

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра прикладної фізики і наноматеріалів

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОТІКАННЯ ПІТИНГОВОЇ
КОРОЗІЇ 08X18H10T ВІД ВМІСТУ ФЕРИТУ»

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1058
спеціальності 105 прикладна фізика та наноматеріали
освітньої програми прикладна фізика

К. А. Діхтяр

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри прикладної фізики і
наноматеріалів, к.ф.-м.н. Сніжний В. Л.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент професор кафедри фізичного
матеріалознавства, Національного
університету «Запорізька політехніка»,
професор, д.т.н. Ольшанецький В. Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет математичний

Кафедра прикладної фізики і наноматеріалів

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 105 прикладна фізика та наноматеріали

(шифр і назва)

Освітня програма прикладна фізика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
прикладної фізики і
наноматеріалів,
д.т.н., професор

Міщенко В.Г.

(підпис)

« 30 » травня 2019 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Діхтяр Катерині Андріївні

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Залежність протікання пітингової корозії сталі 08X18H10T від вмісту фериту

керівник роботи Сніжний Валентин Лук'янович, к.ф.- м.н, доцент

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

затверджені наказом ЗНУ від « 29 » травня 2019 року № 811 – С

2. Строк подання студентом роботи 23.12.2019

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.
2. Перелік літератури.

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

1. Літературний аналіз

2. Залежність швидкості протікання корозії сталі 08X18H10T від різного вмісту фериту

3. Результати та їх обговорення

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

Презентація

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 30.05.2019 _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка загального плану роботи.	03.06.2019	
2.	Збір вихідних даних та літературний огляд.	22.06.2019	
3.	Розробка методичних та теоретичних джерел.	01.10.2019	
4.	Розробка першого та другого розділу.	04.11.2019	
5.	Розробка третього розділу.	02.12.2019	
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи.	16.12.2019	
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	14.01.2020	

Студент _____
(підпис)

К.А. Діхтяр _____
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

В.Л. Сніжний _____
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____
(підпис)

Н.І. Тихонська _____
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Залежність протікання пітингової корозії сталі 08X18H10T від вмісту фериту»: 47 с., 15 рис., 9 табл., 45 джерел.

ПІТІНГОВА КОРОЗІЯ, АУСТЕНИТ, ФЕРИТ, МАГНІТОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД, ХРОМОНІКІЛЕВІ СТАЛІ, ПИТОМА МАГНІТНА СПРИЙНЯТЛИВІСТЬ.

Об'єкт дослідження – аустенітна хромонікелева сталь 08X18H10T.

Мета роботи – дослідження залежності швидкості корозії від змісту фериту в аустенітній сталі 08X18H10T.

Методи дослідження – магнітометричний, аналітичний.

Експериментально визначено: питому магнітну сприйнятливості сталі 08X18H10T до і після корозії, кількість δ – фериту в об'ємних процесах, швидкості корозії в агресивному середовищі виявлено залежність між швидкістю корозії і кількістю δ – фериту. Встановлено, що зі збільшенням вмісту δ – фериту зменшується швидкість корозії. Практично одержані результати можуть бути використані для контролю корозійної стійкості аустенітних сталей в залежності від процентного вмісту δ – фериту.

SUMMARY

Master's qualification thesis "Dependence of Pitting Corrosion 08X18H10T on the Amount of Ferrite": 49 pp., 15 figures, 9 tables, 45 sources.

PITTING CORROSION, AUSTENITE, FERIT, MAGNETOMETRIC METHOD, CHROMONICLES STALI, PARTICULAR MAGNETIC ACCEPTANCE.

The object of the study is austenitic chrome-nickel steel 08X18H10T.

The aim of the study is study of the dependence of the corrosion rate on the content of ferrite in austenitic steel 08X18H10T.

The methods of research are magnetometric, analytical.

Experimentally determined: the specific magnetic susceptibility of steel 08X18H10T before and after corrosion, the amount of δ – ferrite in volume percent, the rate of corrosion in an aggressive environment, a relationship between the corrosion rate and the amount of ferrite. It is found that with increasing δ – ferrite content, the corrosion rate decreases. The results obtained can be used to control the corrosion resistance of austenitic steels, depending on the percentage of δ – ferrite.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Літературний огляд.....	9
1.1 Корозійностійкі аустенітно хромонікелеві сталі.....	9
1.2 Корозія її типи.Методи оцінки корозії сталей	13
1.3 Сучасне уявлення про структурно фазовий сплав аустенітних Fe-Cr-Ni сталей.....	22
2 Матеріали та методика досліджень	24
2.1 Фізичні основи магнітометричного методу	24
2.2 Опис обраної установки	26
3 Дослідження локальної корозійної стійкості сталі в залежності від кількості фериту	30
3.1 Визначення питомої магнітної сприйнятливості зразків , вирізаних із листа сталі 08X18H10T.....	30
3.2 Визначення мас зразків до і після корозії	33
3.3 Визначення питомої магнітної сприйнятливості зразків	32
3.4 Експериментальна залежність питомої магнітної сприйнятливості χ для зразків	32
3.5 Визначення швидкості корозії після їх витримки в агресивному середовищі.....	42
3.6 Експериментальна залежність швидкості корозії зразків з змістом фериту.....	43
Висновки	45
Перелік посилань	46

ВСТУП

Сталь марки 08X18H10T відноситься до аустенітного класу корозійних сталей. Ці сталі стійкі до окислення, впливу низьких і високих температур, мають підвищену пластичність і міцність.

В залежності від хімічного складу термічної і холодної пластичної деформації. Ця сталь містить низьку δ – в межах 0,005...0,5 %. Від її кількості залежить корозійна стійкість та механічні властивості.

Питання впливу δ – фериту на корозійну стійкість хромонікелевих сталей аустенітного класу вивчено недостатньо, і існують розбіжності, а саме присутність δ – фериту може зменшувати або збільшити корозійну стійкість сталей. Звідси виникає необхідність більш точно вимірювати низьку кількість δ – в об'ємних процесах і дослідити її вплив на корозійну стійкість.

Актуальність теми полягає у виявленні впливу δ – фериту сталі 08X18H10T на корозійні властивості.

Метою роботи є дослідити залежність швидкості корозії від вмісту фериту в аустенітній сталі 08X18H10T.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- Експериментально визначити питому магнітну сприйнятливості сталі 08X18H10T до і після корозії;
- Кількість δ – фериту в об'ємних процесах;
- Швидкість корозії в агресивному середовищі;
- Виявити залежність між швидкістю корозії і кількістю δ – фериту;

Об'єктом дослідження є магнітометричні процеси, що відбуваються в сталі до і після корозії.

Предметом є вивчення залежності швидкості пітингової корозії від об'ємного вмісту фериту.

Новизною є те, що корозійна стійкість досліджуваної сталі 08X18H10T з даним хімічним складом поліпшується зі збільшенням вмісту δ

– фериту.

Практично отримані результати можуть бути використані для контролю корозійної стійкості сталей марки 08X18H10T.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Корозійностійкі аустенітно хромонікелеві сталі

Хромонікелеві сталі аустенітного класу є найбільш широко поширена група корозійностійких сталей, відомих у світовій практиці під загальною назвою сталі типу 18-10 [1].

Сталі цієї групи, маючи в своєму складі 18% Cr, є корозійностійкими в багатьох середовищах окисного характеру в широкому діапазоні концентрацій і температур, а також володіють жаростійкістю і жароміцнми при помірних температурах. Володіючи одночасно жароміцними і антикорозійними властивостями, аустенітні сталі отримують те чи інше надвисокий властивість принципово різним легуванням і термічною обробкою [3].

Стійкість проти міжкристалітної корозії сталей цієї групи визначається концентрацією вуглецю в твердому розчині. Вплив азоту на схильність до міжкристалітної корозії значно слабкіше вуглецю, тому добавки азоту для підвищення міцності можуть бути доцільні [3].

Хром і нікель впливають на температурно-часові області, в яких хромонікелеві сталі можуть бути схильні до міжкристалітної корозії. Підвищення концентрації нікелю супроводжується зменшенням розчинності вуглецю, що негативно впливає на ударну в'язкість хромонікелевої сталі після відпустки і призводить до розширення області схильності до міжкристалітної корозії. Еквівалентну вміст хрому і нікелю (в %) за [13] підраховують за такими формулами:

$$Cr_e = \% Cr + \% Mo + 2 \times \% Fe + 2 \times \% Ti + 0,5 \times \% Nb + W_{0,5 \times \%} + 1,5 \times \% Si \quad (1.1)$$

$$Ni_e = \% Ni + 30 \times \% C + 30 \times \% N + 12 \times \% B + \% Co + 0,5 \times \% Mn \quad (1.2)$$

Зменшення розчинності вуглецю в твердому розчині відбувається і при збільшенні вмісту хрому, в результаті чого знижується також ударна в'язкість через утворення карбідної сітки по межах зерен, але при цьому стійкість проти міжкристалітної корозії зростає [4].

Зменшення розчинності вуглецю в твердому розчині відбувається і при збільшенні вмісту хрому, в результаті чого знижується також ударна в'язкість через утворення карбідної сітки по межах зерен, але при цьому стійкість проти міжкристалітної корозії зростає [5].

Хромонікелеві сталі аустенітного класу.

Це протиріччя пояснюється тим, що хром істотно підвищує корозійну стійкість і тому збіднення хромом твердого розчину при утворенні карбідних фаз не досягає катастрофічних значень [5].

Крім карбідних фаз в інтервалі 450 - 900°C в аустенітній хромонікелевих сталях можливо також виділення які виділяються як на межі зерен, так і всередині зерен інтерметаллідні δ – фази [5]. Виділення вторинних фаз є термічно активуються процесом активність дифузійних процесів залежить від гомогенності аустеніту в початковому стані. При температурі аустенізації 900 - 1000 °C процес рекристалізації аустеніту після холодної прокатки обмежується первинною стадією зародження рекристалізованих зерен, що зумовлює появу в сталі дуже дрібного зерна діаметром 1-20 мкм. При температурі аустенізації 1100 °C і вище процес рекристалізації включає в себе обидві стадії [7].

- зародження зерен і їх зростання. Температура аустенізації визначає і термічну стабільність аустеніту. Відповідно, процес виділення вторинних фаз є структурно - залежним.

Однією з основних причин пошкодження аустенітних пароперегрівачів є неякісна термообробка [6].

Термообробка цих сталей полягає в загартування від температури близько 1100°C у воді без відпустки. Висока температура при загартуванні необхідна для розчинення карбідів і отримання структури однорідного аустеніту. Після гарту стали мають такі основні властивості: чисто аустенітні структуру, низьку твердість, високу пластичність; вони немагнітних, добре деформуються і зварюються. Висока технологічність сталей дозволяє широко їх використовувати як конструкційний матеріал [11].

При повільному охолодженні хромонікелеві сталі набувають багатофазну структуру, в якій крім аустеніту присутня невелика кількість фериту і карбідів. Така структура негативно позначається на корозійній стійкості і пластичності. Загартування сталі з однофазної аустенітної області від температури $1050 \dots 1100^{\circ}\text{C}$ у воді фіксує ту структуру, яка була при нагріванні, при цьому надлишкові фази не встигають виділитися.

В аустенітних сталях холодна пластична деформація значно впливає на зниження жароміцних властивостей і відповідно викликає передчасне руйнування згинів. Так, руйнування холодно загнутих згинів відбувається через 5-10 тисяч годин експлуатації [8].

Негативний вплив холодної пластичної деформації на жароміцні властивості стали усувається термічною обробкою, основною метою якої є рекристалізація наклепаного матриці. Аустенітні сталі після термічної обробки по режиму аустенізації мають досить високу структурної стабільністю в умовах експлуатації, високу жароміцних і досить тривалої пластичністю [4].

Жароміцні властивості хромонікелевих сталей в значній мірі залежать від величини зерна аустеніту, яка визначається хімічним складом сталі і температурою нагріву при аустенізації. Метал з величиною зерна дрібніше 7 балів володіє зниженими жароміцними властивостями такі труби заборонені до використання в експлуатації [15]. Грубозерниста аустенітна сталь з величиною зерна 1-2 бали має знижену тривалої пластичністю. Тому

технічними умовами обмежений інтервал здавальної величини зерна 3-7 балом. Відхилення за величиною зерна є бракувальною ознакою [9].

Оптимальною температурою аустенізації хромонікелевих сталей є 1100 - 1200° С. При цьому відбувається повна рекристалізація наклепанної матриці. Структурним критерієм якості термічної обробки згинів є відсутність в структурі ліній ковзання, а так само здавальний бал зерна [7].

Хромонікелеві корозійностійкі сталі містять дефіцитний і дорогий нікель і тому мають високу вартість. У ряді випадків застосовують дешевші сталі, в яких частина або весь нікель замінені марганцем [10].

Також з метою економії нікелю промисловість випускає двошарові сталі, в яких в основному шарі використані низьколеговані або вуглецеві сталі, а в плакуючому шарі хромонікелеві корозійностійкі сталі і кольорові метали.

За допомогою атомів впровадження (вуглецю і азоту), що розташовуються в междоузліях решітки, можна істотно збільшити властивості міцності аустенітних сталей [16]. З огляду на негативний вплив вуглецю на корозійну стійкість, збільшення його змісту недоцільно. У отожженном і загартованому станах концентрація азоту в хромонікелевих аустенітних сталях може бути доведена до 0,4%, а при виплавці сталі під тиском – до 1,0% [15]. При цьому межа плинності при кімнатній температурі може зрости до 500 МПа, а тимчасовий опір – до 1000 МПа. Азот підвищує стабільність аустеніту, тому для збільшення корозійної стійкості можна використовувати більш високі концентрації хрому і молібдену, не збільшуючи схильність сталі до виділення інтерметаллідних фаз. Прикладом може служити сталь 03X20H16AG6, використовувана в криогенної техніки [18].

Незважаючи на високу корозійну стійкість нержавіючих сталей для забезпечення довговічності обладнання, виготовленого з них, необхідно виконувати наступні вимоги:

– не допускати контакту різнорідних металів (а в разі конструктивної необхідності такого контакту роз'єднувати метали ізолюючими прокладками) [7];

– апарати не повинні мати гострих кутів, щілин, важкодоступних заглиблень, що сприяють осіданню твердих частинок і застою середовищ; з цієї ж причини слід уникати напусткових зварних з'єднань;

– уникати контакту апаратів, трубопроводів, запірної арматури з нержавіючих сталей з азбестом, повстю, бетоном, деревом, а також іншими пористими матеріалами, що мають властивість вбирати середовища [13].

1.2 Корозія її типи. Методи оцінки корозії

Згідно з корозія – руйнування металів в результаті хімічної чи електрохімічної реакції. Ржавінням називають корозію заліза і його сплавів з утворенням продуктів корозії, які складаються в основному з гідратованих оксидів заліза. Корозійний процес протікає на кордоні розділу двох середовищ металу і навколишнього середовища, тобто є гетерогенним процесом взаємодії рідкого або газоподібного середовища з металом (рис.1.1) [25].

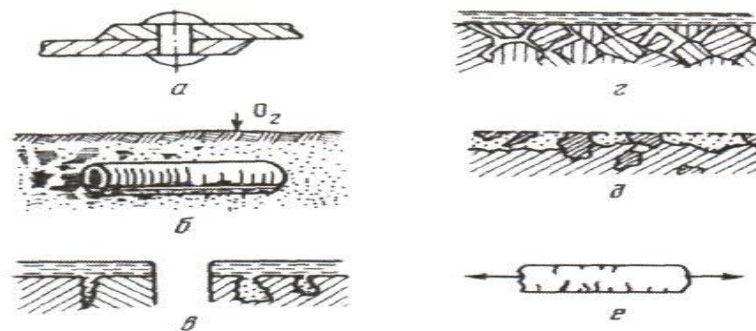


Рисунок 1.1 – Деякі типи гетерогенності поверхні кородуючого металу: а – контакт різнорідних металів; б – диференціальна аерація; в – утворення щілин і пітингів; г – міжкристалітна корозія; д – структурно-виборче руйнування; е – корозійне розтріскування, або корозійна втома, при додатку навантаження.

Здатність металів чинити опір впливу середовища називають корозійною стійкістю, або хімічним опором матеріалу. В результаті корозії змінюються властивості металу і часто відбувається погіршення його функціональних характеристик [25].

Корозійні процеси поділяються за такими ознаками [26]:

1. За механізмом взаємодії металу з середовищем;
2. За видом корозійних руйнувань поверхні;
3. За об'ємом зруйнованого металу;
4. За характером додаткових впливів, яким піддається метал одночасно з дією корозійного середовища;
5. За видом корозійного середовища, що бере участь в корозійному процесі.

Залежно від механізму розрізняють хімічну, електрохімічну і біохімічну корозію металів [21].

Хімічна корозія – це взаємодія металу з корозійним середовищем, при якому окислення металу і відновлення окисного компонента корозійної середовища протікають в одному акті. Продукти корозії при цьому процесі виникають безпосередньо на кородуючих ділянках [25].



Практично найбільш важливим видом хімічної корозії є взаємодія металу при високих температурах з киснем та іншими газоподібними активними середовищами (HS, SO, галогени, водяні пари, CO). Прикладом корозії цього типу можна назвати корозію металів у сухих газах і в неелектролітах. Характерною рисою хімічної корозії є утворення продуктів безпосередньо на тій поверхні, яка піддається дії окисника. Корозія цього типу практично не зустрічається на підземних металевих спорудах внаслідок постійної присутності води як окремої фази [45].

Електрохімічна корозія – це взаємодія металу з корозійною середовищем (розчином електроліту), при якому іонізація атомів металу і

відновлення окисного компонента корозійної середовища протікають не в одному акті і їх швидкості залежать від електродного потенціалу металу. При цьому виді корозії протікають дві реакції - анодний і катодний, локалізовані на певних ділянках поверхні корродуючого металу[25]. Необхідною умовою перебігу процесу електрохімічної корозії є можливість спільної дії анодної реакції іонізації металу і катодної реакції відновлення тих чи інших іонів і молекул на поверхні металу. Ця умова реалізується у тому випадку, коли рівноважний анодний потенціал більш негативний, ніж потенціал хоча б однієї з можливих катодних реакцій [22].

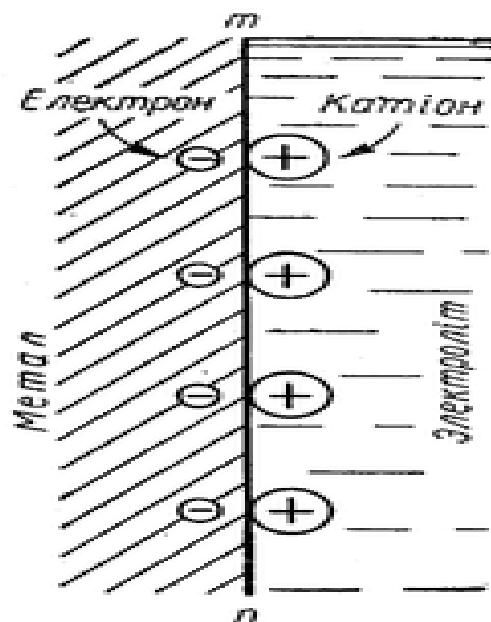


Рисунок 1.2 – Приклад електрохімічної корозії

При зануренні цинкової пластинки в кислоту атоми цинку з її поверхні поступово переходять у розчин у вигляді іонів Zn^{2+} , а їхні валентні електрони залишаються на поверхні металу. Внаслідок цього на границі метал – електроліт утворюється подвійний електричний шар. Внутрішню обкладку цього шару утворюють негативні заряди надлишкових електронів (позначених знаком —), а зовнішню обкладку — позитивні заряди іонів цинку (позначених знаком +) (рис.1.2).Внаслідок взаємного притягування протилежних зарядів іони цинку, що переходять у розчин, розміщуються поблизу поверхні металу [27].

Біохімічна корозія – пов’язана з впливом мікроорганізмів, при цьому, метал може зрідка руйнуватися мікроорганізмами безпосередньо, якщо він служить живильним середовищем для них, але найчастіше – під дією продуктів, що утворюються в результаті їх життєдіяльності (рис.1.3). Останній варіант біохімічної корозії є, по своїй суті, електрохімічною корозією у присутності води й розчинених у ній окисників чи активаторів корозії біогенного походження [44].



Рисунок 1.3 – Біохімічна корозія

За характером корозійного руйнування розрізняють суцільну, або загальну, і місцеву корозію [25].

1. Суцільна, або загальна корозія, що охоплює всю поверхню металу (рис.2.4), яка також поділяється на рівномірну (1а), нерівномірну (1б) і виборчу (1в), коли руйнують одну структурну складову сплаву або один його компонент.

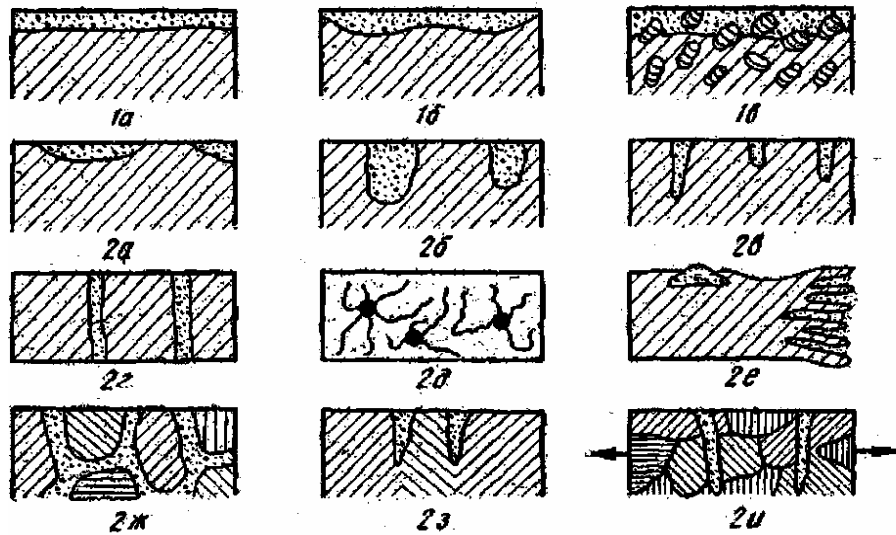


Рисунок 1.4 – Види корозії

Згідно корозія називається суцільною, якщо вона охоплює всю поверхню металу. Суцільна корозія може бути рівномірною (рис.1.5, а), якщо процес протікає з однаковою швидкістю по всій поверхні металу, та нерівномірною, коли швидкість процесу неоднакова на різних ділянках поверхні. Місцева (локальна) корозія охоплює окремі ділянки поверхні металу [32].

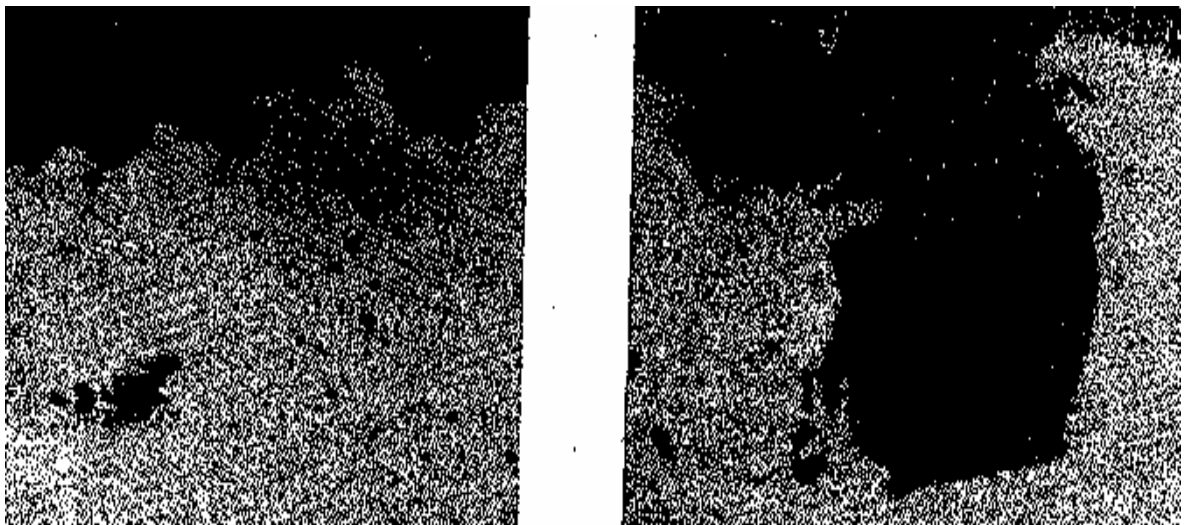


Рисунок 1.5 – Рівномірне (а) і місцева (б) корозія

2. Місцева корозія (рис.1.5, б), що включає наступні види (див. рис.1.4):

-плямами (2а) – у вигляді окремих плям;

-пітингом(2б) – корозійне руйнування, що має вигляд раковини. Виразкова корозія супроводжується утворенням неглибоких, але широких виразок. Зазвичай її причиною є порушення цілісності захисного покриття. Розвиток виразкової корозії проходить в три етапи: зародження пітингов; розвиток зародків в початкові пітингів і виникнення взаємодії між ними; зростання стійких пітингів. Зародження пітингів пов'язують з появою в пасивному шарі структурних дефектів, викликаних нерівномірністю розподілу струму по поверхні металу [43]. Число зароджуються на поверхні металу пітингів визначається спектром розподілу активності локальних ділянок. Взаємодія, що починається на ранній стадії розвитку пітингів, призводить до загасання процесів на більшій частині локальних ділянок. [33]Різке зростання струму розчинення внаслідок зародження фітинга призводить до підвищення концентрації іонів металу в околиці пітинга і до притоку агресивних аніонів, що підсилює розчинення металу. На другому етапі розвитку виразкової корозії проходить зневоднення електроліту всередині пітинга, що зумовила виникнення близько поверхні пітинга нового стану розчину, відомого як межа повної сольватації. Обсяг розчину в пітингі, названого резистивним шаром, скла. [27]

З появою резистивного шару змінюється механізм елементарного акту розчинення, оскільки брати участь в процесі можуть лише молекули граничних гідратних оболонок іонів резистивного шару [17]. Механізм іонної провідності з появою і збільшенням резистивного шару змінюється: зростання потенціалу при гальваностатичного розчиненні металу витрачається тільки на омческие втрати в шарі (в разі потенціостатичні режиму розчинення металу спостерігається відповідне падіння струму). Зростання резистивного шару триває до певного критичного рівня, що залежить від величини струму (або потенціалу), об'ємної концентрації розчину, розмірів пітинга і т. д. Після

досягнення критичного розміру зростання резистивного шару припиняється, і процес перенесення стабілізується. На цій стадії частина внутрішньої поверхні має структуру бджолиних сот, утворених кристалографічними ямками травлення, в той час як дно вже є полірованим [16]. Коалесценція субмікро і макроочагів травлення призводить до утворення макропітінгов [18]. На третій стадії розвиток пітинга протікає в стабільних умовах.

На цій стадії продовжується просування шару слідом за розчиняється металевою поверхнею при незмінному положенні його зовнішньої кордони, при цьому спостерігається динаміка процесу визначається властивостями резистивного шару [45].

-точкова (2в) – у вигляді окремих точкових поразок;

-наскрізна (2г) – викликає руйнування металу наскрізь;

-ниткоподібна(2д) – поширюється у вигляді ниток переважно під неметалевим захисними покриттями. Є специфічною формою щілинної корозії. Процес може відбуватися в умовах атмосферної корозії при відносній вологості повітря більше 65%. Нитка – це самопоширення щілини, в голівці спритно якої переважає анодний процес і утворюється темний осад $Fe(OH)$ [25].

- Міжкристалітна корозія – вид корозії, при якому руйнування металу відбувається переважно уздовж кордонів зерен (кристалів) (рис.2.6.).

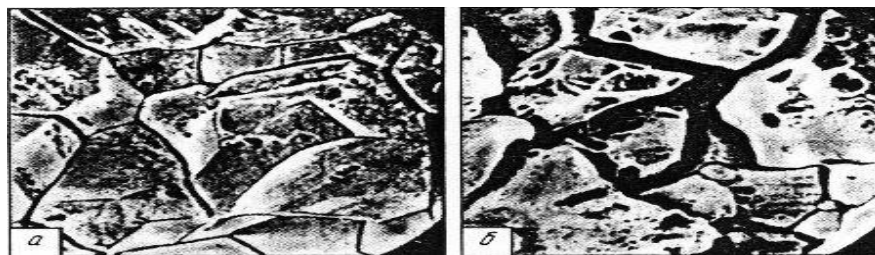


Рисунок 1.6 – Міжкристалітна корозія: а – мікроструктура металу до корозії, б – мікроструктура на стадії корозії, утворення тріщин по межі зерен металу

Корозійне розтріскування (див.рис.1.4, 2U) – корозія металу при одночасному впливі корозійне середовище і зовнішніх або внутрішніх факторів механічних напружень розтягу з утворенням міжкристалічних тріщин.

Корозійна крихкість – властивість, яка набуває метал в результаті корозійного процесу [25].

Методи захисту від корозії металу

Для запобігання корозії та захисту від неї застосовуються електрохімічні методи, зміна корозійних властивостей металів, зміна властивостей корозійного середовища, комбіновані методи і т. д. Корозія металів завдає величезних збитків господарству [28].

Таким чином, засоби захисту металів від корозії поділяють на два типи – захисні покриття та електрохімічний захист. Перший тип методів особливих коментарів не потребує. Що стосується електрохімічного захисту, то суть його полягає в тому, щоб створити такі умови, коли корозійні пари перестануть працювати як гальванічний елемент. Для цього до металу потрібно прикласти якийсь зовнішній негативний електричний потенціал, більший, ніж ЕРС корозійних елементів. Тоді анодні ділянки перетворяться на катодні і корозія припиниться. Це можна зробити двома способами. Метод протектора. В цьому варіанті трубопровід чи інший виріб, що потребує захисту, приєднують до шматка активнішого металу, який називається протектором. Протектор знаходиться в тому ж реакційному середовищі (частіше всього це ґрунт). Він виконує роль анода, а вся поверхня виробу є відносно нього катодом, який в таких умовах не кородує. Протектор поступово руйнується і його час від часу потрібно міняти, що є недоліком даного методу [29].

Одним з найпоширеніших способів боротьби з корозією є покриття металу (головним чином заліза) масляними фарбами. Захисна дія фарби ґрунтується на тому, що оліфа, піддаючись полімеризації, утворює на поверхні металу суцільну еластичну плівку, яка ізолює метал від дії

атмосферних хімічних агентів. Інколи для захисту металу від корозії (наприклад, алюмінію і деяких сталевих виробів) штучно створюють оксидну плівку обробкою їх поверхні сильними окисниками. Для захисту поверхні металу від корозії [30] перераховують спеціальні покриття, які ізолюють її від агресивного середовища, а також гальмування дифузії і електродних реакцій. Тож, використовують такі типи покриття:

1) Металеві покриття. За принципом захисної дії розрізняють анодні і катодні покриття. Анодні покриття мають у водному розчині електролітів більш негативний електрохімічний потенціал, ніж захищений метал, а катодні – позитивніший.

2) Неметалеві покриття. Дані покриття отримують нанесенням на поверхню різних неметалічних матеріалів – лакофарбних, каучукових, пластмасових, керамічних і ін.

3) Покриття, що отримуються хімічною і електрохімічною обробкою поверхні. Цими покриттями є плівки нерозчинних продуктів, що утворилися в результаті хімічної взаємодії металів із зовнішнім середовищем. Оскільки багато з них є пористими, вони застосовуються переважно як підшари під мастила і лакофарбові покриття, збільшуючи захисну здатність покриття на металі і забезпечуючи надійне зчеплення. Методи нанесення – оксидування, фосфатування, пасивування, анодування.

4) Електрохімічний захист металів. Шляхом катодної або анодної поляризації від стороннього джерела струму або приєднанням до конструкції, що захищається, протекторів, потенціал металу зміщується до значень, при яких сильно сповільнюється або повністю припиняється корозія.

5) Розробка і виробництво нових металевих конструкційних матеріалів підвищеної корозійної стійкості шляхом усунення з металу або сплаву домішок, прискорюючих корозійний процес, або введення в сплав нових компонентів, що сильно підвищують корозійну стійкість [31].

1.3 Сучасне уявлення про структурно фазовий сплав аустенітних Fe-Cr-Ni сталей

Введення Ni в систему Fe-Cr вносить значні зміни в структуру сплаву і розширяє області існування аустеніту. В залежності від вмісту Cr і Ni в сплаві, хромонікелеві сталі діляться на аустенітні, аустенітно-феритні і аустенітно-мартенситні [32].

Для одержання сталі аустенітного класу в системі Fe-Cr- Ni достатньо добавки 8% Ni при вмісті хрому 18%. Корозійна стійкість хромонікелевих сталей (як і хромистих) обумовлена, в основному, утворенням на поверхні сплаву захисної пасивної плівки; однак хромонікелеві сталі володіють більш високою корозійною стійкістю ніж хромисті сталі [34].

Пояснюється це наявністю у сплаві нікелю, який сприяє утворенню дрібнозернистої однофазної структури і підвищує стійкість сталі у розбавлених розчинах сульфатної кислоти, а також в ряді водних розчинів солей. Високолеговані хромонікелеві сталі стійкі в HNO_3 при концентраціях не вище 80% і температурі 700C. В H_2SO_4 і HCl ці сталі нестійкі. В H_3PO_4 вони стійкі тільки при температурі до 1000C і при концентрації не вище 60%. Органічні кислоти при кімнатній температурі не діють на хромонікелеві сталі; в інших органічних середовищах в більшості випадків сталь також стійка [32].

В розчинах хлористих солей лужних і лужноземельних металів сталі недостатньо стійкі; можлива пітингова корозія і корозійне розтріскування. Азотнокислі і сірчаноокислі солі в більшості випадків на хромонікелеві сталі не діють. В їдких лугах, за виключенням розплавлених, ці сталі стійкі. Розплавлені метали, за виключенням свинцю, руйнують хромонікелеві сталі. В розплавлених хлоридах лужних металів з плином часу корозія цих сталей сповільнюється [32].

У більшості органічних сполук, в розчинах азотнокислих, сірчанокислих і хлористих солей, в середовищі карбон (II) оксиду, сухому хлорі і сірчистому газі, оксидах нітрогену, вуглекислому газі і т.д. аустенітні хромонікелеві сталі достатньо стійкі. До цього типу сталей відносяться сталі 00X18H10T; X18H9; 0X18H10T; X18H9T, а також хромонікелеві сталі аустенітно-феритного класу марок X21H5; 0X21H5T; 0X21H6M2T, які володіють високою корозійною стійкістю в ряді агресивних середовищ і служать заміником сталі X18H10T, чим економлять дефіцитний нікель . [32].

2 МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Фізичні основи магнітометричного методу

Магнітну сприйнятливість твердих тіл визначають шляхом вимірювання сили діючої на зразок зі сторони неоднорідного магнітного поля (метод Фарадея)[35]. Якщо P – магнітний момент зразка то в полі з градієнтом dH/dx на зразок діє сила в напрямку x :

$$F_x = P \frac{dH}{dx}, \quad (2.1)$$

де $P=MV$

M – намагніченість зразка

V – його об'єм

$$F = MV \frac{dH}{dx} = \chi_v V H \frac{dH}{dx}, \quad (2.2)$$

χ_v –сприйнятливість одиниці об'єму. Можно записати також:

$$F = \chi m H \frac{dH}{dx}, \quad (2.3)$$

χ – сприйнятливість одиниці маси.

Методи визначення магнітної сприйнятливості основані на вимірюванні F сили та величини H (dH/dx) називають абсолютними. Прилади, які ґрунтуються на цьому отримали назву магнітних терезів незалежно від їхньої конструкції [42].

Використовуючи магнітні терези та еталон речовин з відомою магнітною сприйнятливістю, можливо не визначати H (dH/dx), тоді в такому випадку досліджуваний зразок та еталон повинен знаходитись в момент

виміру сили в одному і тому ж місці простору з певними значенням H (dH/dx).

На зразок діє пондеромоторна сила:

$$F = \chi m H \frac{dH}{dx} \quad (2.4)$$

$$F = \chi_e m_e H \frac{dH}{dx} \quad (2.5)$$

Магнітне поле H створюють за допомогою електромагніту, що живиться струмом. Для підвищення точності вимірів напруженості поля повинна бути високою, а область між полюсного простору електромагніту з постійністю H (dH/dx) – достатньою для розміщення у ній зразка [42].

Метод виміру відносний, систему необхідно попередньо проградувати за еталоном. У якості еталона можливо використати сіль Мора $Fe (NH_4)_2 (SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ питома магнітна сприйнятливості якої відома може бути розрахувати за формулою (2.6):

$$\chi_e = \frac{9500 \times 10^{-6}}{T+1} \quad (2.6)$$

T - абсолютна температура

Кількість фериту визначається за формулою [38, 35-37].

δ_m – феромагнітна складова питомої намагніченості зразка;

δ_k – питома намагніченість феритної фази;

χ – загальна питома магнітна сприйнятливості зразка;

χ_e – результуюча питома магнітна сприйнятливості парапроцесу та аустенітного зразка;

H – напруженість магнітного поля;

Для обчислення δ_α використовують формулу Ентіна С.Д. [41], яка відповідно має вигляд

$$\delta_\alpha = \frac{219}{4\pi} \times (1 - 0,148 \cdot C \% + 0,0356 \cdot Si \% - 0,091 \cdot Mn \% - 0,0185 \cdot Cr \% - 0,0015 \cdot Ni \% + 0,074 \cdot Ti \% + 0,0139 \cdot M_0 \% - 0,0833 \cdot W \% + 0,1896 \cdot N_B \%) \frac{A \times M^2}{кг}$$

$$\delta_\alpha = 17,43631 \times (1 - 0,01184 + 0,02060 + 0,323750 + 0,0153 + 0,03552 + 0,04144 + 0,002224$$

$$= 12,05 \frac{A \times M^2}{кг}$$

Хімічний склад досліджуваної сталі 08X18H10T показано у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 08X18H10T

C	Cr	Ni	Ti	Mn	Si	M ₀	W	N _B
0,08	17,50	10,20	0,56	1,56	0,58	0,026	0,02	0,16

2.2 Опис дослідницької установки

Установка являє собою магнітометричні терези з уніполярно-астатичною системою і механіко-магнітним зачепленням призми (рис.2.1) [37].

Принципово новим вузлом у запропонованих магнітометричних терезах, порівнянні з існуючими подібного типу, є те, що вони забезпечені уніполярною астатичною системою Мірошниченка-Головіна [34], підвіщеною на бронзовій нитці й забезпеченою дзеркальцем. На торці одного з полюсів уніполярного магніту астатичної системи наноситься риска, біля якої встановлюється вістря ребра феромагнітної призми.

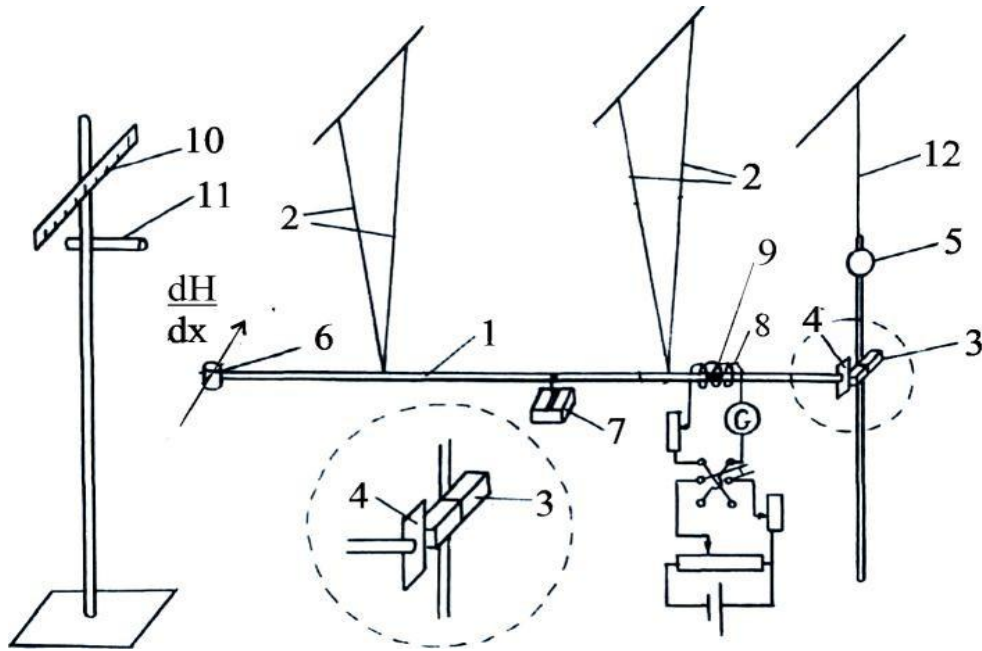


Рисунок 2.1 – Магнітометрична установка містить кварцовий стрижень 1, підвішений на біфілярі 2, уніполярний магнетик 3 з лезом 4, дзеркало 5, ампулу 6 для розміщення еталонного зразка сталі; демпфера 7, компенсаційну котушку 8 з магнетиком 9, шкали 10 з освітлювачем 11, підвісу 12.

Уніполярний магнетик 3 є однополюсний магнетик, який представляє собою два магнітних паралелепіпеда, які з'єднані однаковими полюсами з метою уникнення впливу зовнішніх магнітних полі

Астатичність системи усуває вплив на неї зовнішніх магнітних полів, що забезпечує високу чутливість установки. Полюс уніполярного магніту, взаємодіючи з феромагнітною призмою, притягує її до себе, забезпечуючи механіко-магнітне зачеплення. Зазначене механіко-магнітне зачеплення призми, що являє собою своєрідний магнітний шарнір, має дуже мале тертя. Воно сприяє заспокоєнню всієї установки (стрижень – астатична система), що забезпечує досить високий ступінь точності вимірів, не знижуючи в той же час чутливість методу.

Спосіб дії запропонованих магнітометричних терезів зводиться до наступного: тримач для ампулок з досліджуваною речовиною 6 поміщається

в градієнтне магнітне поле $H \frac{dH}{dx}$ [37]. Під дією магнітного поля H , може приймати значення в інтервалі від 2 до $8 \cdot 10^5$ А/м, ампула 6 зі зразком зміщується. Поступальний рух стрижня 1 через магнітне зчеплення леза 4 з магнетиком 3 переходить в обертальний рух підвісу 12, на якому розташоване дзеркало 5. Від освітлювача 11 падає промінь світла на дзеркало 5, від якого відбивається і падає на шкалу 10. Для повернення світлового променя на шкалі в нульове положення використовують компенсаційну котушку 8, в якій знаходиться магнетик 9, прикріплений до стрижня 1. При цьому вимірюється величина компенсаційного струму $i_{зр}$, який подається компенсаційну котушку 8 [37].

В установці, представленої на (рис 2.1) автоматизації підлягали спосіб реєстрації величини відхилення від нульового положення зразка, керування струмом компенсації та величиною магнітного поля, діючого на зразок. При модернізації установки був видалений магнітно-механічний зв'язок стрижня з підвісом 12 (рис.2.1). Визначення зміщення стрижня виконується безконтактно – на основі визначення зміни частоти LC – генератора 5 безконтактно. Роль датчика зміщення зразка виконує осердя 3 котушки індуктивності 4, яке закріплене на рухомому стрижні 1. Виконавчий пристрій здійснює поступову зміну силового магнітного поля, а в залежності від зміни частоти, яка відповідає зміщенню стрижня від положення рівноваги подає сигнал «компенсації зміщення» на компенсаційну котушку 8 [37].

За допомогою компенсаційного приладу 8, 9 “зайчик” доводити в нульове положення робляться нульовим методом. Фазові й інші перетворення, що відбуваються в досліджувальному матеріалі, можуть фіксуватися по шкалі у вигляді стрибків. Чутливість за пропанових магнітних терезів дуже висока, через відсутність в усіх вузлах механічного тертя, вона може бути обчислена за формулою:

$$\frac{\Delta l_c}{f_c} = \frac{hL}{2l_1 Mg} \quad (2.7)$$

h – висота підвісу стрижня

M – повна маса стрижня зразка

g – прискорення сили тяжіння

f – сила магнітного поля , що діє на зразок

l – довжина плеча уніполярному магніту

L – відстань від дзеркальця до шкали

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ КОРОЗІЇ СТІЙКОСТ СТАЛІ 08X18H10T В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КІЛЬКОСТІ ФЕРИТУ

3.1 Визначення питомої магнітної сприйнятливості зразків, вирізаних із листа сталі 08X18H10T

В роботі досліджувалась аустенітна хромонікелева сталь 08X18H10 із промислового листа проведено виготовлення сталевих зразків з листа. За допомогою інструменту болгарки було вирізано 6 зразків $4 \times 4 \times 1$, вилучення загусенець. Кожний зразок був відмічений під окремим порядковим номером. З листа нержавіючої сталі, зразки були підігнані холодною обробкою з метою більш точного розміщення у капсулу магнітометричних ваг.

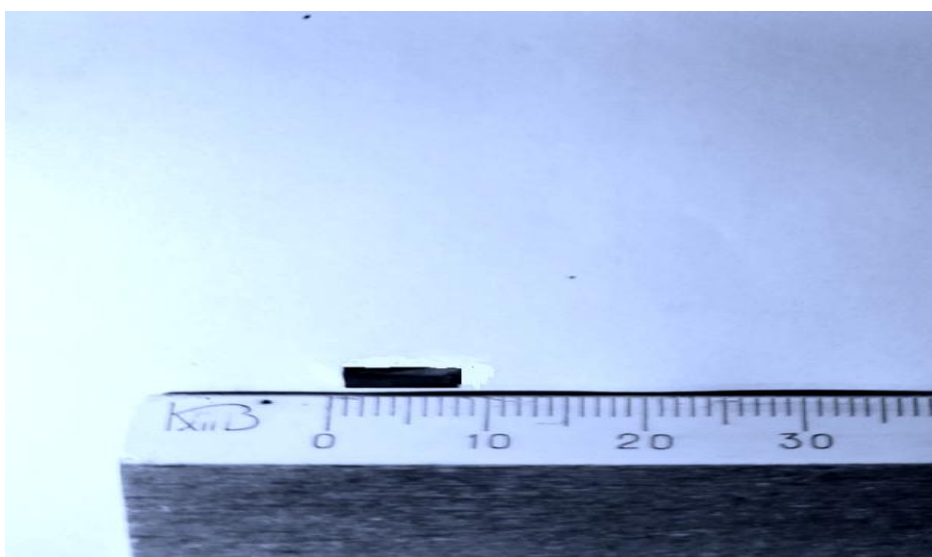


Рисунок 3.1 – Виготовлений зразок аустенітної сталі 08X18H10T для експерименту

Подальший етап підготовки експерименту була електrolітна поліровка зразків у розчині мурашиної кислоти. Окремо поміщували зразки у чашу з кислотою, де був встановлений негативний електрод. У позитивний

електрод полірувального обладнання встановлюємо зразок. При поміщенні зразки на час t ($t = 5$ сек) відбувалась електрохімічна реакція під дією різниці потенціалів на позитивних та негативних контактів. Діставши зразки з чашки, зразок набув більш гладку і чисту поверхню. Після полірування поверхні зразків, вони були зважені на електронних терезах «KERN 770 » з точністю 0.005. Після зважування, розрахован об'єм кожного зразка. Усі зразки для впливу корозії підготовлені до поміщення у агресивне середовище.

3.2 Визначення мас зразків до і після корозії

Зразки були поміщені у пробірку з хлорним залізом, яке виконує роль агресивного середовища, та витримані певний час. Після вилучення зразків з пробірок, зразки були промиті дистильованою водою та зважені знову. Тоді, отримуємо масу зразка m_1 до впливу агресивного середовища і масу зразка m_2 після впливу. Для подальшого експерименту, розраховуємо різницю мас зразків та записуємо та таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Маси зразків до і після корозії

№ зразка	m_1 , мг	m_2 , мг	$\Delta m = m_1 - m_2$, мг
1	181,6	124,63	6,97
2	103,6	98,62	4,98
3	115,6	97,88	17,72
4	125,4	119,25	6,15
5	119,5	101,3	18,20
6	120,5	114,29	6,21

Отримані дані, які записані до таблиці 3.1. використані для подальших розрахунків швидкості корозії.

3.3 Визначення питомої магнітної сприйнятливості зразків

Для проведення експерименту з виміру магнітної сприйнятливості, підготовлені зразки помістили у капсулу магнітних терез. Було проведено серію експериментів для кожного зразка. Отримали залежність компенсаційного струму від величини магнітного поля. Для вимірювання питомої магнітної сприйнятливості χ (Н) використовувалась формула:

$$\chi = \chi_e \frac{m_e}{m} \times \frac{F}{F_e} \quad (3.1)$$

F – сила діюча на зразок пропорційна силі компенсаційного струму

$$\chi = \chi_e \frac{m_e}{m} \times \frac{i}{i_e} \quad (3.2)$$

3.4 Експериментальні значення питомої магнітної сприйнятливості χ для зразків

Таблиця 3.2 – Числові значення магнітної сприйнятливості χ , які використовувалися під час експерименту для зразка № 1

$H, 10^5$ $\frac{a}{m}$	$1/H,$ 10^{-6} м/А	$\chi, 10^{-8}$ м ³ /кг
2,15	4,65	45

$H, 10^5$ $\frac{a}{m}$	$1/H, 10^{-6}$ м/А	$\chi, 10^{-8}$ м ³ /кг
2,55	3,92	41
2,95	3,39	34
2,15	4,65	45
2,55	3,92	41
2,95	3,39	34
3,42	2,92	32,25
3,78	2,65	31,25
4,22	2,37	30
4,58	2,18	29,57
4,94	2,02	29,5
5,51	1,92	28
5,57	1,8	27
5,85	1,71	25

Для знаходження питомої магнітної сприйнятливості χ_{∞} будемо графічну залежність питомої магнітної сприйнятливості в χ зразка від величини, оберненої до магнітного поля $1/H$ (рис. 3.2.), χ – питома магнітна сприйнятливості зразка.

Для зразка № 1

Маса зразка $m=131,6$ мг.

Кількість фериту знаходимо з формули:

$$P_{\alpha} = \frac{\sigma_m}{\sigma_{\alpha}} \cdot 100 \% = \frac{\chi - (\chi_p - \chi_0)}{\sigma_{\alpha}} \cdot H \cdot 100 \% = \frac{(\chi - \chi_{\infty})}{\sigma_{\alpha}} \cdot H \cdot 100 \%$$

$$P_{\alpha} = \frac{(32,5 - 15,03) \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = \frac{4,91 \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = 0,139 \%$$

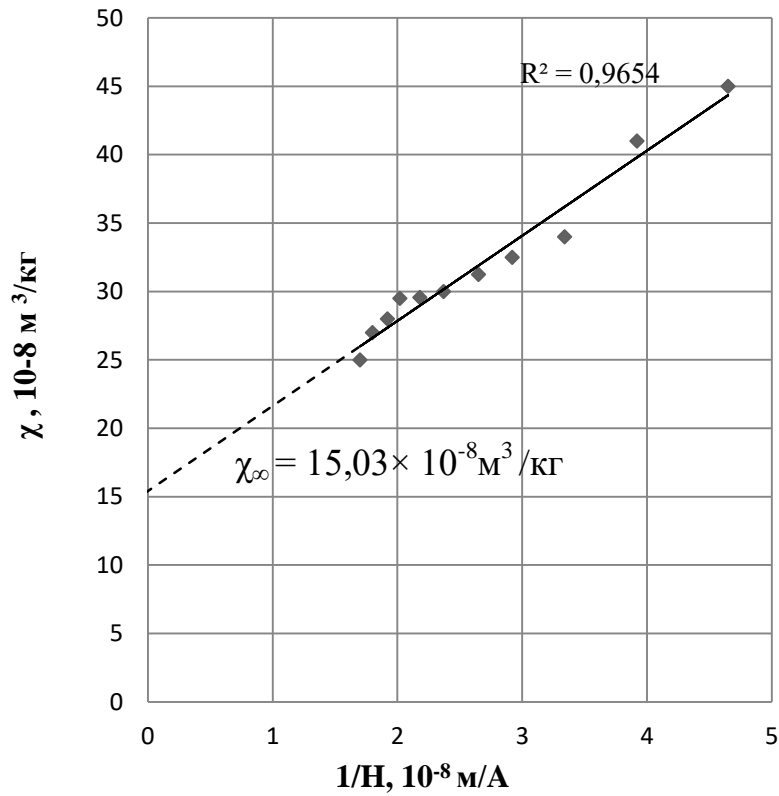


Рисунок 3.2 – Залежність питомої магнітної сприйнятливості χ зразка № 1 від величини, оберненої до магнітного поля $1/H$

Таблиця 3.3 – Числові значення магнітної сприйнятливості χ , які використовувалися під час експерименту для зразка № 2

$H, 10^5$ $\frac{a}{m}$	$1/H, 10^{-6}$ м/А	$\chi, 10^{-8}$ м ³ /кг
2,15	4,65	22,7
2,55	3,92	19,98
2,95	3,39	17,87
3,42	2,92	16,53
3,78	2,65	15,25
4,22	2,37	14,55

$H, 10^5$ $\frac{a}{m}$	$1/H, 10^{-6}$ м/А	$\chi, 10^{-8}$ м ³ /кг
4,58	2,18	13,59
4,94	2,02	13,24
5,21	1,92	12,64
5,57	1,8	12
5,85	1,71	10,95

Для зразка № 2

Маса зразка $m = 123,6$ мг

$$P_\alpha = \frac{(16,53 - 5,15) \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = \frac{5,39 \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = 0,153 \%$$

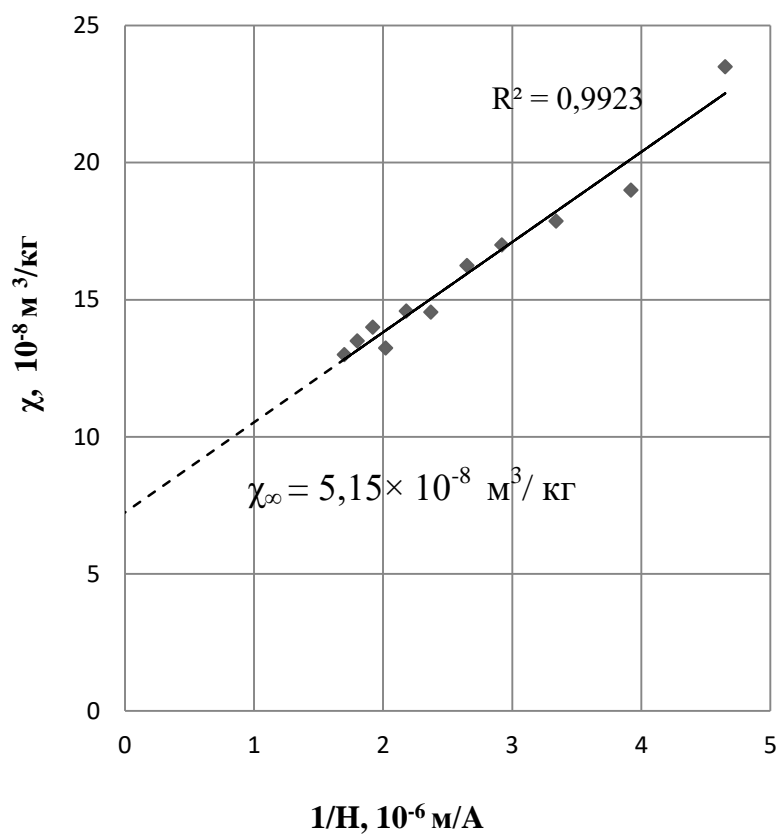


Рисунок 3.3 – Залежність питомої магнітної сприйнятливості χ зразка № 2 від величини, оберненої до магнітного поля $1/H$

Таблиця 3.4 – Числові значення магнітної сприйнятливості χ , які використовувалися під час експерименту для зразка № 3

$H, 10^5$ $\frac{a}{m}$	$1/H, 10^{-6}$ м/А	$\chi, 10^{-8}$ м ³ /кг
2,15	4,65	23,77
2,55	3,92	21,5
2,95	3,39	20
3,42	2,92	17,8
3,78	2,65	16,45
4,22	2,37	15,25
4,58	2,18	15
4,94	2,02	14,85
5,21	1,92	15,65
5,57	1,8	14
5,85	1,71	13,45

Для зразка № 3

Маса зразка $m = 111,6$ мг

Кількість фериту знаходимо з формули:

$$P_{\alpha} = \frac{\sigma_m}{\sigma_{\alpha}} \cdot 100 \% = \frac{\chi - (\chi_p - \chi_0)}{\sigma_{\alpha}} \cdot H \cdot 100 \% = \frac{(\chi - \chi_{\infty})}{\sigma_{\alpha}} \cdot H \cdot 100 \%$$

$$P_{\alpha} = \frac{(17,8 - 3,55) \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = \frac{1,4 \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = 0,0397 \%$$

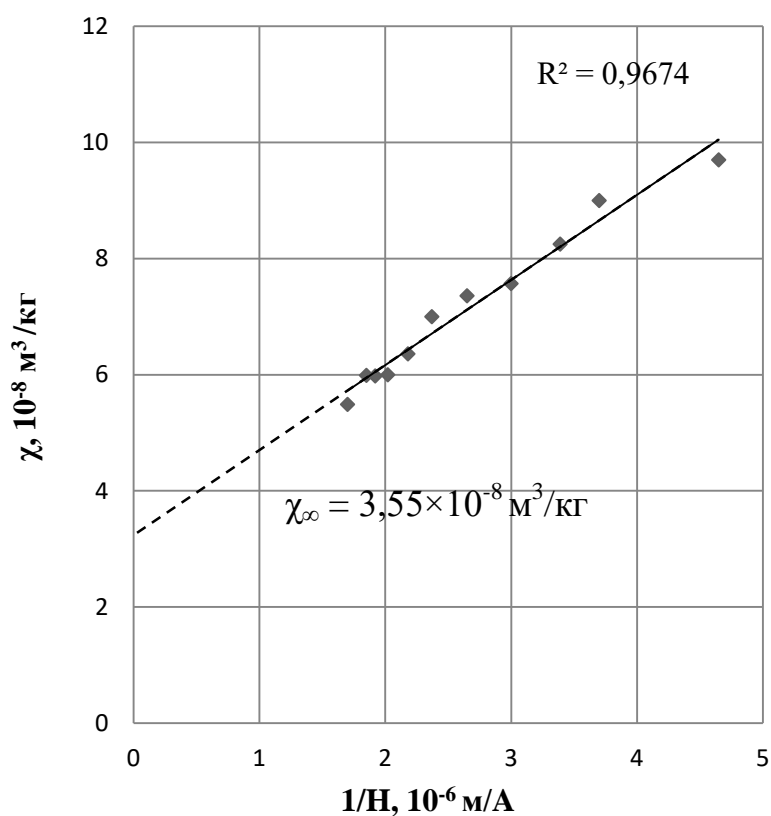


Рисунок 3.4 – Залежність питомої магнітної сприйнятливості χ зразка №3 від величини, оберненої до магнітного поля $1/H$

Таблиця 3.4 – Числові значення магнітної сприйнятливості χ , які використовувалися під час експерименту для зразка № 4

$H, 10^5 \frac{a}{m}$	$1/H, 10^{-6} \text{ м/А}$	$\chi, 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$
2,15	4,65	23,77
2,55	3,92	21,5
2,95	3,39	20
3,42	2,92	16,45
3,78	2,65	15,25
4,22	2,37	15
4,58	2,18	14,85
5,94	2,02	15,65

$H, 10^5 \frac{a}{m}$	$1/H, 10^{-6} \text{ м/А}$	$\chi, 10^{-8} \text{ м}^3 / \text{кг}$
5,211	1,92	14
5,57	1,8	13,45
5,58	1,71	10,5

Для зразка № 4

Маса зразка $m = 123,6 \text{ мг}$

$$P_{\sigma} = \frac{(16,45 - 4,02) \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = \frac{1,44 \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = 0,0403 \%$$

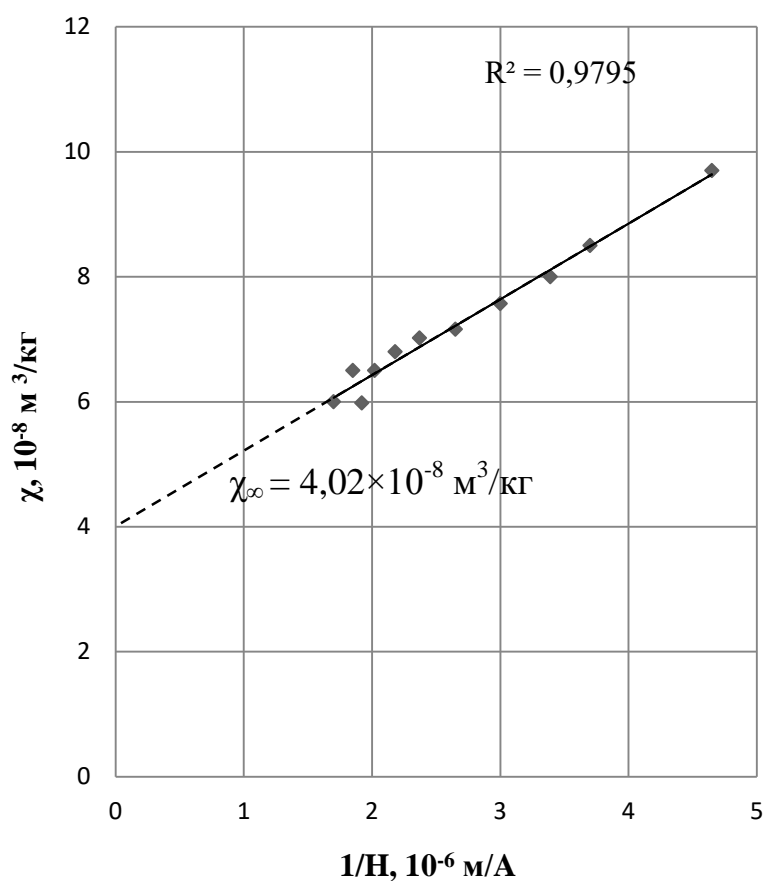


Рисунок 3. 5 – Залежність питомої магнітної сприйнятливості χ зразка №4 від величини, оберненої до магнітного поля $1/H$

Таблиця 3.5 – Числові значення магнітної сприйнятливості χ , які використовувалися під час експерименту для зразка № 5

$H, 10^5$ $\frac{a}{m}$	$1/H, 10^{-6}$ м/А	$\chi, 10^{-8}$ м ³ /кг
2,15	4,65	23,5
2,55	3,92	19
2,95	3,39	17,84
3,42	2,92	17
3,78	2,65	16,25
4,22	2,37	14,55
4,58	2,18	14,59
4,94	2,02	13,24
5,21	1,92	14
5,57	1,8	13,3
5,85	1,71	13,5

Для зразка № 5

Маса зразка $m = 110,2$ мг

Кількість фериту знаходимо з формули:

$$P_{\alpha} = \frac{\sigma_m}{\sigma_{\alpha}} \cdot 100 \% = \frac{\chi - (\chi_p - \chi_0)}{\sigma_{\alpha}} \cdot H \cdot 100 \% = \frac{(\chi - \chi_{\infty})}{\sigma_{\alpha}} \cdot H \cdot 100 \%$$

$$P_{\sigma} = \frac{(17 - 6,34) \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = \frac{3,66 \cdot 3,42 \cdot 10^{-1}}{12,05} = 0,104 \%$$

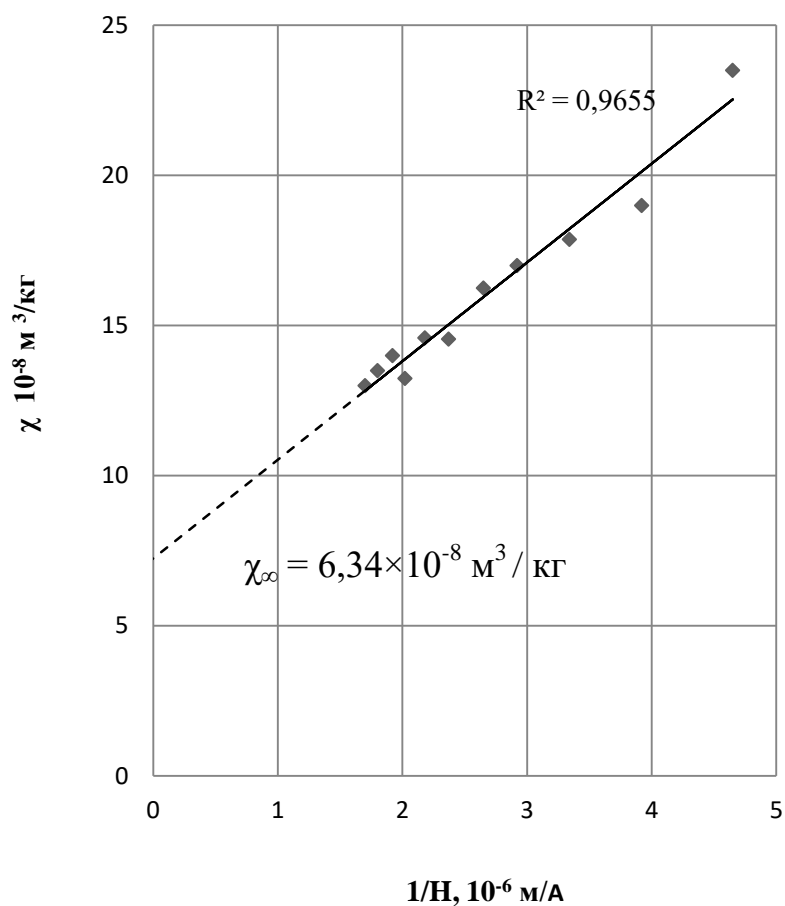


Рисунок 3.6 – Залежність питомої магнітної сприйнятливості χ зразка № 5 від величини, оберненої до магнітного поля $1/H$

Таблиця 3.6 – Числові значення магнітної сприйнятливості χ , які використовувалися під час експерименту для зразка № 6

$H, 10^5 \frac{a}{m}$	$1/H, 10^{-6} \text{ м/А}$	$\chi, 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$
2,15	4,65	9,7
2,55	3,92	9
2,95	3,39	8,25
3,42	2,92	7,58
3,78	2,65	7,36
4,22	2,37	7
4,58	2,18	6,36

3.5 Визначення швидкості корозії зразків після їх витримки в агресивному середовищі

У якості агресивного середовища застосовувався водний розчин хлорного заліза с концентрацією 1-5 %. У досліді на корозію зразки поміщали у пробірку з розчином. Зразки були витримані безперервно на протязі 24 годин. Після вилучення зразків з розчину, промивали дистильованою водою та знову зважені на електронних терезах «KERN 770» з точністю 0.005г.

Корозійні втрати на зразках визначали зважуванням, а показник корозії К- за формулою:

$$K = \frac{(m_0 - m_1)}{s \cdot \tau} \quad (3.3)$$

m_0 і m_1 – маса до і після випробувань, г;

s – площа поверхні зразка, m^2 ;

τ – час випробувань, год.

Отримані значення маси зразків m_0 і m_1 з таблиці 3.2. у формулу 3.3 Отримаємо корозійні втрати К для кожного зразка:

$$K_1 = \frac{(m_1 - m_2)}{\tau \cdot s} = \frac{6,79}{1 \cdot 64,87} = 0,9207 \times 10^2 \frac{\text{г}}{\text{год} \cdot \text{м}^2}$$

$$K_2 = \frac{4,98}{1 \cdot 57,12} = 176 \times 10^2 \frac{\text{г}}{\text{год} \cdot \text{м}^2}$$

$$K_3 = \frac{17,72}{1 \cdot 67,11} = 0,264 \times 10^2 \frac{\text{г}}{\text{год} \cdot \text{м}^2}$$

$$K_4 = \frac{6,15}{1 \cdot 66,03} = 0,09308 \times 10^2 \frac{\text{г}}{\text{год} \cdot \text{м}^2}$$

$$K_5 = \frac{18,20}{1 \cdot 61,91} = 0,293 \times 10^2 \frac{\text{г}}{\text{год} \cdot \text{м}^2}$$

$$K_6 = \frac{6,21}{1 \cdot 68,92} = 0,09010 \times 10^2 \frac{\text{г}}{\text{год} \cdot \text{м}^2}$$

Усі отримані результати вписуємо у таблицю 3.4.

Таблиця 3. 4 – Відсотковий вміст фериту та швидкість корозії після дії агресивного середовища

№ зразка	Площа $S, 10^{-6}$ м^2	$P_{\delta}, \%$	$K,$ $\frac{\text{г}}{\text{год} \cdot \text{м}^2}$
1	64,87	0,139	92,07
2	57,12	0,0596	176
3	67,11	0,0397	264
4	66,03	0,153	93,08
5	61,91	0,0403	291
6	68,92	0,104	90,10

3.6 Експериментальна залежність швидкості корозії зразків з вмістом фериту

Завершальний етапом експерименту є побудування кривої , яка показує залежність швидкості корозії в залежності від різного змісту фериту (див. рис. 3. 6.).

Таким чином:

1. Визначено низький вміст фериту в досліджувальних зразках сталі 08X18N10T, який змінюється від 0, 04 % до 0, 015 %.
2. Визначено швидкість пітингової корозії зразків сталі 08X18N10T у водному розчині хлорного заліза, яка змінюється в межах (93 – 291)

$$\frac{\text{г}}{\text{год} \cdot \text{м}^2}$$

3. Встановлена залежність між корозійною швидкістю і кількістю фериту: чим більше кількість фериту, тим менше швидкість корозії (більша стійкість корозії) і навпаки.

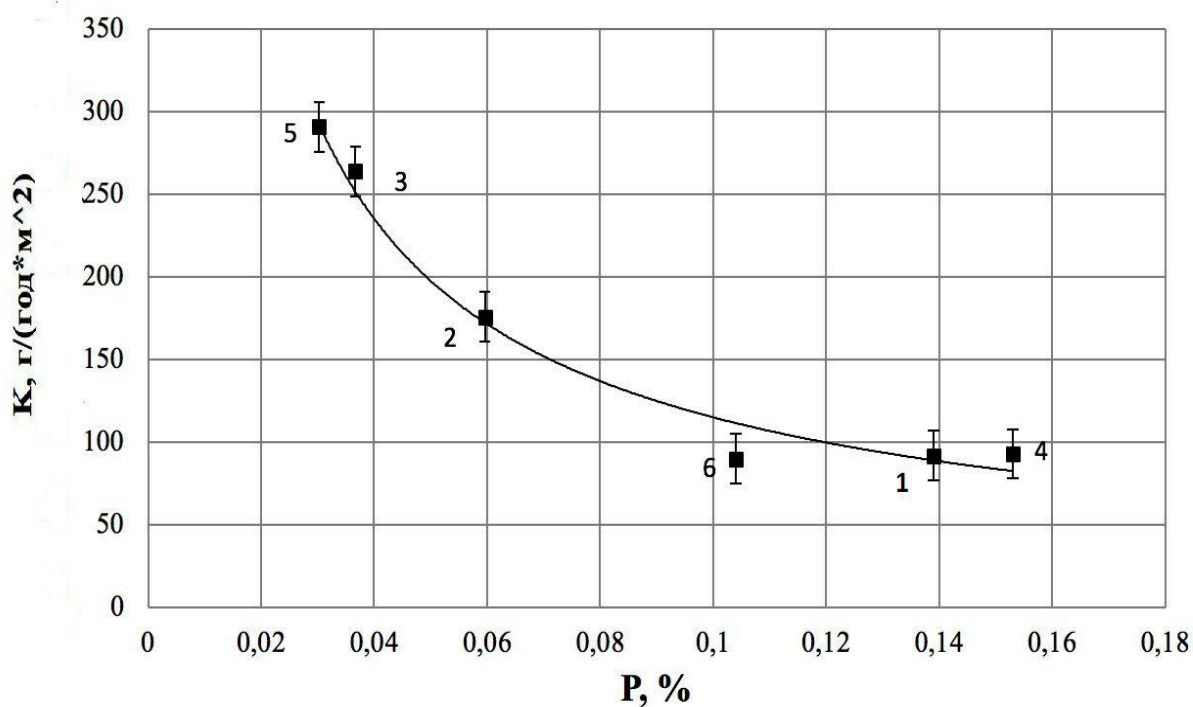


Рисунок 3.8 – Експериментальна залежність швидкості корозії від змісту фериту в аустенітній сталі 08X18H10T, цифрами позначені номери зразків

ВИСНОВКИ

Вироби і конструкції із аустенітних хромонікелевих сталей під час експлуатації зазнають корозійних пошкоджень. Значна кількість дослідників встановила роль впливу δ – фериту на корозійні властивості. Та все ж питання впливу на корозійну стійкість вивчено недостатньо і мають розбіжності, а саме деякі автори вважають, що вміст δ – фериту в сталях прискорює корозію, інші – навпаки. Використовуючи чутливий магнітометрий метод, в данній роботі визначено низький вміст фериту в сталі 08X18H10T і досліджено вплив фериту на корозійну стійкість. На підставі проведених експериментів одержано такі результати:

1. Експериментально визначено питому магнітну сприйнятливості сталі 08X18H10T, необхідну для визначення кількості фериту в об'ємних процесах.
2. Визначено низький вміст фериту в досліджувальних зразках сталі 08X18H10T, який змінюється від 0,04 % до 0,015 %.
3. Визначено швидкість пітингової корозії зразків сталі 08X18H10T у водному розчині хлорного заліза, яка змінюється в межах $(93 - 291) \frac{\text{г}}{\text{год} \cdot \text{м}^2}$
4. Встановлена залежність між корозійною швидкістю і кількістю фериту: чим більше кількість фериту, тим менше швидкість корозії (більша стійкість корозії) і навпаки.
5. Практично одержані результати можуть бути використані для контролю корозійної стійкості, використовуючи залежність між швидкістю корозії і кількістю δ – фериту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуляев А. П. *Металловедение*. М.: *Металлургия*, 1977.
2. Иванов В. Н. *Словарь-справочник по литейному производству*. М.: *Машиностроение*, 1990. 384 с.
3. Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Войткун Ф. *Материаловедение: Учебник для вузов*. - М.: *МИСИС*, 1999. 600 с.
4. Ульянин, Е. А. *Коррозионностойкие стали и сплавы: справочник*. М.: *Металлургия*, 1980. 208 с.
5. А. П. Шлямнев. и др: «Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы; Справ, изд». М.: "Интермет Инжиниринг". 2000.
6. Шлямнев А. П. и др. *Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы*. М.: *Проммет-Сплав*. 2008. с. 22-24
7. Березина Т. Г. «Изменение структуры, свойств и накопление поврежденности при ползучести в теплоустойчивых сталях» Учебное пособие. Челябинск, ЧФ ПЭИ ПК, 1998 г.
8. Реформатская И. И. Влияние структурообразующих факторов на коррозионо электрохимическое поведение железа и нержавеющей сталей // *Российский химический журнал*. 2008. № LII. Вып. № 5. с. 16-24.
9. H. Abo, T. Narazova, S. Takemura. *Stainless steel 77*. London, 1977. 40 p.
10. Andijani I. N., Siddiqi N. A., Malik A. U. Corrosion behavior of some conventional and high alloy stainless steels in gulf seawater // Issued as a Technical Report No. SWCC RDC. 1992. с. 732-759.
11. Сорокина Н. А. *Нержавеющая немагнитная безникелевая сталь 12Х23Г18Д* // *Бюлл. науч.техн. информ. черной металлургии*. 1978. с. 43-45.
12. Davis V.R. *ASM Specialty Intemational Society: Handbook. Stainless Steel. The materials*. s.1: s.n. 1994.
13. Каховский Н. И. *Сварка нержавеющей сталей*, «Техніка», 1968. 24 с.

14. Morrow S. J. Materials selection for seawater pumps // Proceeding of the twenty-sixth international pump users symposium. Lancaster. 2010. с. 73-80
15. Сокол И. Я., Ульянин Е. А., Фельдгандер Э. Г. и др. Структура и коррозия металлов и сплавов: Атлас // Москва: Металлургия. 1989.
16. Outokumpu. Stainless steel and high performance alloys. Duplex stainless steel. [outokumpu] URL: <http://www.outokumpu.com> (дата звернення: 08.12.2019).
17. Ульянин Е. А. Структура и коррозия металлов и сплавов: справочник // Москва: Металлургия. 1989. 397 с.
18. Atlas Steels Company. [Atlas Steels Company web site] URL: www.atlasmetals.com.au (дата звернення : 08.12.2019)
19. Фельдгандлер Э. Г., Сорокина Н. А., Свистунова Т. В., Левин Ф. Л. Проблемы современной металлургии // сб. трудов ЦНИИЧМ. Москва. 1983. с. 160 - 165.
20. Han Dong, Yong Gan, Yuqing Weng. Grain Boundary Hardening and Single Crystal // Advanced Steels: The Recent Scenario in Steel Science and Technology. s.1: Springer. 2011. 359 с.
21. Лукин В. И., Вознесенская Н. М., Ковальчук В. Г. и др. Сварка высокопрочной коррозионно-стойкой стали ВНС - 72 // Сварочное производства. 2012.
22. Bigeon C., Stein G., Foct J., Vogt J.B. Low Cycle fatigue of nitrogen alloyed martensitic stainless steels // Low Cycle fatigue and Elasto-Plastic Behaviour of Materials - 3. 1992. 70 с.
23. Королев М. Л. Азот как легирующий элемент стали. М.: Металлургия, 1961. 162 с.
24. Коротка хімічна енциклопедія під редакцією І.А. Кнуянц и др. М.: Радянська енциклопедія, 1961-1967, Т. 2.
25. Химическое сопротивление материалов и защита оборудования нефтегазопереработки от коррозии: учебное пособие / Н. Г. Кац, В. П. Стариков, С. Н. Парфенова. Москва: Машиностроение, 2011. с.10-20

26. Радянський енциклопедичний словник. М.: Радянська енциклопедія, 1983.
27. Войтович В. А., Мокеєва Л. Н. Біологічна корозія. М.: Знання, 1980, № 4.
28. «ГОСТ 5272-68: Коррозія металлов. Термины.»
29. Спиридонов А. А. В служеньи ремеслу и музам. — 2-е изд. — М.: Металлургия, 1989. — С. 53. — (Научно-популярная библиотека школьника). — 50 000 экз. — ISBN 5-229-00355-3.
30. Андреюк Е. И., Козлова И. А. Литотрофные бактерии и микробиологическая коррозия. К: Наук. думка, 1977. 167 с.
31. Merchant and Navy Ship events (1946—2000) — 25/12 1967
32. Семенова И. В., Флорианович Г. М., Хорошилов А. В. Коррозия и защита от коррозии М.: Физматлих, 2006. 336 с.
33. Туфанов Д. Г. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей и чистых металлов М.: Metallurgy, 1982. 330 с.
34. Энтин С. Д. Новые методы химического и фазового анализа металлов. С. Д. Энтин //Труды ЦНИИТМАШ. 1964, № 41. 49с.
35. Снежной В. Л. Влияние магнитных моментов парамагнитной матрицы на определение низких содержаний α -фазы в аустенитных сталях /В. Л. Снежной, Ф. Д. Мирошниченко, В. Г. Каниболоцкий, Г. А. Охромий //ФММ.- 1970.- Т.30. №2. С. 363 - 366.
36. Снежной Г. В. Интегральный физический метод идентификации α – фазы в аустенитных хромоникелевых сталях /Г. В. Снежной, В. Г. Мищенко, В. Л. Снежной //Литье и металлургия . 2009. №3 (52). С. 241-244.
37. Сніжно́й Г. В., Жавжаров Є. Л. Вісник Національного технічного університету України "КПІ" //Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. 2012. №49. С. 136 - 138.
38. Снежной В. Г. К методу определение малых содержаний альфа-фазы в аустенитных сталях / В. Л. Снежной ,Ф. Д. Мирошниченко, В.

Г.Каниболоцких, А. И.Столяренко // Заводская лаборатория . 1970 . № 9. С . 1083 - 1086.

39. Morrow S. J. Materials selection for seawater pumps // Proceeding of the twenty-sixth international pump users symposium. Lancaster. 2010. с. 73-80.

40. Atlas Steels Company. [Atlas Steels Company web site] URL: www.atlasmetals.com.au (дата звернення: 10.12.2019).

41. Outokumpu. Stainless steel and high performance alloys. Duplex stainless steel. [outokumpu] URL: <http://www.outokumpu.com> (дата звернення: 10.12.2019).

42. Энтин С. Д. Новые методы химического и фазового анализа металлов. //Труды ЦНИИТМАШ,1961. № 41. 49 с.

42. Чечерников В. Н. Магнитные измерения. М.: МГУ, 1963. 281с.

43. Туфанов Д. Т. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей ,сплавов и чистых металлов /Д. Т. Туфанов М.: Металлургия, 1990. 320с.

44. Стрижевский И. В., Сурис М. А. / И. В.Стрижевский, М. А. Сурис Защита подземных теплопроводов от коррозии. М.:Энергоатомиздат, 1983. 344 с.

45. Бибииков Н. Н., Люблинский Е. Я., Поваров Л. В. Электрохимическая защита морских судов от коррозии /Н. Н. Бибииков, Е. Я. Люблинский, Л. В. Поварова : Судостроение, 1999. 261с.

