УДК 544.6.076.324.1

БОЧКАРЬОВА Т.О., БОРИСЕНКО Ю.В.
Київський національний університет технологій та дизайну

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛІ 12Х18Н10Т

***Мета**. Дослідження корозійних властивостей сталі 12Х18Н10Т.*

***Методика.** Використано метод масометрії та метод поляризаційного опору.*

***Результати.** Було проведено дослідження корозійних властивостей високолегованої сталі 12Х18Н10Т у дистильованій воді, водному розчині метанолу та технічному формаліні. Визначено швидкість корозії у досліджуваних середовищах методами масометрії та поляризаційного опору. Обрано модель датчика, що реагує на виникнення локальних видів корозії.*

***Наукова новизна.** Розроблено модель датчика для вимірювання швидкості корозії (датчик містить 2 чутливих елементи-електроди циліндричної форми, виготовлених із нержавіючої сталі 12Х18Н10Т, розташованих паралельно). Перевірено працездатність датчика у формаліні та водному розчині метанолу за температур від 20 ºС до 40 ºС. Визначено, що у формаліні швидкість корозії сталі 12Х18Н10Т становить від 0,0016 мм/рік до 0,0045 мм/рік, а у водному розчині метанолу від 0,000448 мм/рік до 0,00119 мм/рік.*

***Практична значимість.** Можливість визначення швидкості корозії сталі неруйнівним методом.*

***Ключові слова:** корозія сталі, швидкість корозії, піттінг, масометрія, поляризаційний опір.*

Вступ. Метали та їх сплави є найбільш важливими сучасними конструкційними матеріалами. Всюди, де експлуатуються металеві конструкції, є речовини, котрі, взаємодіючи з металами, поступово їх руйнують: ржавіння металевих конструкцій (залізних крівель будинків, стальних мостів, обладнання цехів) в атмосфері; ржавіння зовнішньої металевої обшивки суден у річній та морській воді; руйнування металевих баків та апаратів розчинами кислот, солей, лугів на заводах; ржавіння стальних трубопроводів у землі; окиснення металів при їх нагріванні, тощо. Сьогодні немає такої галузі людської діяльності, де не використовували б нержавіючу сталь. Це і важке машинобудування, і побутова техніка, і механіка, і електроніка, і різні галузі промисловості. Безповоротні втрати металів від корозії становлять 15% від щорічного їх випуску. Однак, у багатьох випадках непрямі збитки від корозії можуть значно перевищувати прямі втрати за рахунок корозійного руйнування металу [1].

В теперішній час однією з найбільш застосовуваних у всьому світі сталей є 12Х18Н10Т і її закордонні аналоги. Нержавіюча (корозійностійка) сталь 12Х18Н10Т належить до аустенітного класу, відрізняється високими міцностними характеристиками, стійкістю до негативних атмосферних впливів і багатьох видів кислот (в тому числі, нітратної). У той же час сталь 12Х18Н10Т не забруднює і не змінює хімічний склад контактуючих з нею газів, рідин і сипучих тіл [4]. Сталь використовують при виготовленні резервуарів для зберігання хімічних речовин, зокрема таких як формалін та водний розчин метанолу.

Постановка завдання. Метою даної роботи є дослідження корозійних та електрохімічних властивостей сталі 12Х18Н10Т. Для досягнення поставленої мети були визначені такі основні **задачі**: визначити швидкість корозії в середовищі, що досліджується, за втратою маси зразків; визначити швидкість корозії за методом поляризаційного опору; вбрати модель та створити макет датчика, здатного вимірювати миттєву швидкість корозії, який реагує на виникнення локальних видів корозії.

Результати дослідження. Для корозійних досліджень зразків і датчиків швидкості корозії різних моделей розроблена лабораторна установка. Скляні комірки для витримування зразків у корозійних середовищах герметично закривали кришкою і розмщували у витяжній шафі. Зразки в комірках підвішували на двох рівнях: при повному зануренні та напівзануренні. Зразком обирали нержавіючу сталь марки 12Х18Н10Т [2] розміром (50×50) мм та (25×50×5) мм.

Спочатку визначали фізичні властивості формаліну та його складових, результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізичні властивості корозійних середовищ

Назва показників	Середовище		
	Дистильована вода	Водний розчин метанолу	Формалін
Густина, г/см^3	1,000	0,98	1,085
Водневий показник pH	6,4	7,8	3,0
Електропровідність, См/см	$5{,}6\times10^{-6}$	30×10^{-6}	176×10^{-6}

Як видно з табл.1, формалін має вищу електропровідність (176×10^{-6} См/см) та більшу густину, ніж його складові. Водневий показник pH дистильованої води дорівнює 6,4, водневий показник метанолу – слабколужний (7,8). Водневий показник формаліну зміщений в кислу область (pH 3,0) порівняно з його складовими (дистильованою водою та водним розчином метанолу). Можна припустити, що такий влив можуть здійснювати залишки кислот (у тому числі, форміатної), що входять до складу формаліну, та продукти окиснення його складових.

При використанні методу масометрії [3] зразки нержавіючої сталі 12Х18Н10Т витримували в корозійних середовищах за кімнатної температури протягом 1000 год.

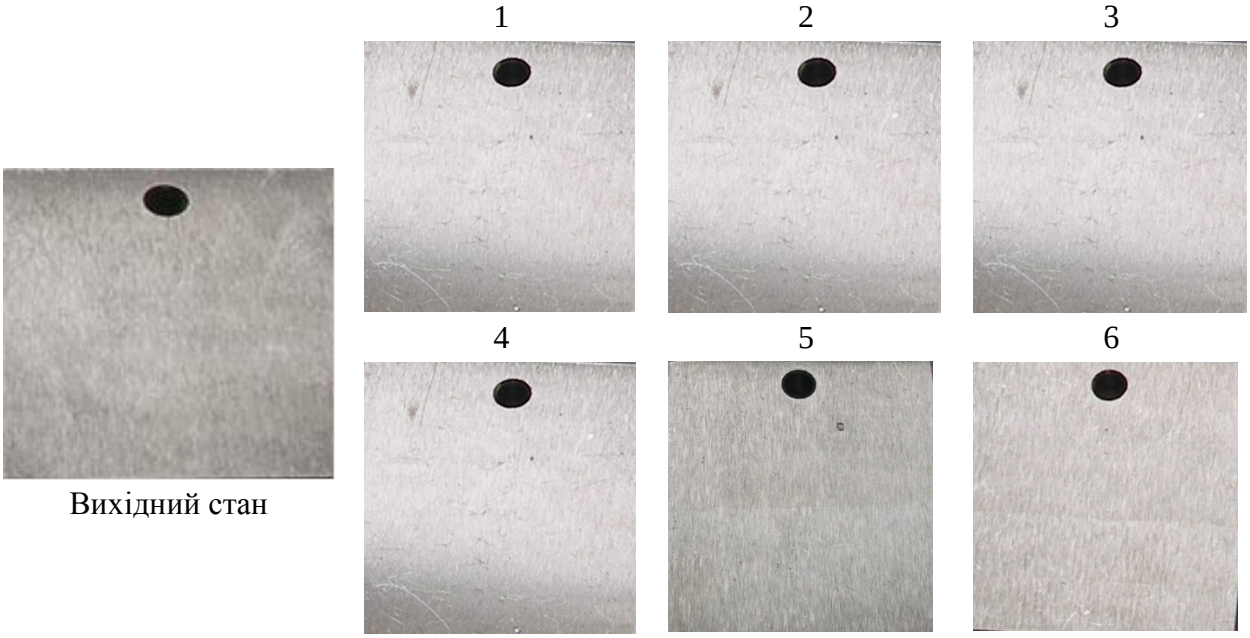


Рис. 1. **Зовнішній вигляд зразків із нержавіючої сталі 12Х18Н10Т:**
1,2,3 – вигляд зразків у дистильованій воді, водному розчині метанолу та формаліні при повному зануренні зразків; 4,5,6 - вигляд зразків у дистильованій воді, водному розчині метанолу та формаліні при зануренні зразків наполовину

Зовнішній вигляд зразків (рис.1) із нержавіючої сталі 12Х18Н10Т після досліджень у дистильованій воді, водному розчині метанолу та формаліні при повному зануренні та дистильованій воді при напівзануренні за кімнатної температури практично не змінився, на поверхні не видно локальних дефектів. На зразках, витриманих у середовищах водного розчину метанолу та у формаліні, занурених наполовину, помітна ватерлінія по границі «рідина-повітря», що свідчіть про більш інтенсивне протікання корозійного процесу у цій зоні.

Оскільки за допомогою методу масометрії можна отримати тільки інтегральне значення швидкості корозії за певний проміжок часу, та немає можливості стежити за динамікою зміни швидкості корозії досліджуваного металу за умов впливу середовища та температури, тому дослідження продовжували в напрямку розширення сфери застосування методу поляризаційного опору [3].

Нами була вибрана модель датчика з чутливими елементами - циліндричними електродами (рис. 2) та створений макет датчика, здатного вимірювати миттєву швидкість корозії, який реагує на виникнення локальних видів корозії.

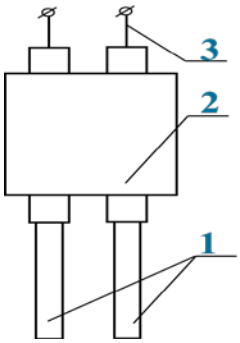
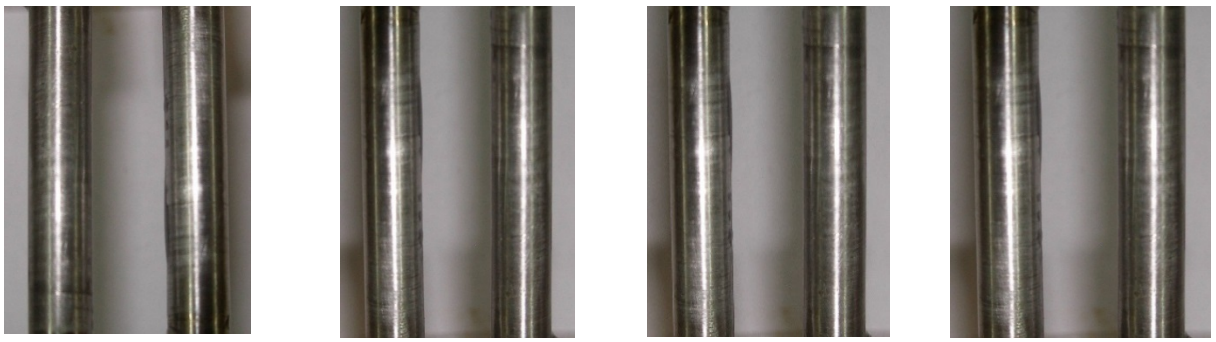


Рис. 2. **Датчик з нержавіючої сталі:**
1 – електроди; 2 –кріплення; 3 – струмовідводи

Після визначення швидкості корозії методом поляризаційного опору зовнішній вигляд датчика з нержавіючої сталі 12Х18Н10Т не змінився в жодному з досліджених середовищ. Продуктів корозії та локальних пошкоджень, видимих неозброєним оком, не виявлено (рис.3).



1 2 3 4

Рис. 3. **Зовнішній вигляд датчиків після визначення швидкості корозії методом поляризаційного опору:**
1 –вихідний стан; 2 – H_2O; 3 – водний розчин CH_3OH; 4 – формалін.

Дані, отримані методом масометрії (табл.2), підтверджують більш інтенсивне протікання корозійного процесу на зразках, витриманих у середовищах водного розчину метанолу та формаліну при зануренні наполовину.

Таблиця 2

Значення швидкості корозії сталі 12Х18Н10Т, одержані методом масометрії

№ п/п	Середовище	При повному зануренні, мм/рік	При зануренні наполовину, мм/рік
1	Дистильована вода	$2{,}12\times10^{-5}$	$2{,}186\times10^{-4}$
2	Водний розчин метанолу	$2{,}125\times10^{-4}$	$2{,}24\times10^{-4}$
3	Формалін	$2{,}04\times10^{-4}$	$3{,}2\times10^{-4}$

Більш високі значення швидкості корозії, отримані методом поляризаційного опору (табл.3), пояснюються тим, що цей метод дає миттєве значення, а метод масометрії – інтегральні.

Таблиця 3

Значення швидкості корозії сталі 12Х18Н10Т, отримані методом поляризаційного опору (мм/рік)

Модель датчика	Температура середовища, °С	Середовище		
		Дистильована вода	Водний розчин метанолу	Формалін
З циліндричними електродами	20	0,00124	0,000448	0,00143
	40	0,00205	0,00119	0,00198
	95	0,00982	-	-

Висновки. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що швидкість корозії сталі 12Х18Н10Т у формаліні за кімнатної температури, визначена за методом масометрії при напівзануренні зразків, є більшою, ніж при повному зануренні та становить $2{,}04\times10^{-4}$ і $3{,}2\times10^{-4}$ мм/рік, відповідно. У дистильованій воді за температури 95 °С, швидкість корозії збільшується до $9{,}8\times10^{-3}$ мм/рік, що більше, ніж у формаліні за кімнатної температури у 50 разів. Встановлено, що у формаліні за температур від 20 °С до 40 °С швидкість корозії сталі за методом поляризаційного опору становить від 0,0016 до 0,0045 мм/рік.

Створено макет датчика, здатного вимірювати миттєву швидкість корозії, який реагує на виникнення локальних видів корозії швидкості корозії; датчик містить 2 чутливих елементи-електроди циліндричної форми, виготовлених із нержавіючої сталі 12Х18Н10Т, розташованих паралельно. Датчик дозволяє визначати швидкість корозії сталі неруйнівним методом.

Список використаних джерел

1. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии: уч. пос. /И.В.Семенова, Г.М.Флорианович, А.В. Хорошилов – Москва : Физматлит, 2002. – 335 с.

2. Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки : ГОСТ 5632-72. – Переизд. - [Взамен ГОСТ 5632-61 ; введ. в д. 01.01.1975 г.]. – М. : Издательство стандартов, 2004. – 39 с.

3. 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.: Изд-во стандартов, 1999. – 16 с.

4. Металлы и сплавы. Справочник. / [В.К. Афонин, Б.С. ЕрмаковЕ.Л. и др.]; под. ред. Ю.П. Солнцева. - Санкт-Петербург: НПО "Профессионал", 2006. – 1092 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ СТАЛИ 12Х18Н10Т

БОЧКАРЁВА Т.А., БОРИСЕНКО Ю.В.
Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование коррозионных свойств стали 12Х18Н10Т.

Методика. Использован метод массометрии и метод поляризационного сопротивления.

Результаты. Были проведены исследования высоколегированной стали 12Х18Н10Т в дистиллированной воде, водном растворе метанола и техническом формалине. Определена скорость коррозии в исследуемых средах по потере массы образцов и с помощью метода поляризационного сопротивления. Выбрана модель и создан макет датчика, реагирующего на возникновение локальных видов коррозии.

Научная новизна. Разработана модель датчика для измерения скорости коррозии (датчик содержит 2 чувствительных элемента - электроды цилиндрической формы, изготовленных из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, расположенных параллельно). Проверена работоспособность датчика в формалине и водном растворе метанола при температурах от 20 °С до 40 °С. Установлено, что в формалине скорость коррозии составляет от 0,0016 мм/год до 0,0045 мм/год, а в водном растворе метанола от 0,000448 мм/год до 0,00119 мм/год.

Практическая значимость. Возможность определения скорости коррозии стали неразрушающим методом.

Ключевые слова:, *коррозия стали, скорость коррозии, питтинг, масометрия, поляризационное сопротивление.*

STUDY OF CORROSION PROPERTIES OF STEEL 12X18H10T

BOCHKARIOVA T.A., BORYSENKO YU.V.
Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Investigation of corrosion properties of the steel 12X18H10T.

Methods. The method of massometrii and polarization resistance method.

Results. Several studies superalloy steel 12X18H10T in distilled water, aqueous methanol and technical formalin. The rate of corrosion in the test media of mass loss of samples and using the method of polarization resistance. Choose the model of the sensor, which responds to the emergence of local types of corrosion.

Scientific novelty. Developed a model to measure the corrosion rate (sensor contains two sensory elements - cylindrical shaped electrodes made from stainless steel 12X18H10T arranged in parallel). Check function sensor formalin and methanol aqueous solution at temperatures from 20 °C to 40 °C. Determined that in formalin 12X18H10T steel corrosion rate is between 0.0016 mm/year to 0.0045 mm/year, while the methanol aqueous solution of 0.000448 mm/year to 0.00119 mm/year.

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

Keywords: *corrosion of steel, the corrosion rate, pitting, masometriya, polarization resistance.*