

УДК 544.6.076.324.1

БУГАЄВСЬКА С.В., БОРИСЕНКО Ю.В.
Київський національний університет технологій та дизайну

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ТА ЕЛЕКТРО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ Ст.3

Мета. Дослідження нового датчика для вимірювання швидкості корозії на основі корозійних та електрохімічних властивостей вуглецевої сталі Ст.3.

Методика. Дослідження проводили за допомогою методу масометрії та методу поляризаційного опору.

Результати. Проведено дослідження вуглецевої сталі Ст.3 у дистильованій воді, 3% NaCl та водному формаліну 7,8:56. Визначено швидкість корозії у досліджуваних середовищах за втратою маси зразків та за допомогою методу поляризаційного опору.

Наукова новизна. Під час досліджень за допомогою методу поляризаційного опору були отримані більші значення швидкості корозії, ніж за допомогою методу масометрії. Швидкість корозії вуглецевої сталі Ст.3, визначена методом поляризаційного опору у дистильованій воді дорівнювала 0,022 мм/рік, 3% NaCl - 0,113 мм/рік у водному розчині формаліну 0,015 мм/рік.

Практична значимість. Можливість визначення швидкості корозії сталі неруйнівним методом.

Ключові слова: сталь, корозія, швидкість корозії, зразки, масометрія, поляризаційний опір.

Вступ. Сталі широко застосовуються у всіх сферах життєдіяльності людини. У промисловості сталь є основним матеріалом, широко застосовуваним у машинобудуванні, а також для виготовлення різноманітного інструменту. Вона порівняно недорога; володіє комплексом цінних механічних, фізико-хімічних та технологічних властивостей; виробляється у досить великих кількостях. [1]. Щорічно через корозію втрачається близько чверті всього виробленого у світі заліза. Витрати на ремонт або заміну суден, автомобілів, приладів і комунікацій, водогінних труб і т.д. перевищують вартість металу з якого вони виготовлені. Продукти корозії забруднюють навколишнє середовище і негативно впливають на життя та здоров'я людей [2]. Вуглецеві сталі належать до числа найбільш поширених конструкційних матеріалів у виробництві неорганічних речовин. Вуглецеві сталі достатньо стійкі у сульфатній кислоті концентрації 70-95 % до 60 °C , у слаболужних розчинах і у розчинах деяких солей. Саме тому вони отримали широке застосування для виготовлення обладнання у виробництвах сульфатної кислоти, лугів і ряду мінеральних солей [3]. Тому є актуальним дослідження корозійної стійкості вуглецевої сталі Ст.3 неруйнівним методом.

Постановка завдання. Метою даної роботи є дослідження корозійних та електрохімічних властивостей вуглецевої сталі Ст.3 та створенні макету датчика, який зможе вимірювати миттєву швидкість корозії вуглецевої сталі. Ст. 3 неруйнівним методом. [4].

Результати дослідження. Методичний підхід ґрунтувався на моделюванні впливу на зразки сталі Ст.3. середовищ (3% NaCl, води та водного розчину формаліну) з урахуванням повного занурення зразків та температури (20 °C).

Для досліджень зразків на корозійну стійкість і датчиків для вимірювання швидкості корозії була розроблена та виготовлена лабораторна установка. Датчики містили електроди зі Ст.3, які були попередньо механічно оброблені наждаковим папером різної зернистості та

знежирені за допомогою оксиду магнію. Датчики розміщували в корозійному середовищі в комірці, приєднували до вимірювального пристрою – УІСК-101 та калібрували у розчинах 3% NaCl та дистильованій воді. Виміри проводили на трьох паралельних датчиках протягом 3 годин, після чого обчислювали середнє арифметичне значення швидкості корозії за формулою:

$$\bar{i}_k = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n i_{k_i}, \quad (1.1.)$$

де \bar{i}_k – середнє арифметичне значення швидкості корозії, i_k – дійсне значення швидкості корозії, n – число вимірювань показника i_k .

За допомогою метода масометрії дослідження в кожному із середовищ проводилися паралельно на трьох зразках сталі Ст.3 розміром 35×35 мм, які витримували при кімнатній температурі протягом 648 годин при повному зануренні. Після витримування в середовищах зразки промивали проточною водогінною водою, видаляли продукти корозії за допомогою гумки, ополіскували дистильованою водою та просушували фільтрувальним папером.

Швидкість корозії вуглецевої сталі Ст.3 методом масометрії за кімнатної температури у дистильованій воді становила 0,023 мм/рік, а у водному розчині формаліну - 0,001 мм/рік, результати наведені в табл.1.

Зовнішній вигляд зразків із сталі Ст.3 після вимірювання швидкості корозії за температури 20°C протягом 648 годин наведений на рис. 1. Продукти корозії, що утворилися на зразках у середовищах дистильованої води та 3% NaCl, були чорного кольору та важко видалялися. Зовнішній вигляд зразків після витримування у водному розчині формаліну практично не змінився, як видно з рис.1, з.

Таблиця 1

Середня швидкість корозії вуглецевої сталі Ст.3, визначена за методом масометрії

Середовище	№ зразка	Масовий показник корозії, г/м ² *год	Середнє значення	Глибинний показник корозії, мм/рік	Середнє значення
Дистильована вода	1	0.019	0.021	0.021	0.023
	2	0.016		0.018	
	3	0.028		0.031	
3% NaCl	1	0.02	0.018	0.022	0.021
	2	0.014		0.016	
	3	0.021		0.024	
Водний розчин формаліну (7,8:56)	1	0.0016	0.0009	0.0018	0.001
	2	0.0004		0.0004	
	3	0.0007		0.0008	

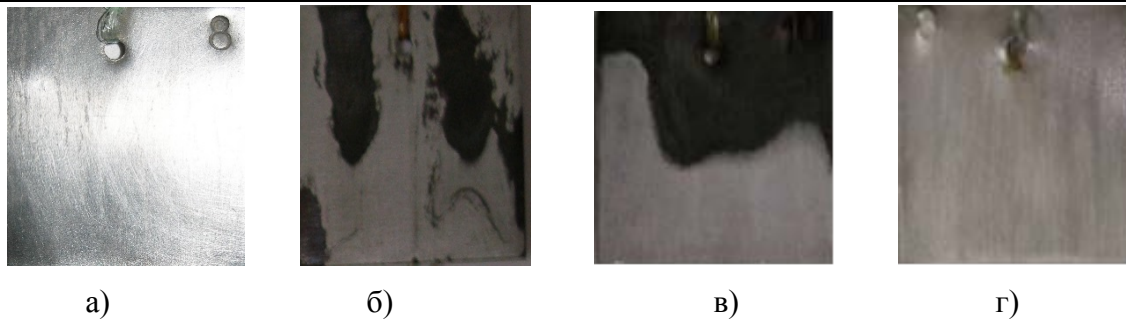


Рис.1 Зовнішній вигляд зразків із вуглецевої сталі Ст.3:

у вихідному стані (а) та після визначення швидкості корозії за кімнатної температури у дистильованій воді (б), 3% NaCl (в), водному розчині формаліну (г), що були отримані за методом масометрії

Для того щоб простежити за динамікою зміни швидкості корозії дослідження зразків продовжували проводити методом поляризаційного опору.

Значення швидкості корозії у досліджуваних середовищах, методом поляризаційного опору за допомогою датчика, що був виготовлений із вуглецевої сталі Ст.3, наведені в табл.2.

Зміна швидкості корозії, що була виміряна протягом 3 годин, наведена на рис.2.

Таблиця 2

Швидкість корозії вуглецевої сталі Ст.3, визначена методом поляризаційного опору

№ датчика	Масовий показник корозії, г/м ² *год			Глибинний показник корозії, мм/рік		
	H ₂ O	3% NaCl	Р-н формаліну	H ₂ O	3% NaCl	Р-н формаліну
1	0.0196	0.1	0.012	0.022	0.112	0.013
2	0.018	0.102	0.015	0.020	0.114	0.017
3	0.021	0.101	0.013	0.024	0.113	0.015
середнє	0.0196	0.101	0.013	0.022	0.113	0.015

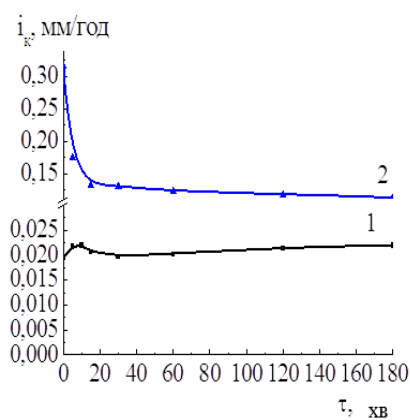


Рис. 2 Швидкість корозії сталі Ст.3, виміряна методом поляризаційного опору протягом 3 годин, за кімнатної температури: 1 – дистильована вода; 2 – 3% NaCl

Швидкість корозії вуглецевої сталі встановилася майже через 30 хв, після чого практично не змінювалася, вказуючи на активне розчинення сталі. Метою даного дослідження було створити таку модель датчика, щоб він зміг вимірювати миттєву швидкість корозії. Вигляд отриманих зразків наведений на рис.3.

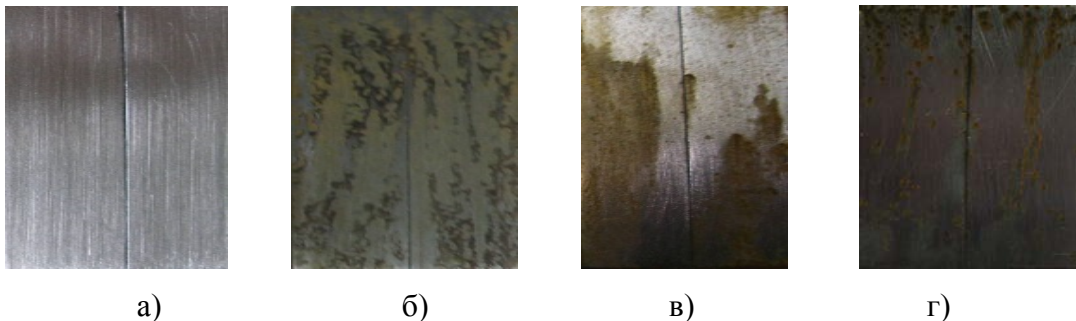


Рис.3 Зовнішній вигляд зразків з вуглецевої сталі Ст.3 після визначення швидкості корозії у різних середовищах за кімнатної температури: вихідному стані (а) та після визначення швидкості корозії за кімнатної температури у дистильованій воді (б), 3% NaCl (в), водному розчині формаліну (г) які були досліджені методом поляризаційного опору

Висновки. Швидкість корозії вуглецевої сталі Ст.3, визначена методом масометрії у дистильованій воді становила 0,023 мм/рік, 3% NaCl 0,021 мм/рік, а у водному розчині формаліну 0,001 мм/рік. Швидкість корозії вуглецевої сталі Ст.3, визначена методом поляризаційного опору, у дистильованій воді дорівнювала 0,022 мм/рік, 3% NaCl - 0,113 мм/рік, у водному розчині формаліну 0,015 мм/рік. З отриманих даних було визначено, що за десятибальною шкалою корозійної стійкості вуглецева сталь Ст.3 належить до групи стійкості 3 (стійкі). [5]. Проведені дослідження показали, що даний датчик можна використовувати для дослідження швидкості корозії вуглецевої сталі Ст. 3, проте він потребує ретельнішого дослідження.

Список використаних джерел

1. Коррозия металлов. Термины : ГОСТ 5272-68. - : Переизд. - [Взамен ГОСТ 5272-50 ; введ. в д. 01.01.1969 г.]. - М. : Издательство стандартов, 2005. – 39 с.
2. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии: уч. пос. /И.В.Семенова, Г.М.Флорианович, А.В. Хорошилов – Москва : Физматлит, 2002. – 335 с.
3. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки и общие технические требования : ГОСТ 380-71. - : Переизд. - [Взамен ГОСТ 380-60 ; введ. в д. 01.01.1972 г.]. - М. : Издательство стандартов, 2003. – 12 с.
4. Шраер Л.Л. Коррозия. Справочник. Пер. с англ./ Л.Л. Шраер. – М.: Металлургия, 1981, 632с.
5. Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости : ГОСТ 9.908-85. - [Взамен ГОСТ 13819-68 ; введ. в д. 01.01.1987 г.]. – М. : Издательство стандартов, 1999. – 16 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ Ст.3

БУГАЕВСКАЯ С.В. , БОРИСЕНКО Ю.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследования нового датчика для измерения скорости коррозии на основе коррозионных и электрохимических свойств углеродистой стали Ст.3..

Методика. Исследования проводили с помощью метода масометрии и метода поляризационного сопротивления.

Результаты. Проведено исследование углеродистой стали Ст.3 в дистиллированной воде, 3% NaCl и водном растворе формалина 7,8:56. Определена скорость коррозии в исследуемых средах по потере массы образцов и с помощью метода поляризационного сопротивления.

Научная новизна. Во время исследований с помощью метода поляризационного сопротивления были получены большие значения скорости коррозии, чем с помощью метода масометрии. Скорость коррозии углеродистой стали Ст.3, определенная с помощью метода поляризационного сопротивления в дистиллированной воде 0,022 мм/год, 3% NaCl - 0,113 мм/год, а в водном растворе формалина 0,015 мм/год.

Практическая значимость. Возможность определения скорости коррозии стали неразрушающим методом.

Ключевые слова: *сталь, коррозия, скорость коррозии, образцы, масометрия, поляризационное сопротивление.*

STUDY OF CORROSION AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF CARBON STEEL.3

BUGAYEVSKA S.V., BORYSENKO J.V.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Research new sensor to measure corrosion rates based on corrosion and electrochemical properties of carbon steel.3.

Methods. The study was carried out using the method of masometry and polarization resistance method.

Results. Research of carbon steel of St.3 is conducted in the distilled water, 3% NaCl and water solution of organic matter 7,8:56. Speed of corrosion is certain in the probed environments on the loss of mass of standards and by the method of polarization resistance.

Scientific novelty. During researches by the method of polarization resistance the large values of speed of corrosion were got, what by the method of masometrii. Speed of corrosion of carbon steel of St.3, certain by the method of polarization resistance in the distilled water 0,022 mm/year, 3% Nacl - 0,113 mm/year, and in water solution of organic matter 0,015 mm/year.

The practical significance. The ability to determine the rate of corrosion of steel non-destructive method.

Keywords: *steel, corrosion, corrosion rate, samples, masometry, polarization resistance.*