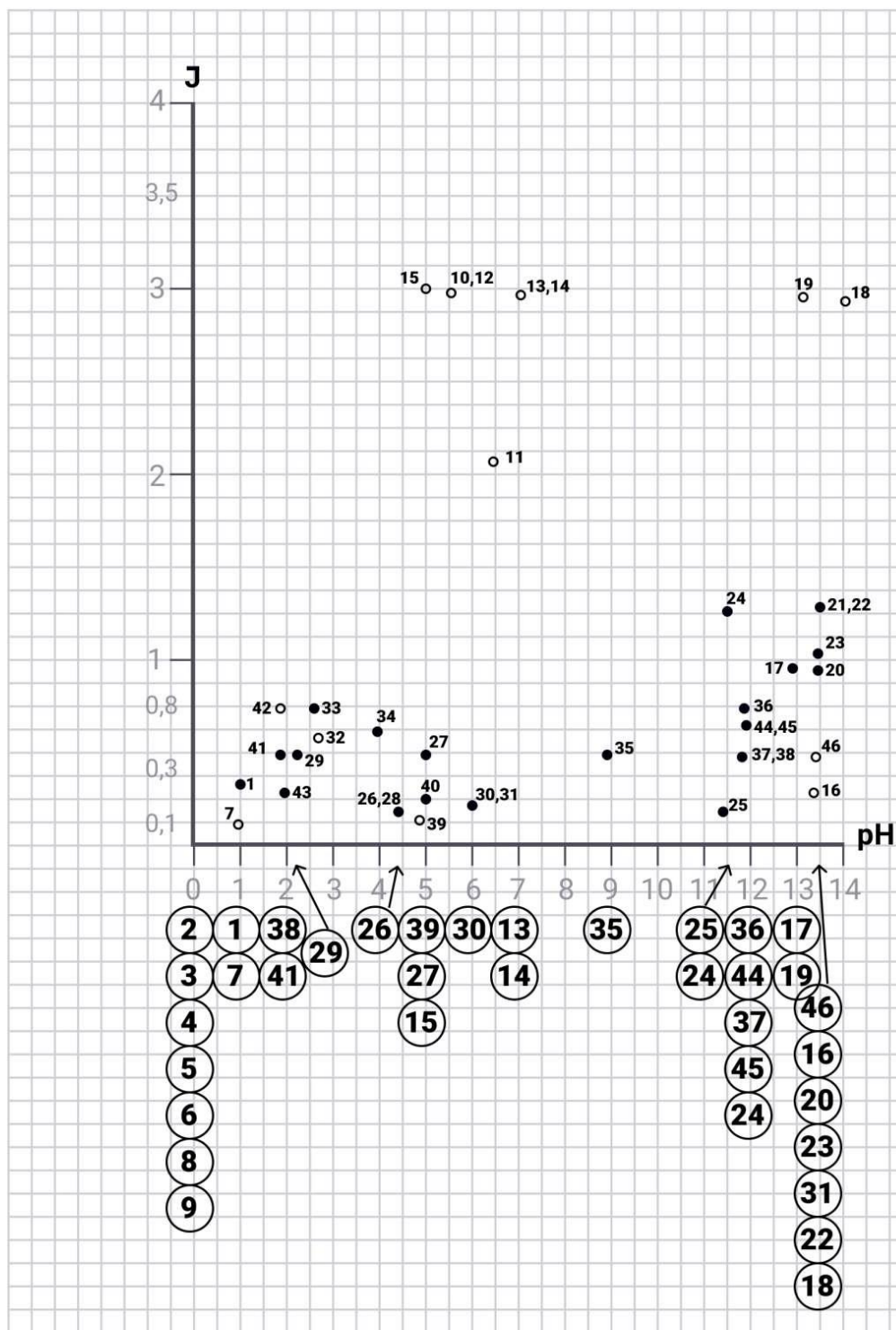
алюмінієвих сплавів, що контролюється дифузією компонент в реакційну зону та тому значно прискорюється (у 10.30 разів) в умовах гідродинамічного режиму.

У лужних середовищах ( $\text{pH} > 7$ ), процес розчинення сплавів алюмінію протікає по механізму комплексоутворення до зовсім розчинних гідроксокомплексів алюмінію. Це, цей процес контролюється комплексоутворенням, який не впливає (чи трохи впливає) на дифузійний масоперенос компонентів в зону реакції і відведення продуктів комплексоутворення, тому в умовах гідродинамічного масопереносу (навіть при високих значеннях  $\omega$ ) швидкість хімічного розчинення зростає не значно (у 0,7-2,33 разу).

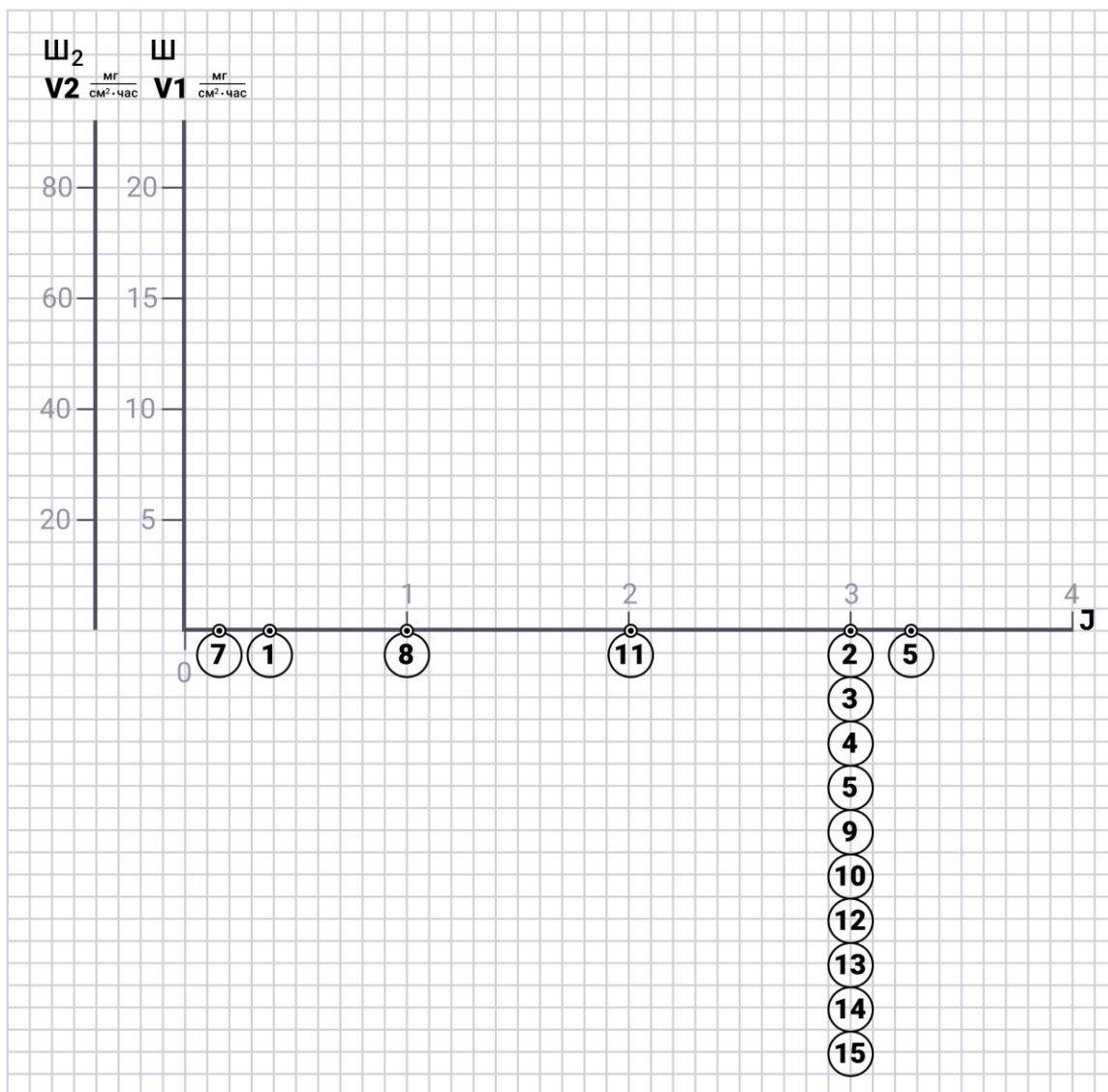
Загальна задача під розділом 3.3 має мету охарактеризувати специфічні властивості додаткових компонентів у розчинах з позиції ефективного впливу загального електричного поля розчинів одні або другі можливості прояви різних специфічних властивостей їх в процесах корозії. Для цього встановлені розраховані залежності на рис 3.9-3.14.

Рис.3.9 Обробка експериментальних даних в координатах I-pH показує хаотичність залежностей I від pH у випадках знаходження у розчинах різних додаткових компонентів. Тому нами використан зональний принцип аналізу залежностей V -I для різних інтервалів I. Далі по рис.3.10 -3.14 представлено локальну інформацію з повною характеристикою явищ на кородійних сплавах в заданому інтервалі значень I.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						41
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



**Рис.3.9** Залежності І – рН для АД-0 та АМЦ  
(таблиця розчинів у розділі 2)

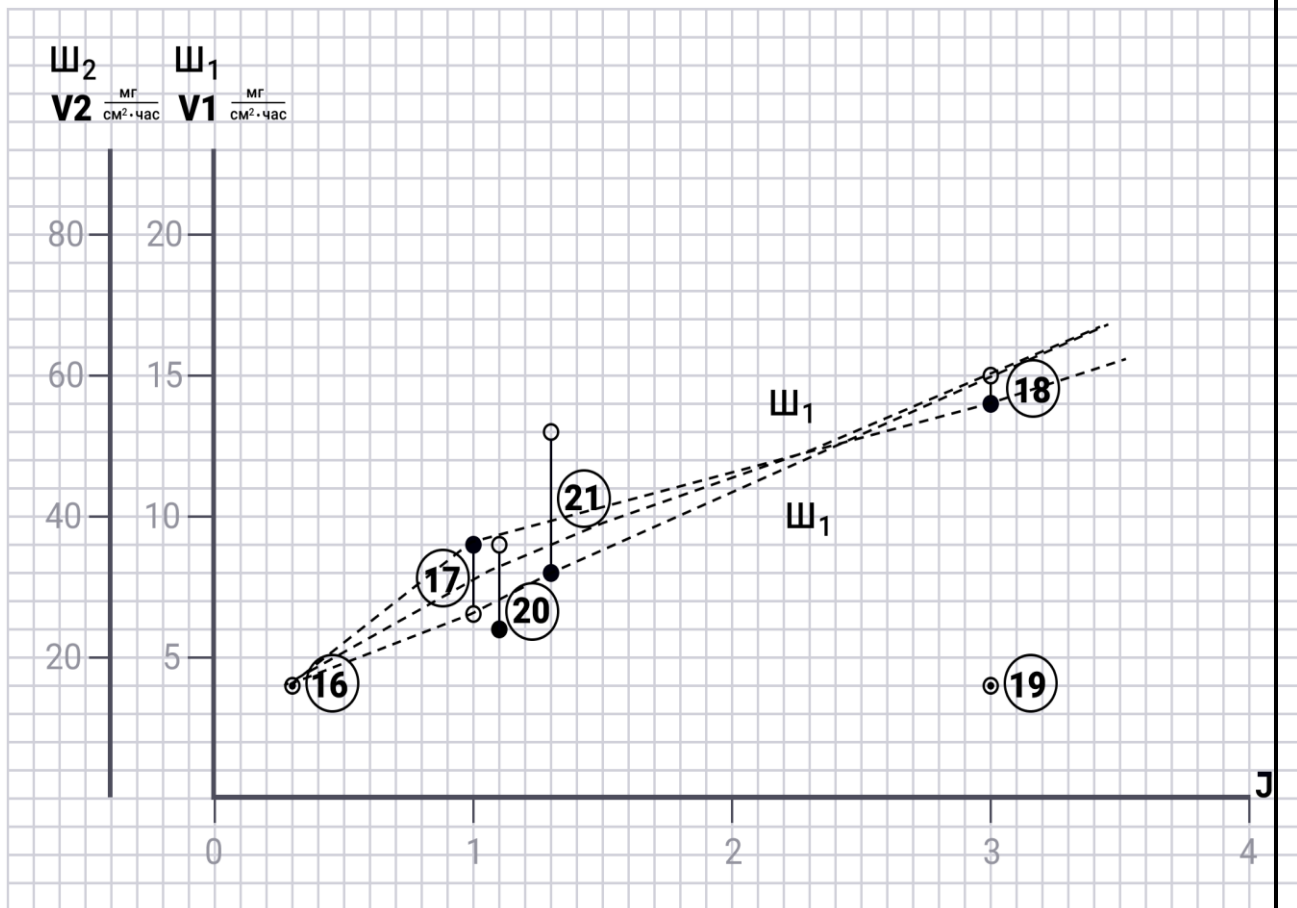


**Рис.3.10** Залежності V-I для АД-0 при перемішуванні -о та без -● для складів розчинів

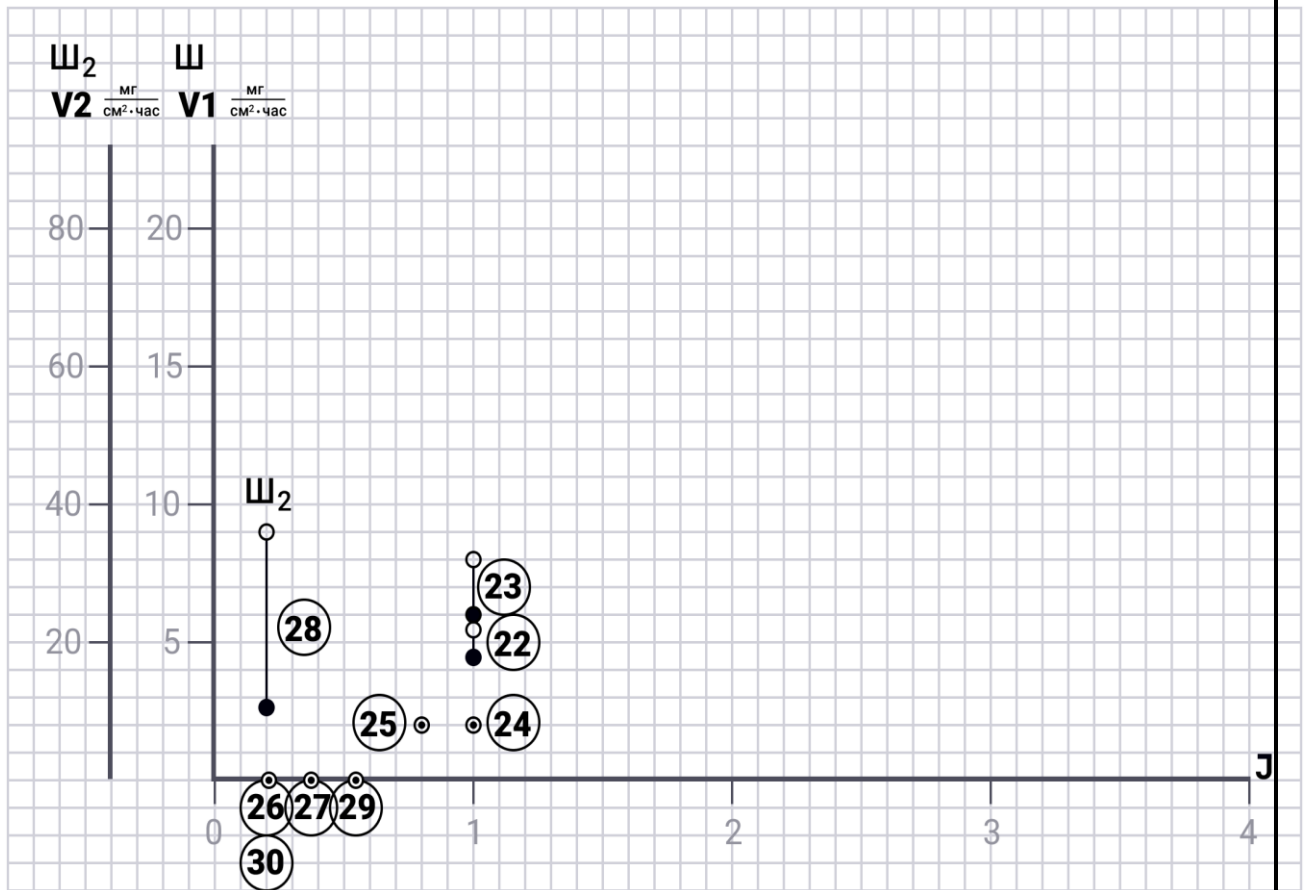
1 – 0,1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 2 – 1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 3 – 3М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 4 – 1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,05 NaCl; 5 – 1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,5 NaCl; 6 – 1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,5 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 7 – 0,1М HCl; 8 – 1М HCl; 9 – 3М HCl; 10 – 2М NaAc, 0,341М Pb(Ac)<sub>2</sub>; 11 – 0,025М NaCl, 2 МNaAc; 12 – 0,025М NaCl, 2 М NaAc, 0,341М Pb(Ac)<sub>2</sub>; 13 – 0,025М NaCl, 0,05М Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 2 МNaAc; 14 – 0,025 М NaCl, 0,005М Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 2М NaAc, 0,341М Pb(Ac)<sub>2</sub>; 15 – 0,005М NaCl, 0,005М Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 2М NaAc, 0,341М Pb(Ac)<sub>2</sub>;

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист	
						43	
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата			





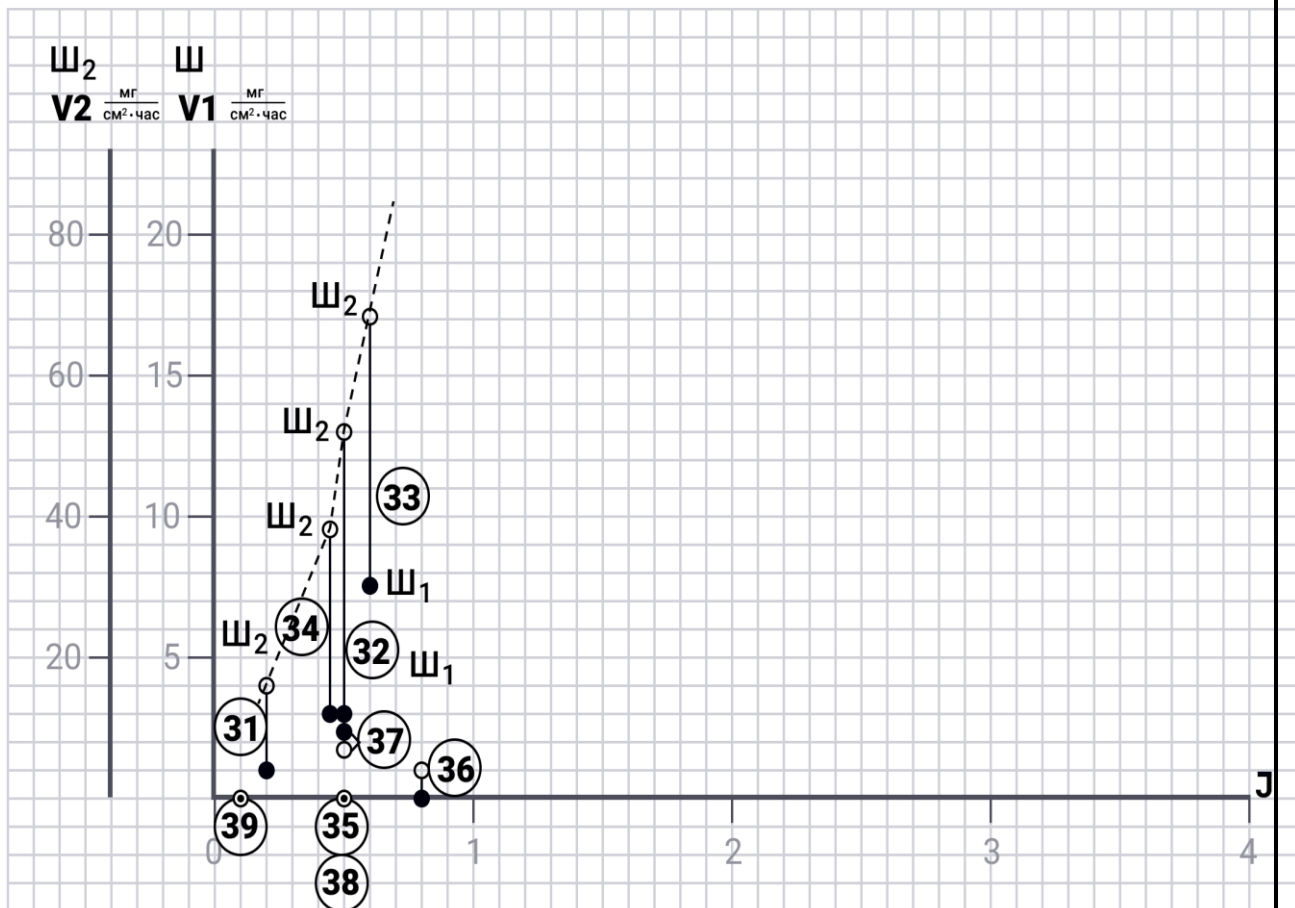
**Рис. 3.11** Залежності V-I для АД-0 при перемішуванні -о та без -● для складів розчинів: 16 – 0,3М NaOH; 17 – 1М NaOH; 18 – 3М NaOH; 19 – 2М NaAc, 1 М NaOH; 20 – 0,025М NaCl, 1М NaOH; 21 – 0,025 М NaCl, 0,1 М Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 1М NaOH;



**Рис. 3.12** Залежності V-I для АД-0 при перемішуванні -о та без -● для складів розчинів (моль/л)

22 – 1 М NaOH, 0,03М Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 23 – 1М NaOH, 0,0072М Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 24 – 1М NaOH, 8,4 М(CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>; 25 – 0,1М NaCl, 1М NaOH, 8,4 М(CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>; 26 – 0,05М CuSO<sub>4</sub>; 27 – 0,1М CuSO<sub>4</sub>; 28 – 0,05 М NaCl, 0,05 М CuSO<sub>4</sub>; 29 – 0,1М Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05М CuSO<sub>4</sub>; 30 – 0,05М CuSO<sub>4</sub>, 8,4М (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>;

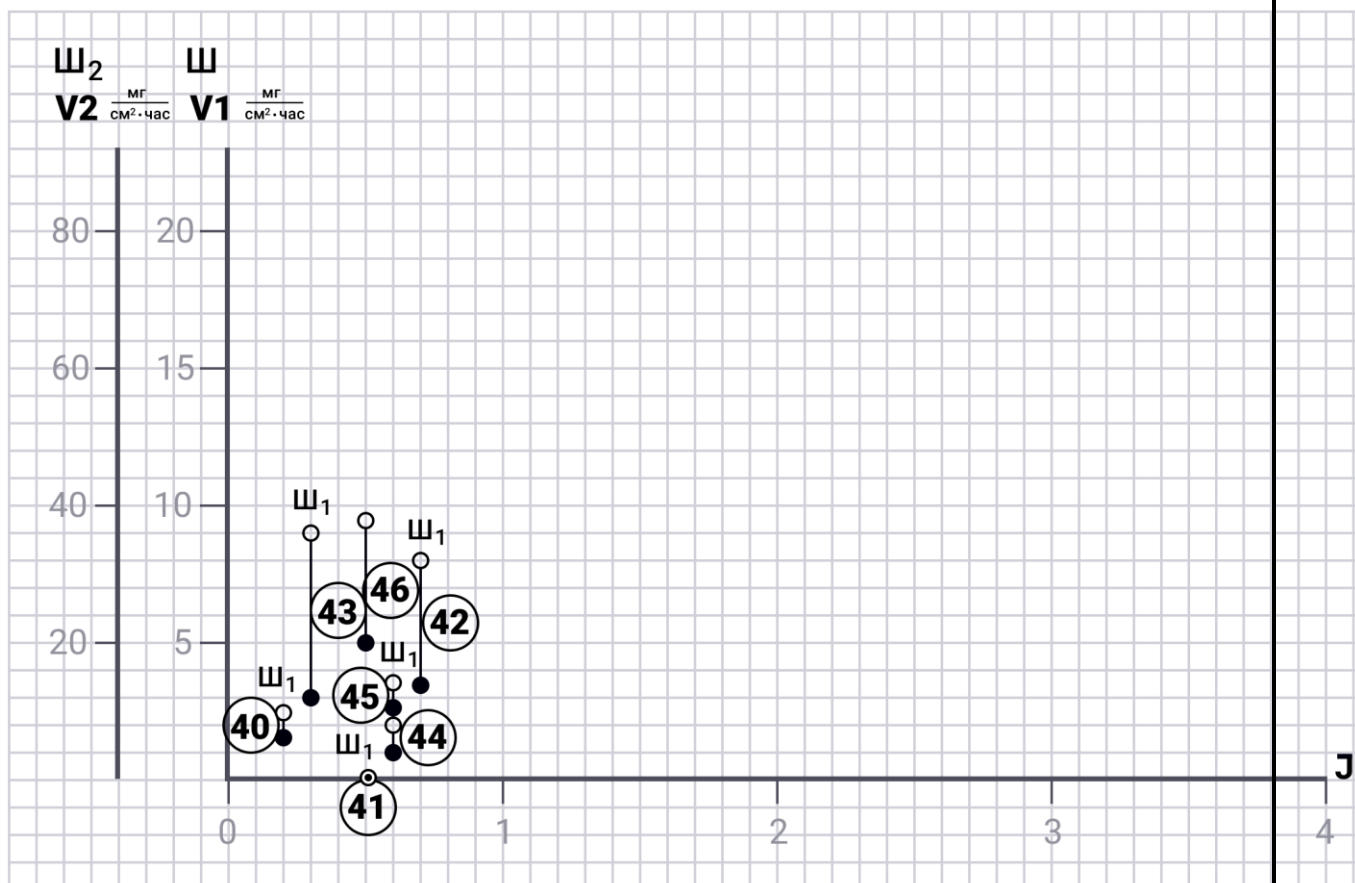
					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						45
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



**Рис.3.13** Залежності V-I для АД-0 при перемішуванні -о та без -● для складів розчинів (моль/л)

31 – 0,05M NaCl, 0,05M CuSO<sub>4</sub>, 8,4M (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>; 32 – 0,05 M NaCl, 0,1M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05M CuSO<sub>4</sub>; 33 – 0,05M NaCl, 0,1M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05M CuSO<sub>4</sub>, 0,0072 M Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 34 – 0,05M NaCl, 0,1M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05M CuSO<sub>4</sub>, 8,4M (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>; 35 – 0,05M CuSO<sub>4</sub>, 0,3M NH<sub>4</sub>OH; 36 – 0,05M CuSO<sub>4</sub>, 0,6M NH<sub>4</sub>OH; 37 – 0,3M NaOH, 0,05M CuSO<sub>4</sub>, 0,6 M NH<sub>4</sub>OH, 0,255M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,05M CuSO<sub>4</sub>; 38 – 0,255M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,05M CuSO<sub>4</sub>; 39 – 0,05 M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						46
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



**Рис.3.14** Залежності V-I для АД-0 при перемішуванні -о та без -● для складів розчинів (моль/л)

40 – 0,05M NaCl, 0,05M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 41 – 0,1M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 42 – 0,05 M NaCl, 0,1M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,05 M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 43 – 0,05 M NaCl, 0,1M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 0,0072M Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,05M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 44 – 0,3M NH<sub>4</sub>OH; 45 – 0,6M NH<sub>4</sub>OH; 46 – 0,3M NaOH, 0,3M NH<sub>4</sub>OH.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						47
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

### Рис 3.10

Розчини кислот с I до 3:

1. В кислих р-рах  $H_2SO_4$  или  $HCl$  до 3 моль/л

1) Коррозія в розворах не набуається ( $V=0$ )

2) Перемішування не впливає на  $V$  ( $V=0$ )

2. В розворах кислот с різними доавками

1) у випадку доавання  $Cl^-$  іонів не змняється  $V$

2) Введення фон ( $NaAc$ ),  $Ox(Pb^{2+})$  активатор ( $Cl^-$ ), совм.  $Cl^- + S_2O_8^{2-}$  и фона ( $NaAc$ ) также не змняєт  $V$  ( $V=0$ )

### Рис 3.11

Лужні розчини з 1 до 3

1) У розчинах без доавок  $NaOH$  зі збільшенням йонної сили  $V$  зростає

2) перемішування не суттєво впливає на збільшення  $V$  з збільшенням  $I$ .

3) Введення  $NaAc$  знижує  $V$

4) Введення в розчин  $NaOH$  активаторів ( $Cl^-$ ) и  $Ox(S_2O_8^{2-})$  незначно збільшує

$V$

### Рис.3.12

Розвораы с  $I \leq 1,3$

1) ) У розчинах  $NaOH, Al_2O_3$  и  $Ta_2O_5$  незначно збільшується  $V$

2) Доавки ПАР не змінюють

3) У розчині  $CuSO_4 + S_2O_8^{2-}$   $V=0$

4) У розчині  $CuSO_4 + Cl^-$   $V$  різко зростає.

5) У розчині  $CuSO_4 + S_2O_8^{2-}$   $V=0$

6) У розчині  $CuSO_4 + ПАВ$   $V=0$

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						48
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

### Рис. 3.14

Розчин має I до 0,8

- 1) V збільшується в області рН до 7, при введенні Cl<sup>-</sup>, Ох, ПАВ (с Ш<sub>1</sub> на Ш<sub>2</sub>)

I до 0,8, при рН ≤ 7

- 1) Чітко проявляється незначний ефект активування Cl<sup>-</sup>- йонами який, у пригнічується присутності окислювача (S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>) і посилюється в присутності Та2О5.

Результати рис.3.10-3.14 свідчать про те, що вплив іонної сили розчинів в кислих та лужних средах однозначно відповідає концентрації окисників ( у кислих Ох – Н<sub>3</sub>О, у лужних -Н<sub>2</sub>О). З урахуванням встановлених механізмів корозії Al- сплавів у цих середовищах особливо інтенсивних процесів руйнування реалізуються в лужних середовищах (с побільшенням [ОН<sup>-</sup>] сбалансується V<sub>кор.</sub>) зарахунок механізму розчинення- комплексоутворення. В кислих средах (рН 0-7) оксидні плівки надійно захищають метал від корозії, тому вплив I на V неефективен, близьок до 0. Активація поверхні окисдованного металу с добавками окисників різної природи значно збільшують V<sub>кор.</sub>, особливо в умовах гідродинамічного процесу доставки цих компонентів в зону електрохімічної корозії. В даному випадку підвищується вплив факторів I зарахунок обліку індивідуальних значень іонної сили компонентів.

Слід вказати, що збільшення концентрацій активних складових розчинів, збільшується також і значення V<sub>кор</sub> сплаву.

Особливо це проявляється в зоні нейтральних розчинів (I до 1,0) різних солей, активаторів, окисників та поверхнево-активних речовин .

Таким чином, отримані результати експерименти та розрахунків показують, що вплив загального електричного поля на власне поле активних частинок

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						49
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

проявляється в значної мірі , тому дослідження електричних ефектів в електролітах мають суттєвий вплив ,оскільки проявляються у вигляді ефектів корозійного руйнування Al-сплавів.

### 3.4. Висновки та рекомендації по впливу складів розчинів тушіння

- 1) Дослідження впливу іонної-сили, та складових її, у розчинах різного хімічного складу, вперше досліджується методом гравіметрії на стержневому (циліндричному) образце, в умовах конвективного та гідродинамічного режимів перенос у реагентів та продуктів в межфазную область метал/розчину у процесах корозійно електрохімічного руйнування Al-сплавів
- 2) Встановленні специфічні ефекти впливу складових і загального значення іонної сили I на швидкість корозіоно- електрохімічного розчинення Al- сплавів.
- 3) Установлено, що специфіка завісності V-I визначаються механізмами процесу корозійного-електрохімічного руйнування (дифузний або механізм комплексоутворення), а також наявністю активаторів, окислювачів, поверхнево-активних добавок (ПАР), при чому V повністю визначається наявністю складових I, які визначають наявність активаторів або  $A_{кт} + O_{х}$ .

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						50
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

## РОЗДІЛ 4 ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОРОЗІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ РІШЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ ПИТАНЬ ПРИ РОЗРОБЦІ ЕЛЕМЕНТІВ АВАРІЙНО-РЯУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Специфіка цього розділу визначається в з'ясуванні встановленням ефектів істотного посилення корозійних процесів в присутності активних компонентів і збільшення Іонної сили їх в загальній величині іонної сили розчинів, використовуваних при ліквідації надзвичайних ситуацій.

### 4.1 Вплив природи розчинів на величину втрат маси металу пристроїв, які вживлюються при гасінні побутових пожеж

Выполненные ранее расчеты потери массы металла пристроїв различного назначениями ликвидации последствий НС. На прикладі гасіння пожеж.

Суммарные результаты потерь материалов конструкции сведены в таблицу 4.1

Только представленні результати впливу різних режимів експлуатації пристроїв практично нейтральних розчинів з малими добавками різних солей.

Таблица 4

Вигляд виробу	Режим експлуатації	Вихідні дані сплавів у виробі	$n_{кр}$ ит., мм	$\Delta h$ мм	$V_{Al}$ в одиницях зниження $\Delta h$ , мм	$T_{крит.рас}$ творення $\Delta h$ -слоя, час	Кількість пожеж ліквідованих за час без аварійної експлуатації
Стовбур, крильчатка	Гідродинамічний	10	8	2	0,0077	260	130
Сходи	Конвективні	16	12	4	0,000077	52000	26000

С учетом высоких концентраций солей и кислот которые присутствуют в промышленных водах в условиях проведения мероприятий по ликвидации

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						51
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



последствий НС приходится пользоваться промводами скорость коррозии сплавов Al значительно (в 10-30раз) возрастает и уже параметры таблицы принимают критический характер.

Таблица 4.2

Вигляд виробу	Режим експлуатаційний	Вихідні дані сплавів у виробках	$n_{\text{крит}}$ , мм	$\Delta h$ , мм	$V_{\text{Al}}$ в одиницях зниження $\Delta h$ , мм	$T_{\text{крит.раств}}$ орение $\Delta h$ -слоя, час	Кількість пожеж ліквідованих за час без аварійної експлуатації
Стовбур, крильчатка	Гідродинамічний $w=700$	10	4	3-4	0,015	200	100
Сходи	Конвективні	16	10	3	0,006	38000	20000

Из таблицы следует, что наличие активизирующий и окислительных компонент в растворах реализации процессов в гидродинамическом режиме, приводят к существенному сокращению рабочего ресурса устройств используемых в процессах ликвидации последствий НС

#### 4.2 Вплив складових йонної-сили на особливості корозії поверхні деталей пристроїв, що контактують з розчинами гасіння

Вплив складових іонної сили і її складових, проаналізований на основі матеріалів таблиці 4.1 і 4.2 цього розділу.

На основі результату аналізу отриманих експериментальних даних попереднього розділу (3) однозначно треба зробити висновок, що вплив локальних електричних полів окремих складових розчини гасіння на ефекти ох-

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						52
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

red реакції корозії посилюється зі збільшенням концентрацій складових загальної іонної сили розчину системи.

Це в повній мірі, особливо в умовах гідродинамічної доставки активуючих окислювальних компонентів проявляється в присутності NaCl (активатор),  $H_2O$ ,  $Na_2S_2O_8$ ,  $Pb_2 + (Ox)$ . У тих прикладах, коли в розчинах присутній пасиватор ефферти іонної сили і окислювачів різко знижується

В результаті проведених досліджень можна стверджувати, що ефекти активації поверхневих оксидних шарів на сплав Al і подальшого окислення сплавів у вирішальній мірі визначаються величиною іонної сили складових в загальному значенні величини і розчинної системи.

### **Виводи**

1. Встановлено, що з посбільшенням складових іонної сили робочих сред на основі води  $H_2O$ , тобто активаторов та окисників, швидкості руйнування сплава значно зростає .

2. У присутності активаторів і окислювачів в робочих середовищах в умовах великих значень іонної сили складових катастрофічно знижується робочий ресурс часу експлуатації пристроїв для виконання завдань по ліквідації наслідків НС

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						53
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно зі статтею 28 Закону України «Про охорону праці», і «Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях» встановлений наказом МНС від 11.09.2012 № 1192, зазначені схожі вимоги з охорони праці до роботи з установками для дослідження впливу гідродинамічних вимов, на корозію Al-сплавів

### Охорона праці під час роботи в хімічних лабораторіях

1. Ці Правила поширюються на суб'єктів господарювання незалежно від форм власності й організаційно-правової форми, діяльність яких пов'язана з виробленням хімічних речовин і хімічної продукції, гумових і пластмасових виробів, іншої неметалевої мінеральної продукції, збиранням, обробленням й видаленням відходів, відновленням матеріалів, проведенням наукових досліджень та розробок в галузі природничих та технічних наук, вищих навчальних та вищих професійно-технічних навчальних закладах під час виконання робіт в хімічних лабораторіях.

2. Ці Правила встановлюють вимоги охорони праці під час виконання робіт в хімічних лабораторіях.

3. Ці Правила є обов'язковими для роботодавців та працівників, які виконують роботи в хімічних лабораторіях.

### Визначення термінів

1. У цих Правилах терміни вживаються у значеннях, що визначені [Законом України «Про охорону праці»](#), [Технічним регламентом безпеки обладнання, що працює під тиском \[37\]](#), затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 19 січня 2011 року № 35, ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						54
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

визначення основних понять», ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять», ГОСТ 18322-78 «Система технічного обслуговування і ремонту техніки. Терміни та визначення», ДСТУ 2439-94 «Елементи хімічні та речовини прості. Терміни та визначення основних понять. Умовні позначення», ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (далі - ГОСТ 12.1.005-88), ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» (далі - ГОСТ 12.1.007-76).

2. У цих Правилах терміни вживаються в таких значеннях: хімічна лабораторія - організація, підприємство, установа або їх окремий підрозділ, що проводять дослідження, випробування і іншу діяльність з використанням хімічних процесів, спеціального обладнання та різноманітних хімічних речовин.

### **Позначення та скорочення**

ГДК - граничнодопустима концентрація;

ГР - горючі рідини;

ДБН - державні будівельні норми;

ДСН - державні санітарні норми;

ДСанПіН - Державні санітарні правила і норми;

ДСТУ ГОСТ - національні стандарти, якими прийнято міждержавні стандарти;

ДСТУ ISO - державний стандарт, через який впроваджено європейський стандарт Міжнародної організації зі стандартизації (ISO);

ЗІЗ - засоби індивідуального захисту;

ЛЗР - легкозаймисті рідини;

НАПБ - нормативно-правовий акт з питань пожежної безпеки;

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						55
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

ПЛАС - план локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій;

ССБП - система стандартів безпеки праці;

ССБТ - «система стандартів безпеки праці».

### Загальні вимоги

1. Вимоги до приміщень та обладнання хімічних лабораторій

2. Будівництво (нове будівництво, реконструкція, реставрація, капітальний ремонт) підприємств, на яких розташовані приміщення хімічних лабораторій, повинно здійснюватись відповідно до затвердженої проектної документації, державних стандартів, норм і правил у порядку, визначеному «Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності» [38], та має проводитись з виконанням вимог Законів України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 20 грудня 2006 року № 1764, та вимог цих Правил.

3. В кожній хімічній лабораторії забезпечуються організаційні заходи щодо пожежної безпеки відповідно до вимог «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» [39], затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 19 жовтня 2004 року № 126, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 4 листопада 2004 року за № 1410/10009 (далі - НАПБ А.01.001-2004).

4. Для всіх будинків, зовнішнього устаткування та приміщень має бути визначено категорію щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки відповідно до вимог Норм визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 3 грудня 2007 року № 833 (НАПБ Б.03.002-2007), а також клас вибухонебезпечних зон відповідно до вимог "Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок" [40]

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						56
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

, затверджених наказом Мінпраці України від 21 червня 2001 року № 272 (далі - НПАОП 40.1-1.32-01), які необхідно позначати на вхідних дверях до приміщення, а також у межах зон усередині приміщень та ззовні.

5.Приміщення хімічних лабораторій обладнуються загальнообмінною примусовою вентиляцією, а місця можливого накопичення шкідливих хімічних речовин - місцевими відсмоктувачами. Експлуатація, технічне обслуговування, планові огляд і ремонт, а також періодичні технічні випробування систем вентиляції повинні проводитись у хімічних виробництвах «Правил з безпечної експлуатації систем вентиляції у хімічних виробництва»[41], затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 5 жовтня 2009 року № 164, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 27 жовтня 2009 року за № 988/17004 (далі - НПАОП 0.00-1.27-09).

Постійно діюча вентиляція повинна забезпечувати кратність повітрообміну, який розраховується залежно від виду та класу небезпеки речовини, що перебуває в обігу в хімічній лабораторії, та роботу системи місцевих відсмоктувань для видалення пилу та вибухонебезпечних речовин від місць їхнього утворення.

**Для очищення вибухонебезпечної пилоповітряної суміші необхідно використовувати пилоуловлювачі або фільтри.**

1. Дотримання протипожежного режиму та оснащення приміщень хімічних лабораторій первинними засобами пожежогасіння здійснюються відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2004 та Типових норм належності вогнегасників, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 року № 151, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 29

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						57
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

квітня 2004 року за № 554/9153 (НАПБ Б.03.001-2004). Для локалізації та ліквідації пожеж у їх початковій стадії розвитку необхідно використовувати вогнегасники відповідно до вимог ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань» (далі - ДСТУ 3675-98) і ДСТУ 3734-98 (ГОСТ 30612-99) «Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги» (далі - ДСТУ 3734-98), а також внутрішні пожежні водопроводи, покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу, пісок та інші первинні засоби пожежогасіння.

Експлуатація вогнегасників повинна здійснюватися відповідно до вимог **Правил експлуатації вогнегасників [42]**, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 року № 152, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 29 квітня 2004 року за № 555/9154 (НАПБ Б.01.008-2004), а їх технічне обслуговування - відповідно до вимог ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги».

2. Необхідність і порядок оснащення приміщень хімічних лабораторій стаціонарними системами пожежної сигналізації і пожежогасіння повинні визначатися відповідно до вимог ДБН В.2.5-56:2010 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту».

3. Усе електрообладнання, електроінструмент при напрузі понад 36 В, а також обладнання та механізми, які можуть виявитися під напругою, надійно заземляються. Роботи з використанням електроінструменту та електрообладнання повинні проводитись відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01.[43]

4. Засоби захисту від статичної електрики у пожежонебезпечних зонах будь-якого класу з метою захисту від іскроутворення повинні відповідати вимогам **Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів[44]**,

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						58
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

затверджених наказом Комітету по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України від 9 січня 1998 року № 4, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 10 лютого 1998 року за № 93/2533 (далі - НПАОП 40.1-1.21-98), ГОСТ 12.1.018-93 «ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования» та ГОСТ 12.4.124-83 «ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования».

Металеві та неметалеві електропровідні конструкції, комунікації та виробниче обладнання повинні бути електростатично заземленими.

5. Приміщення хімічних лабораторій забезпечуються природним, штучним та суміщеним освітленням залежно від характеристики зорової роботи відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Місцеве освітлення повинно застосовуватися в комбінації із загальним освітленням. Застосування лише місцевого освітлення забороняється. Світильники місцевого освітлення за своїм улаштуванням повинні відповідати категорії і групі вибухонебезпечних речовин і бути влаштовані так, щоб працівник міг за бажанням змінити напрям світлового потоку.

Працівники повинні здійснювати експлуатацію пристроїв для освітлення відповідно до вимог ГОСТ 12.2.007.0-75\* «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

У робочій зоні хімічних лабораторій вміст пилу, газів і пари шкідливих речовин не повинен перевищувати ГДК, встановлені ГОСТ 12.1.005-88.

Періодично, але не рідше одного разу на рік в приміщеннях хімічних лабораторій необхідно проводити аналіз повітря на вміст шкідливих хімічних речовин відповідно до ГОСТ 12.1.005-88, який здійснюється лабораторіями, що мають на це відповідний дозвіл.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						59
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



6. Припливно-витяжна вентиляція в усіх приміщеннях вмикається за 30 хвилин до початку проведення робіт і вимикається після закінчення проведення робіт. При цьому спочатку вмикають витяжну вентиляцію, а потім припливну; вимикають навпаки - спочатку припливну, а потім витяжну. Роботи в лабораторії повинні проводитися тільки при справній вентиляції, необхідно передбачити автоматичне включення та блокування вентиляції. У разі виявлення будь-яких несправностей вентиляції працівник повинен повідомити про це керівника лабораторії, а також службу охорони праці.

7. Всі роботи з хімічними речовинами слід проводити тільки у витяжних шафах. Витяжні шафи повинні бути обладнані відсмоктувачами.

Світильники у витяжній шафі за своїм улаштуванням повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Штепсельні розетки і вимикачі повинні бути розташовані поза витяжною шафою.

8. Підлоги приміщень хімічних лабораторій повинні мати рівну, неслизьку, зручну для очищення поверхню, бути стійкими до дії механічних навантажень, вологи і агресивних середовищ.

Конструкція та розміщення лабораторних меблів повинні бути такими, щоб можна було вести прибирання підлоги під ними.

9. Для миття хімічного посуду слід виділяти ізольовані мийні приміщення, обладнані мийними машинами та спеціальними мийними столами: один з витяжною шафою, два відкритих. Допускається влаштування місць для миття посуду в кожному лабораторному приміщенні у витяжній шафі.

10. Приміщення хімічних лабораторій, призначені для робіт з надзвичайно небезпечними (1-й клас небезпеки) і високонебезпечними (2-й клас небезпеки) речовинами, повинні бути ізольовані від інших приміщень лабораторії, мати окремий вхід і витяжні шафи, не пов'язані з вентиляцією інших приміщень.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						60
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

Приміщення хімічних лабораторій, які призначені для проведення робіт зі ртуттю, повинні передбачати оздоблення стін, стелі і поверхонь конструкцій (колони, двері, вікна, підвіконня та інше) матеріалами, що запобігають сорбції (поглинанню) та десорбції (зворотному виділенню в навколишнє середовище) парів ртуті, а також допускають вологе прибирання.

11. Газопроводи в приміщеннях хімічних лабораторій повинні відповідати проектній документації, затвердженій в установленому порядку, і бути пофарбовані згідно з ГОСТ 14202-69 «Трубопроводи промислових підприємств. Оознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки» газопроводи повинні вводитися безпосередньо в приміщення лабораторії; на ввіді газопроводу в приміщення має встановлюватися в доступному для обслуговування і освітленому місці (в разі потреби подачі газу) пристрій, що відключає газопроводи, які підведені до робочих столів і витяжних шаф. Газопроводи повинні мати крани, що дозволяють регулювати включення окремих пальників; газопроводи в приміщеннях необхідно прокладати таким чином, щоб було зручно їх обслуговувати з унеможливленням їх пошкодження.

12. Столи і витяжні шафи, призначені для роботи з пожежо- та вибухонебезпечними речовинами, повинні мати захисні бортики та бути покриті негорючим матеріалом, а для робіт з кислотами, лугами та іншими неорганічними і органічними хімічно активними речовинами - матеріалами, стійкими до їхнього впливу.

Витяжні шафи, лабораторні та робочі столи у спеціальних приміщеннях (наприклад, кімнатах для робіт зі ртуттю) не повинні мати під робочою поверхнею ящиків і шаф.

Столи в приміщеннях хімічних лабораторій при роботі зі ртуттю повинні мати ртутьнепроникне покриття (перхлорвінілове або інше).

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						61
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

13. Газові та водяні крани на робочих столах і у витяжних шафах повинні бути розташовані біля бортів (країв) і установлені так, щоб унеможливити випадкове відкриття крана.

14. Якість води для господарсько-питних потреб та душових повинна відповідати [Державним санітарним нормам та правилам «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» ДСанПіН 2.2.4-171-10 \[45\]](#), затвердженим наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року № 400, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 року за № 452/17747.

15. У приміщенні хімічних лабораторій повинні знаходитися первинні засоби пожежогасіння (ящики з сухим піском, вогнегасники, пожежні покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу тощо), для зазначення місцезнаходження яких встановлюються вказівні знаки відповідно до ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір» (ISO 6309:1987, IDT) та ГОСТ 12.4.026-76 «ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности» (далі - ГОСТ 12.4.026-76).

16. У разі аварійної перерви в подачі електричної енергії всі електроприлади повинні бути негайно вимкнені.

17. Електропроводи і електроприлади, які знаходяться під напругою, у випадку пожежі необхідно знеструмити і гасити вуглекислотними вогнегасниками відповідно до вимог ДСТУ 3675-98, ДСТУ 3734-98.

Забороняється гасити їх водою.

18. Забороняється залишати без нагляду робоче місце, ввімкнені нагрівальні прилади і працююче лабораторне обладнання, перелік якого визначений інструкцією з охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки.

19. При задимленні, загорянні або інших ознаках пожежі (горіння) необхідно:

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						62
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

негайно викликати пожежну охорону;

вжити (за можливості) заходів щодо евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;

довести до відома керівника лабораторії або відповідної посадової особи та (або) чергового.

20. У кожному робочому приміщенні хімічної лабораторії на видному та легкодоступному місці повинна знаходитися аптечка з набором необхідних медикаментів для надання першої (долікарняної) допомоги.

## **Висновки**

### **З метою запобігання електротравматизму забороняється:**

а) До роботи на електричних приладах і установках допускати працівників, які не мають відповідного допуску та дозволу;

б) Працювати на несправних електричних приладах і установках. Про всі виявлені дефекти в ізоляції проводів, про несправності пускачів, рубильників, штепсельних вилок, розеток тощо, а також заземлення й огороження слід негайно повідомляти черговому електротехнічному персоналу;

в) Переносити включені прилади та залишати їх без нагляду;

г) Працювати поблизу відкритих струмопровідних частин електроустановок і торкатися до них;

### **Правила праці за установкою для дослідження:**

1) Застосовувати інструмент, пристосування, інвентар за призначенням, якщо є недовірки та несправність, треба негайно повідомити керівнику праці.

2) Зважати всі наслідки порушення пожежної безпеки, знати де знаходяться і вміти використовувати первинні засоби пожежогасіння.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						63
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

- 3) Пристрої, машини, електроінструменти та освітлювальні лампи треба включати тільки з допомогою пускачів та рубильників. Також не треба з'єднувати і роз'єднувати дроти, так як вони під напругою. Якщо треба подовження проводів, слід викликати електрика.
- 4) Лабораторія, де працюють з кислотами та їдкими матеріалами, має бути обладнана припливно-витяжною вентиляцією.
- 5) Їсти, пити, зберігати харчові продукти та палити, дозволено тільки в спеціалізованих місцях, які створені саме для цього.
- 6) Відходи кислот, лугів і інші їдкі речовин необхідно вилити тільки в спеціальну тару.
- 7) Переливати кислоти та луги з великих тар в маленькі треба в двох , за допомогою сифона та під місцевою витяжкою.
- 8) Щоб зробити розчини кислот, їх необхідно вливати в воду тонким струменем, при безперервному перемішуванні.
- 9) Обов'язково працювати у спец одязі
- 10) Зважаючи на те, що робота проводиться з деталями, що обертаються, необхідно проводити експеримент у двох.

#### **Вимоги безпеки при роботі з електроприладами.**

- 1) Перевірити досконалість гнучого електропроводу, вілки, що підводять кабелі
- 2) Очистити пристрої від пилу сухою чистою ганчіркою
- 3) Перевірити працездатність електро розетки
- 4) Перевірити на відсутність оголених проводів
- 5) Частотомір має бути заземленим

#### **Вимоги безпеки після закінчення робіт**

- 1) Не смикати електропровід, коли вимикаєш апарат з електромережі
- 2) Обов'язково очистити прилад після закінчення роботи електродвигуна
- 3) Не допускати впливу на підвідні кабелі, електрошнури гарячих рідин, падіння важких предметів.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						64
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

4) Повідомити адміністрацію, техніка- електрика, якщо виявлені якісь недоліки в роботі електрообутових приладів

5) Перш ніж зняти зразок з стрижня, потрібно обов'язково вимкнути прилад

1) При роботі на установці з обертовими деталями, не слід нехтувати охороною праці

2) Працюючи з агресивними середовищами, треба дотримуватись правил безпеки

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						65
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

## РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Зі збільшенням у розчинах гасіння хімічних компонентів, які підсилюють ефект гасіння (Т), зміншується час гасіння, використання води при гасінні знижується, тому економічний ефект підвищується. Слід зауважити, що при цьому не виключається підвищення корозії металів, з яких виготовляється засіб доставки розчинів в зону ліквідації вогнища загоряння або наслідків НС. Тому останнє веде до деякого зниження економічного ефекту. Однак при цьому основопологаючими сформованими економічного ефекту остаються присутність хімічних компонентів в розстворі, які ефективно подавляють центри горіння, та зниження об'ємів води в 5-10 раз.

Захист металів від корозії є однією з найважливіших проблем народного господарства, оскільки втрати від корозії в промисловості, транспорті та інших галузях економіки можна порівняти з втратами на розвиток найбільших галузей промисловості.

Втрати від корозії поділяють на прямі та опосередковані втрати. Прямі втрати включають вартість виготовлення, капітального та поточного ремонту машин, устаткування та комунікацій, які передчасно виходять з ладу через корозію, а також додаткові та експлуатаційні витрати на захист від корозії.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						66
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

## ВИСНОВКИ

- 1) Дослідження впливу іонної-сили, та складових її, у розчинах різного хімічного складу, вперше досліджується методом гравіметрії на стержневому (циліндричному) образці, в умовах конвективного та гідродинамічного режимів перенос у реагентів та продуктів в межфазную область метал/розчину у процесах корозійно електрохімічного руйнування Al-сплавів
- 2) Встановленні специфічні ефекти впливу складових і загального значення іонної сили I на швидкість корозіоно- електрохімічного розчинення Al- сплавів.
- 3) Установлено, що специфіка завісності V-I визначаються механізмами процесу корозійного-електрохімічного руйнування (дифузний або механізм комплексоутворення), а також наявністю активаторів, окислювачів, поверхнево-активних добавок (ПАР), при чому V повністю визначається наявністю складових I, які визначають наявність активаторів або  $A_{кт} + O_{х}$ .
- 4) Отриманні експериментально результати впливу складових іонної сили в розчинах різної природи для Al-сплавів використані при оцінці можливостей їх корозійно електрохімічного руйнування з метою продовження робочого ресурсу деяких елементів пожежно -технічного устаткування, що функціанують в умовах гідродинамічного режиму.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						67
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Структура и коррозия металлов и сплавов / под ред. Е.А. Ульянина. – М.: Металлургия, 1989. – 400 с.
2. Справочник химика 21/<http://chem21.info>
3. Жук Н.П. «Курс теории коррозии и защиты металлов .Металлургия.», 1976. – 472 с.
4. . Сахненко М.Д., Вєдь М.В., Ярошок Т.П. Основи Теорії корозії та захисту металів: Навч.посібник.- Харків:НТУ «ХП», 2005.-240с
- 5.Лукомский, Ю.Д. Гамбург- Долгопрудний: Издательский Дом «Интеллект», 2008.-424с.
- Синявский В.С, «Коррозия и защита алюминиевых сплавов»./ Вальков В.Д., Калинин В.Д. 1986 г. – 468с.
6. Виноградов С. Н., «Электрохимическая коррозия: Конспект лекций. – Пензенский политехнический институт» / Вершинина Л.П., 1978. – 59 с.
7. Жуков А.П., «Основы металоведения и теория коррозии.» - Высшая школа,/ Малахов А.І. 1991. - 168 с.
8. Колотиркін Я.М. «Метал і корозія»- М .: Металургія, 1985. -88 с.
9. Неверов А.С Корозія і захист матеріалів: Навчальний посібник. - Мінськ: Виш. школа,/ ., Родченко Д.А., Цирлін М.І. 2007. - 222 с.
10. Плудек В.Р. «Защита от коррозии на стадии проектирования» / Мир, 1980. - 438 с.
11. Улиг Г.Г., Рєви Р.У. Корозія и борьба с ней. Введення в корозійну науку і техніку / Пер. з англ. - Л .: Хімія, 1989. - 456 с.
12. В. Латимер, «Окислявальні стани елементів і їх потенціалу водних розчинах»/ ІЛ, 1954, -72с.
13. О. Кренке ЕМаас,«Корозія і захист металів», /В.Бек, ОНТИ, 1936, -10с.
14. Г.Т Бахвалов, «Защита металлов от коррозия», Изд «Металургія» 1964 -5с.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						68
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

15. Н.Д. Томашов, «Теория коррозии и защиты металлов»,/ Изд.АН СРСР, 1959, - 10с.
16. Ю.Р. Еванс, «Коррозия і окислення металів», Мішгіз, 1962, стр.19
17. Справочник химика, т.1, вид 2-е, <Хімія>, 1966, стр.774
19. И.Л. Ботаронов, «Про механізмі анодного окислення алюмінію в водних розчинах електролітів» /А.Л. Гусєв, Ю.В. Литвинов, О.Л Харченко, Ю.М Шалімов, 2007,-152с
- 20.Б.А.Лурье, «Кінетика взаємодії алюмінію з водою і водними розчинами лугів» / О.Н. Чернишов, В.М. Перова. Кінетика і каталіз. 1976. Т. 17,-65с..
21. В.Н.Паутов «Вивчення механізму і кінетики окислення алюмінію в лужному розчині»/ , Г.К. Лупенко, Д.А. Стеніловская.Новосибірський електротехн. інстр. Новосибірськ, 1984- 274с.
22. Г.К.Лупенко «Механізм і кінетика розчинення алюмінієвого сплаву Д-16 в лузі» /, В.Н.Паутов, Є.Б. Андросова. Новосибірський електротехн. ін-т. Новосибірськ, 1984
23. Ю.Ф.Фатеев, Г.Г. Вржосек, Л.І. Антропов. Дослідження механізму розчинення алюмінію в розчинах лугів .Новомосковск. 1977. Київ 1978. С.134-137.
24. Ю.Ф.Фатеев «Про коррозію алюмінія в щелочах»/, Г.Г. Вржосек, Л.І. Антропов . Вісник КПП. Сер. хім. машиностр. і технолог. 1979, вип.16. С.60-63.
25. Л.А. Молот «Довідник по аналітичній хімії.» «Хімія», Саратов: Изд-во Саратов. 20. Ю.Ю.Лурье. 1989с.
- 26 В.С. Синявський, «.Коррозія і захист Al, сплавів Al»/ В.Д. Валько, В.Д. Калінін
27. Д.С. СИДОРЕНКО «Корозійно-електрохімічне розчинення у водно-неводних розчин сталевих алюмінію у гідродінамічного режиму» / Д.С. СИДОРЕНКО, Г.Г. ТУЛЬСКИЙ, Н.С. Опальова, В.Д. КАЛУГІН // Вісник НТУ «ХП». - 2014. - № 28 (тисячі сімдесят-одна). - (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). - С. 171 - 177. - Бібліогр .: 4 назв.

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						69
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

28. Н.Л. Федосова. Анतिकоррозионная защита металлов. - Иваново, 2009. - 187 с.
29. Лукашук Т.С. «Коррозійне поведінку алюмінію і його сплавів в розчинах гідроксиду натрію» / Т.С. Лукашук, В.І. Ларін // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. - 2009. - Вип. 17 (40). - С. 253 - 258.
30. Хімічний склад в % матеріала АМЦ, ГОСТ 4787-97, АД-0, ГОСТ 4787-97
31. ГОСТ 1639-93 Лом и отходы цветных металл. Общие технические условия. для сплава АЛ-9.
32. Walsh F.C., Kear G., Nahle the rotating cylinder electrode for studies of corrosion engineering and protection of metals are illustrated review. A revised review for Corrosion Science. 2017
33. Kabir K.B., Mahmud I. Study Of Erosion-Corrosion Of Stainless Steel, Brass And Aluminium By Open Circuit Potential Measurements. Journal of Chemical Engineering, IEB. Vol.25, №1, 2010 pp, 13-17
34. Study of Mass Transport Limited Corrosion with Rotating Cylinder Electrodes. Pine Research Instrumentation. DRA10077(REV003). 2016. pp.1-10.
35. Синявский В.С, «Коррозия и защита алюминиевых сплавов», / Вальков В.Д., Калинин В.Д. 1986 г. – 468с.
36. Андреев И.Н. «Коррозия металлов и их защита. -Казань: Татарское книжное издание» ,2001 г. 68-70с.
37. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
38. Про регулювання містобудівної діяльності <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
39. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1410-04#Text>
40. "Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок"

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						70
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		

41. Правил з безпечної експлуатації систем вентиляції у хімічних виробництва

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0988-09#Text>

42. Правил експлуатації вогнегасників

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0555-04#Text>

43. Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>

44. Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text>

45. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною"

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>

46. Про затвердження Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0446-08#Text>

					НУЦЗУ. 2.14-87.СХ та ХТ РПЗ-01	Лист
						71
Зм	Лист	Підпис	№ докум	Дата		