

Физическая химия и физика металлургических систем

УДК 620.193.4

DOI: 10.14529/met180101

ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

Г.В. Харина¹, Ю.И. Категоренко¹, И.А. Шихалев²

¹ Российский государственный профессионально-педагогический университет,
г. Екатеринбург, Россия,

² Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия

Работа посвящена изучению кинетики и механизма серого (СЧ) и хромированного чугунов (ЧХ28) в кислых и нейтральных средах. Актуальность работы обусловлена необходимостью подбора антикоррозионной защиты указанных сплавов при их эксплуатации в различных средах. Исследования проводились гравиметрическим, микроскопическим и фотометрическим методами. На основании анализа кинетических зависимостей коррозионного процесса отмечено, что разрушение сплавов СЧ и ЧХ28 в указанных средах протекает по электрохимическому механизму.

Приведены результаты исследования микроструктуры исследуемых сплавов до и после коррозионных испытаний. Авторами установлено, что в структуре серого чугуна присутствуют феррит и графит, в то время как структура хромистого чугуна состоит из твердого раствора хрома в железе и карбидов.

Особое внимание уделяется влиянию химического состава электролита на коррозионное поведение сплавов СЧ и ЧХ28. Установлено, что ванадат-ионы являются активаторами коррозионного процесса, а цистеин и метионин – ингибиторами. Показано, что использованные ингибиторы обладают достаточно высоким защитным действием по отношению к исследуемым сплавам. Полученные данные подтверждены результатами анализа продуктов коррозии сплавов, выполненного фотометрическим методом.

Ключевые слова: чугун, структура сплава, скорость коррозии, ингибиторы, защитное действие.

Введение

Проблема повышения коррозионной стойкости конструкционных материалов, к числу которых относятся сплавы на основе железа, является по-прежнему актуальной. Изделия из чугунов эксплуатируются в различных коррозионных средах, содержащих хлориды, сульфаты, нитраты, ванадаты. Особенно высокой коррозионной активностью по отношению к чугунам отличается технологическая пульпа предприятий черной и цветной металлургии [1, с. 18]. Разрушительное воздействие различных ионов, накапливающихся в оборотной воде при переработке сырья, усиливается в присутствии растворенного кислорода. Существуют различные способы повышения коррозионной стойкости, одним из которых является изменение химического со-

става среды путем введения ингибиторов [2]. Так, авторами [3, с. 440] рассмотрен защитный эффект ингибиторов на основе производных метионина при коррозионном разрушении стали. Однако данных о защитном влиянии серосодержащих аминокислот на коррозионное поведение чугунов в литературе нет.

В этой связи целью настоящей работы было изучение кинетики и механизма коррозии отливок из серого (СЧ20) и хромистого (ЧХ28) чугунов в растворах, содержащих ионы-активаторы коррозионного процесса и такие ингибиторы, как цистеин и метионин.

Экспериментальная часть

При выплавке расплавов для получения опытных образцов была использована индукционная тигельная печь ИСТ 006 с кислотной средой.

Таблица 1

Химический состав сплава СЧ20, %

| C | Si | Mn | P | S | Fe |
|-----|-----|------|-------|--------|-----------|
| 3,3 | 2,1 | 0,19 | < 0,2 | < 0,15 | Остальное |

Таблица 2

Химический состав сплава ЧХ28, %

| C | Si | Mn | Cr | P | S | Fe |
|-------|-----|-----|------|--------|--------|-----------|
| < 1,5 | 1,2 | 0,6 | 30,0 | < 0,18 | < 0,12 | Остальное |

футеровкой из Первоуральского молотого кварцита марки ПКМИ-2 по ТУ 14-8-542-87.

Массовая доля:

SiO₂ – не менее 97 %;

Al₂O₃ – не более 1,3 %;

Fe₂O₃ – не более 0,5 %;

CaO – не более 0,5 %;

Na₂O + K₂O – не более 0,3 %.

Основными шихтовыми материалами для выплавки серого чугуна марки СЧ20 ГОСТ 1412–85 являлись чугуны лом, стальной лом, чугун литейный ЛЗ ГОСТ 4832–95, а для раскисления и доводки химического состава по кремнию и марганцу использовали ферросилиций ФС45 ГОСТ 1415–93 и ферромарганец ФМн78 ГОСТ 4755–91 соответственно.

Для выплавки высоколегированного чугуна марки ЧХ28 ГОСТ 7769–82 в качестве шихтовых материалов использовали лом возврат ЧХ28 с известным химическим составом, литейный чугун ЛЗ, феррохром ФХ005А ГОСТ 4757–91 и отходы стали 15Х13Л.

Составы исследуемых сплавов, полученных в лабораторных условиях, приведены в табл. 1, 2.

Исследования проводились гравиметрическим, микроскопическим и фотометрическим методами.

В качестве коррозионной среды использовались растворы на основе HCl, H₂SO₄ (0,1 моль/дм³), NaCl (3 масс. %) с добавками анионов кислородсодержащих кислот: NO₃⁻ (2 масс. %), VO₃⁻ (0,2 масс. %). Функцию ингибиторов выполняли такие аминокислоты, как цистеин и метионин (0,2 масс. %).

Для измерения потери масс исследуемых образцов использовали аналитические весы СУ-124С. Значения скорости коррозии K (г/см²·ч) были рассчитаны по формуле

$$K = \frac{\Delta m}{\tau \cdot s}, \quad (1)$$

где Δm – изменение массы образца, г;

s – площадь образца, см²;

τ – время, ч.

По полученным значениям скорости коррозии были построены кинетические зависимости $K = f(\tau)$.

Микроструктуру используемых сплавов исследовали на вертикальном металлографическом микроскопе МИМ-7 предназначенного для визуального наблюдения и фотографирования микроструктуры металлов с увеличением от 60× до 1440×.

Эффективность использованных ингибиторов оценивали по степени их защитного действия:

$$Z = \frac{K_0 - K_1}{K_0} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где K_0 – скорость растворения сплава в растворе без ингибитора, г/см²·ч;

K_1 – скорость растворения сплава в растворе с ингибитором, г/см²·ч.

Продукты коррозии исследуемых сплавов на содержание в них железа и хрома анализировали фотометрическим методом с использованием фотометра КФК-2.

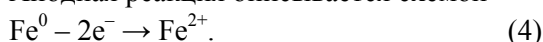
Результаты и обсуждение

На рис. 1 и 2 представлены зависимости скорости коррозии от времени экспозиции образцов СЧ и ЧХ, находящихся в растворах 0,1 М H₂SO₄ и растворах H₂SO₄, содержащих метионин и цистеин по 0,2 масс. %.

И серый, и хромистый чугун в растворе H₂SO₄ подвергается электрохимической коррозии с водородной деполяризацией. При этом возникает множество коррозионных гальванопар *феррит – графит* (рис. 1, а). Электродный потенциал графита положительнее феррита и остальных структурных составляющих данных сплавов, поэтому он выполняет функцию катода, на котором протекает реакция восстановления ионов водорода:



Анодная реакция описывается схемой



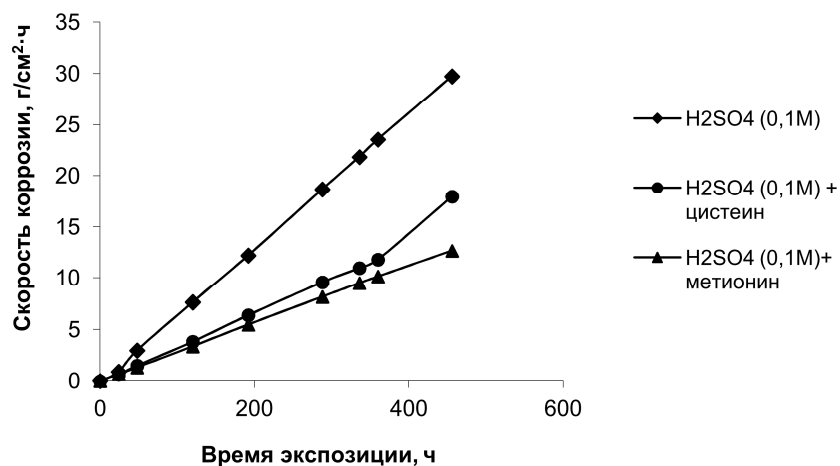


Рис. 1. Зависимость скорости коррозии образцов СЧ от времени экспозиции в растворах 0,1 М H₂SO₄; 0,1 М H₂SO₄ + метионин (0,2 масс. %); 0,1 М H₂SO₄ + цистеин (0,2 масс. %)

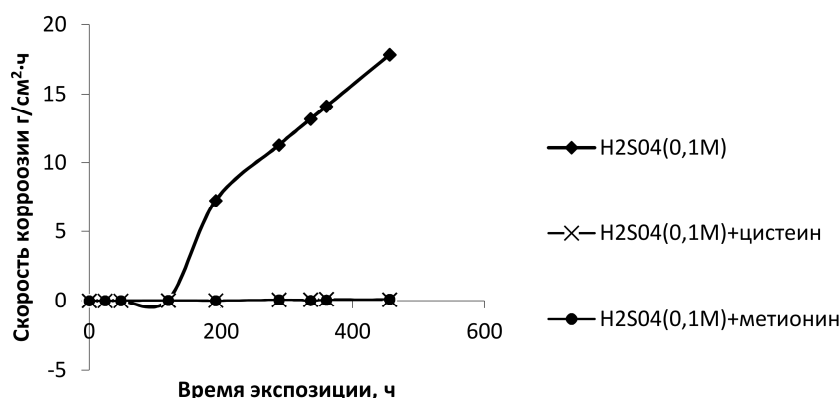
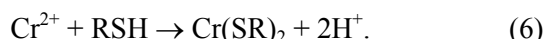
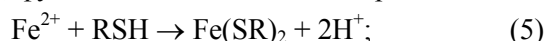


Рис. 2. Зависимость скорости коррозии образцов ЧХ от времени экспозиции в растворах 0,1 М H₂SO₄; 0,1 М H₂SO₄ + метионин (0,2 масс. %); 0,1 М H₂SO₄ + цистеин (0,2 масс. %)

Из рис. 1 видно, что сплав СЧ неустойчив в кислой среде, скорость коррозии прямопропорционально зависит от времени экспозиции; перехода в пассивное состояние при этом не наблюдается. Автором [4, с. 124] также утверждается, что в кислых средах при протекании коррозии в водородной деполяризации влияние графита достаточно велико.

Введение в раствор ингибирующих добавок метионина и цистеина практически не влияет на характер кинетических зависимостей СЧ.

В отличие от СЧ хромистый чугун (ЧХ) подвергается полной пассивации в присутствии и цистеина, и метионина (рис. 2) благодаря образованию и осаждению на поверхности сплава труднорастворимых тиолатов [5, с. 39] железа и хрома, выполняющих, таким образом, функцию анодных ингибиторов:



Более того, даже в отсутствие ингибирующих добавок активное растворение ЧХ начинается лишь по истечении 100 ч выдержки образца в коррозионной среде. Последнее, очевидно, связано с действием легирующей добавки хрома, способствующего, во-первых, образованию на поверхности более коррозионностойкого по сравнению с оксидом железа оксида хрома (III), а во-вторых, – процессу деполяризации катодных участков (карбидов хрома) в сплаве ЧХ.

При рассмотрении в микроскоп микрошлифа серого чугуна (СЧ) хорошо видно, что структура представляет собой металлическую основу с графитом пластинчатой формы. Шлифы образцов серого чугуна травились в 3%-ном растворе азотной кислоты в спирте. Из рис. 3, а видно, что у исходного образца серого чугуна две структурные составляющие –

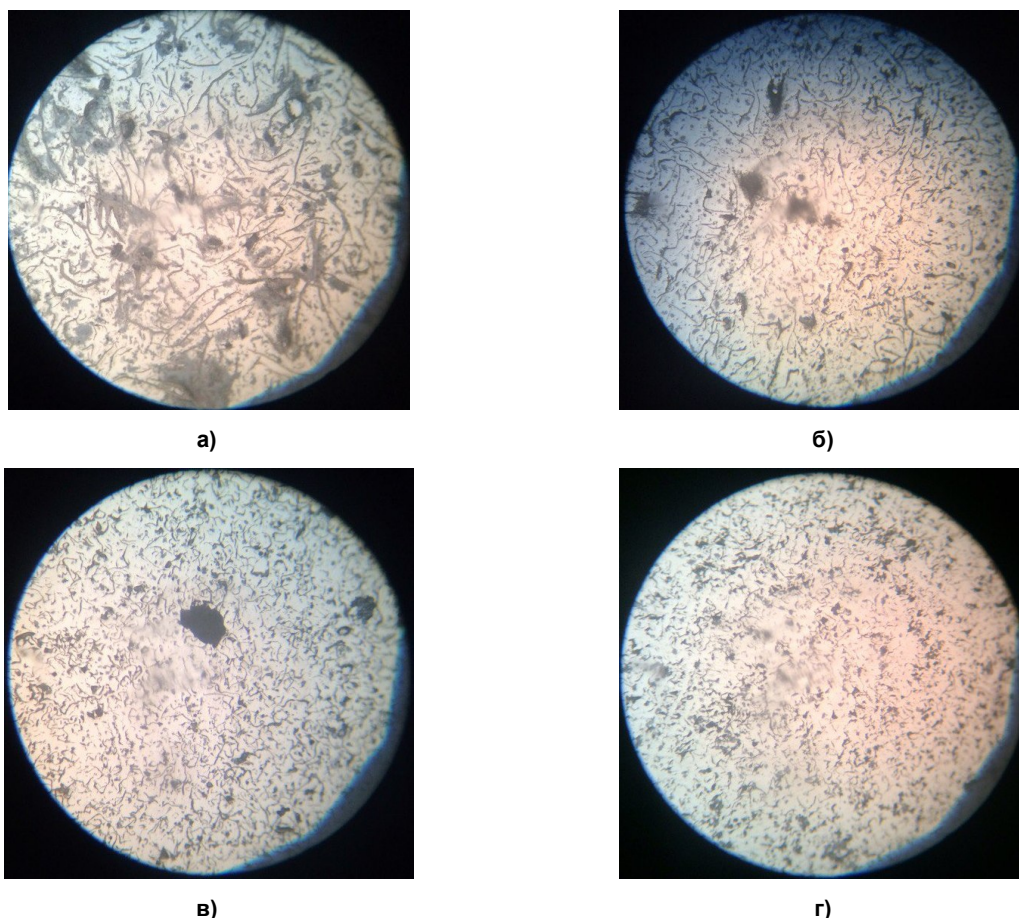


Рис. 3. Микроструктура серого чугуна: а) исходный образец; образцы, находившиеся: б) в 0,1 М растворе H_2SO_4 ; в) в 0,1 М растворе H_2SO_4 с добавкой цистеина; г) в 0,1 М растворе H_2SO_4 с добавкой метионина

феррит и графит. Светлый фон в поле микрошлифа – феррит, а темные крупные прожилки – графит.

Графит образуется в серых чугунах в результате распада хрупкого цементита. Пластинки включений графита играют роль концентраторов напряжений в отливке, как следствие низкие характеристики механических свойств.

Из рис. 3, б видно, что в структуре образца серого чугуна после его выдержки в 0,1 М растворе H_2SO_4 также присутствуют две составляющие – графит и феррит. Светлое поле микрошлифа – феррит, темные крупные прожилки (пластинки) – графит. Это означает, что процесс графитизации в твердом состоянии прошел полностью.

Графит и феррит присутствуют также в структуре образцов СЧ, находившихся в растворах H_2SO_4 (0,1 М) + цистеин (рис. 3, в) и H_2SO_4 (0,1М) + метионин (рис. 3, г).

Структура высокохромистых чугунов состоит из твердого раствора хрома в α -железе и

карбидов сложного состава (рис. 4а). Карбиды ухудшают обрабатываемость сплава и способны вызвать местные очаги коррозии [6, с. 69–70]. По данным автора [1, с. 71], разрушение сплавов происходит по границам зерен, т. е. по месту расположения карбидов (рис. 4, б, в, г), что можно объяснить обеднением твердого раствора.

Поскольку изделия из СЧ и ЧХ могут эксплуатироваться в средах, содержащих продукты сгорания топлива, а также в водах буровых скважин и сточных водах металлургических предприятий, представляло интерес изучить коррозионное поведение исследуемых сплавов в присутствии ванадат-ионов как одного из компонентов указанных сред (рис. 5 и 6).

Известно [7, с. 60–61], что ванадат-ионы (VO_3^-), обладая окислительными свойствами, стимулируют коррозию сплава за счет усиления процесса деполяризации катодных (карбидных) участков сплава. Кроме того, стимулирующим действием обладают и хлорид-ионы, вызывая питтинговую коррозию.

Из рис. 5 и 6 видно, что образцы и СЧ и ЧХ равномерно растворяются в течение всего времени их выдержки в коррозионной среде

вследствие высокой проникающей способности Cl^- -ионов и развития питтингов, а также вследствие активации процесса деполяризации катода.

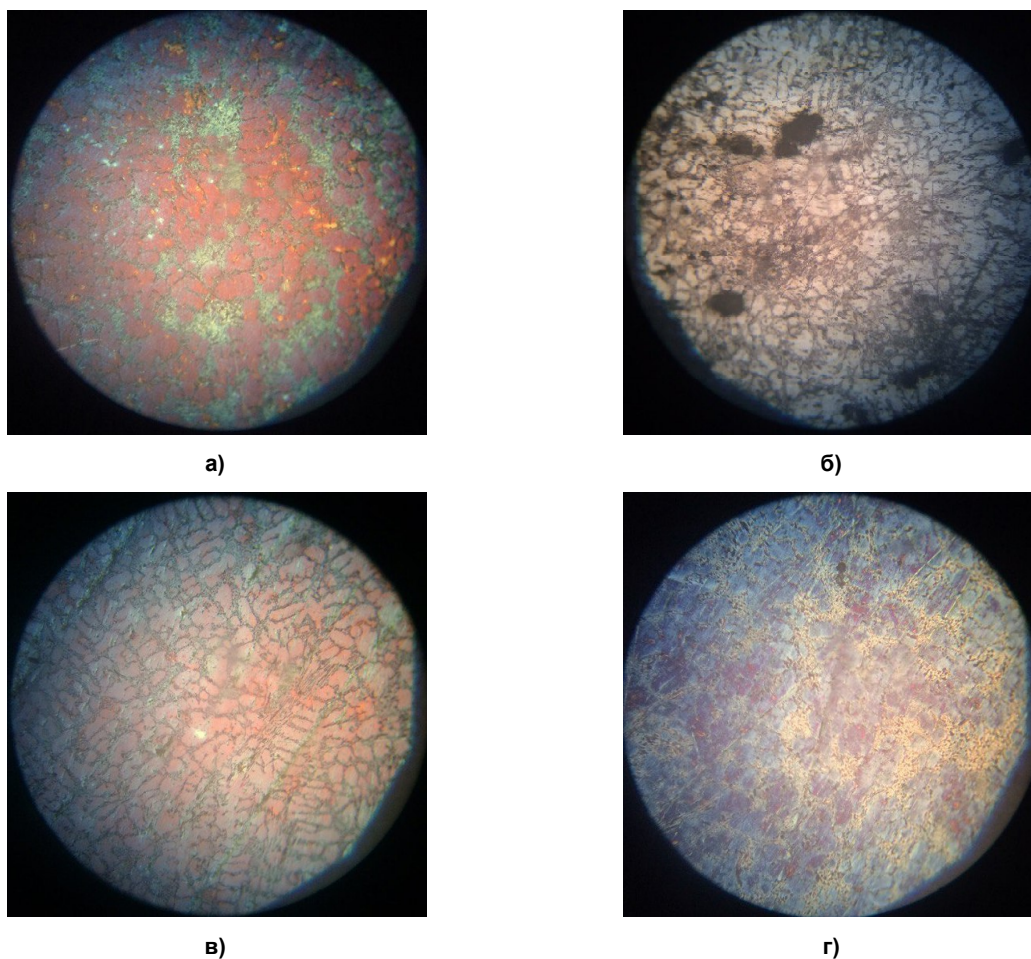


Рис. 4. Микроструктура хромированного чугуна: а) исходный образец; образцы, находившиеся: б) в 0,1 М растворе H_2SO_4 ; в) в 0,1 М растворе H_2SO_4 с добавкой цистеина; г) в 0,1 М растворе H_2SO_4 с добавкой метионина

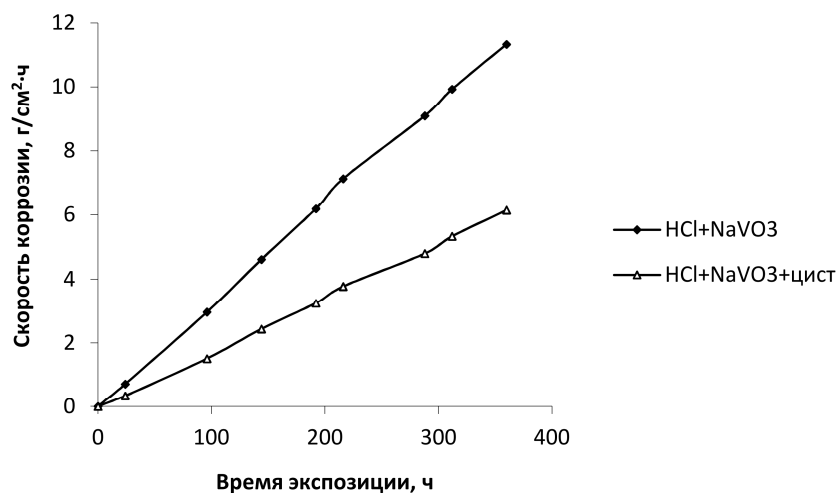


Рис. 5. Зависимость скорости коррозии образцов СЧ от времени экспозиции в растворах 0,1 М HCl + 0,2 масс. % $NaVO_3$; 0,1 М HCl + 0,2 масс. % $NaVO_3$ + 0,2 масс. % цистеина

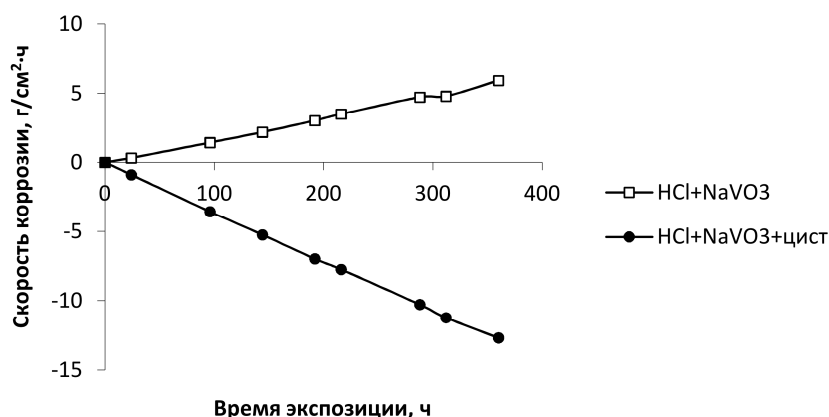
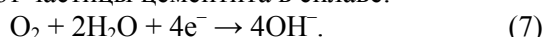


Рис. 6. Зависимость скорости коррозии образцов ЧХ от времени экспозиции в растворах 0,1 М HCl + 0,2 масс. % NaVO₃; 0,1 М HCl + 0,2 масс. % NaVO₃ + 0,2 масс. % цистеина

Введение в раствор цистеина способствует подавлению коррозионного процесса за счет экранирования поверхности образца труднорастворимыми тиолатами железа и хрома и, следовательно, торможения анодного процесса растворения основного металла железа как в кислой, так и в нейтральной среде (см. рис. 6).

Коррозионное поведение исследуемых сплавов в нейтральной среде (3%-ный раствор NaCl) практически не отличается от их поведения в кислой среде. Однако значения скорости в первом случае на несколько порядков ниже, что обусловлено менее выраженным процессом восстановления кислорода на катодных участках, функцию которых выполняют частицы цементита в сплаве:



Рост скорости коррозии объясняется активирующим действием хлорид-ионов, вызывающих питтингообразование за счет внедрения хлорид-ионов в различные дефекты поверхностной пленки (главным образом, железа) [8, с. 117]. Образующийся внутри питтинга хлорид железа гидролизует, создавая кислую среду, в которой сплав растворяется быстрее:



По данным авторов [9, с. 89] железо и его сплавы невозможно запассивировать в нейтральных средах, содержащих хлорид-ионы.

В табл. 3 приведены максимальные значения скорости коррозии исследованных сплавов в коррозионных средах.

Из табл. 3 следует, что в присутствии NO₃⁻-ионов скорость коррозии исследуемых сплавов как в кислых, так и в нейтральных

растворах понижается вследствие их пассивирующего действия. Действие ингибитора метионина в присутствии нитрат-ионов менее выражено. Отрицательные значения скорости коррозии обусловлены увеличением массы образцов вследствие образования на их поверхности плотного слоя продуктов коррозии. По данным, приведенным в табл. 3, видно, что в присутствии использованных ингибиторов скорость коррозии существенно понижается.

Эффективность использованных ингибиторов оценивали по степени их защитного действия по формуле (2). Значения ингибирующего эффекта цистеина и метионина по отношению к сплавам СЧ и ЧХ приведены в табл. 4.

Из табл. 3 следует, что максимальным защитным действием цистеин и метионин обладают по отношению к сплавам СЧ и ХЧ в растворе H₂SO₄. Во всех использованных коррозионных средах защитный эффект указанных аминокислот по отношению к сплаву ЧХ достигался в большей степени, по сравнению со сплавом СЧ, что обусловлено, очевидно, большим содержанием различных металлов, способных образовывать с сульфгидрильными группами труднорастворимые тиолаты.

После проведения коррозионных испытаний все растворы были проанализированы на содержание железа в продуктах коррозии фотометрическим методом, основанном на образовании окрашенных комплексов железа с сульфосалициловой кислотой [10, с. 20].

Исследуемые растворы, содержащие комплексные соединения железа с сульфосалициловой кислотой, фотометрировали на фотоколориметре при 416 нм относительно раствора

Таблица 3

Максимальные значения скорости коррозии СЧ и ЧХ в коррозионных средах

| Коррозионная среда | Сплав | Время экспозиции, ч | Скорость коррозии, г/см ² ·ч | |
|---|-------|---------------------|---|------|
| H ₂ SO ₄ | СЧ | 456 | 29,7 | |
| | ЧХ | | 17,8 | |
| H ₂ SO ₄ + метионин | СЧ | | 12,6 | |
| | ЧХ | | 0,07 | |
| H ₂ SO ₄ + цистеин | СЧ | | 14,9 | |
| | ЧХ | | 0,11 | |
| HCl | СЧ | | 456 | 32,8 |
| | ЧХ | | | 17,1 |
| HCl + цистеин | СЧ | | 360 | 9,5 |
| | ЧХ | | | 2,8 |
| HCl + NaVO ₃ | СЧ | | | 11,3 |
| | ЧХ | | | 5,9 |
| HCl + NaVO ₃ + цистеин | СЧ | 6,1 | | |
| | ЧХ | -12,6 | | |
| HCl + NaVO ₃ + метионин | СЧ | 8,2 | | |
| | ЧХ | 2,2 | | |
| NaCl + NaVO ₃ | СЧ | 1,5 | | |
| | ЧХ | 1,1 | | |
| NaCl + NaVO ₃ + цистеин | СЧ | 1,1 | | |
| | ЧХ | -3,7 | | |
| NaCl + NaNO ₃ | СЧ | 360 | 0,9 | |
| | ЧХ | | 0,1 | |
| NaCl + NaNO ₃ + метионин | СЧ | 0,7 | | |
| | ЧХ | -0,1 | | |
| H ₂ SO ₄ + NaNO ₃ | СЧ | 360 | 11,7 | |
| | ЧХ | | 0,2 | |
| H ₂ SO ₄ + NaNO ₃ + метионин | СЧ | 360 | 9,8 | |
| | ЧХ | | -0,1 | |

Таблица 4

Значения защитного действия ингибитора цистеина по отношению к СЧ и ЧХ, рассчитанные по максимальным значениям скорости коррозии

| № | Растворы | Сплав | Ингибитор | Z, % | |
|---|--|-------|--------------------------|---------------------------|------|
| 1 | H ₂ SO ₄ | СЧ | Цистеин (0,2 масс. %) | 49,8 | |
| | | ЧХ | | 99,4 | |
| 2 | HCl | СЧ | | 71,0 | |
| | | ЧХ | | 83,5 | |
| 3 | HCl + NaVO ₃ | СЧ | | 46,0 | |
| | | ЧХ | | - | |
| 4 | NaCl + NaVO ₃ | СЧ | | 21,6 | |
| | | ЧХ | | - | |
| 5 | HCl + NaVO ₃ | СЧ | | Метионин (0,2 масс. %) | 27,4 |
| | | ЧХ | | | 62,7 |
| 6 | H ₂ SO ₄ | СЧ | | | 57,6 |
| | | ЧХ | | | 99,6 |
| 7 | NaCl + NaNO ₃ | СЧ | 22,2 | | |
| | | ЧХ | - | | |
| 8 | H ₂ SO ₄ + NaNO ₃ | СЧ | 16,2 | | |
| | | ЧХ | - | | |

Содержание железа в продуктах коррозии ЧХ и СЧ, найденное фотометрическим методом

| № п/п | Состав коррозионной среды | Содержание Fe, мг/л | |
|-------|---|---------------------|-------|
| | | ЧХ28 | СЧ |
| 1 | H ₂ SO ₄ | 0,064 | 0,110 |
| 2 | H ₂ SO ₄ + цистеин | 0,015 | 0,044 |
| 3 | H ₂ SO ₄ + метионин | 0,025 | 0,064 |
| 4 | HCl | 0,068 | 0,150 |
| | HCl + цистеин | 0,021 | 0,050 |
| 4 | NaCl + NaNO ₃ | 0,015 | 0,150 |
| | NaCl + NaNO ₃ + метионин | 0,015 | 0,110 |
| | H ₂ SO ₄ + NaNO ₃ | 0,008 | 0,021 |
| 5 | H ₂ SO ₄ + NaNO ₃ + метионин | 0,009 | 0,018 |

холостой пробы, содержащей все добавляемые реактивы, кроме железа. Полученные значения оптической плотности откладывали на градуировочном графике и находили соответствующие значения концентрации ионов железа (II).

В табл. 5 приведены концентрации ионов железа (II) с учетом всех разбавлений в процессе анализа.

Данные табл. 5 подтверждают анализ кинетических зависимостей коррозионного процесса исследуемых сплавов: в продуктах коррозии ЧХ железа найдено меньше, чем в продуктах коррозии СЧ.

Выводы

Установлено, что коррозия серого и высокохромистого чугунов в исследуемых средах протекает по электрохимическому механизму: функцию анода выполняют участки феррита. Функцию катода в СЧ выполняют частицы графита, а в ЧХ – цементита.

Отмечено, что в кислых средах коррозия протекает с водородной деполяризацией, сопровождающейся выделением водорода на катодных участках. В растворе серной кислоты наибольшую устойчивость проявляет хромированный чугун за счет присутствия в сплаве легирующего компонента хрома.

Изучено влияние анионного состава электролита на коррозионную стойкость СЧ и ЧХ. Установлено, что хлорид-ионы и ванадат-ионы являются активаторами коррозионного процесса обоих сплавов. Ванадаты ускоряют процесс за счет усиления процессов деполяризации на катоде.

Было изучено ингибирующее влияние серосодержащих аминокислот цистеина и метионина на коррозионное поведение исследуемых сплавов.

Отмечено, что наибольшим защитным действием по отношению к исследуемым сплавам СЧ и ЧХ обладает цистеин за счет экранирования поверхности сплава труднорастворимыми соединениями.

По рассчитанным коэффициентам защитного действия можно подобрать ингибиторы коррозии, позволяющие существенно повысить коррозионную стойкость исследуемых сплавов без нарушений их целостности.

Проведен анализ продуктов коррозии СЧ и ЧХ в различных средах спектрофотометрическим методом. Полученные результаты полностью подтверждают приведенные выше выводы.

Литература

1. Колокольцев, В.М. Влияние первичной литой структуры жароизносостойких железоуглеродистых сплавов на их коррозионную стойкость / В.М. Колокольцев, А.С. Гольцов, Е.В. Синицкий // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2011. – № 2. – С. 18–23.

2. Данякин, Н.В. Способы и механизмы применения ингибиторов коррозии металлов и сплавов / Н.В. Данякин, А.А. Сигида // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2017. – № 2 (14). – С. 132–140.

3. Zhe Zhang. Inhibition of the corrosion of carbon steel in HCl solution by metionine and its derivatives / Zhe Zhang, Ningchen Tian, Lingzhi Zhang, Ling Wu // Corrosion Science. – 2015. – Vol. 98. – P. 438–449. DOI: 10.1016/j.corsci.2015.05.048

4. Попова, А.А. Методы защиты от коррозии: курс лекций / А.А. Попова – М.: Лань, 2014. – 271 с.

5. Торчинский, Ю.М. Сульфгидрильные и дисульфидные группы белков / Ю.М. Торчинский. – М.: Наука, 1971. – 228 с.

6. Юкалов, И.Н. Отливки из химически стойких сплавов / И.Н. Юкалов. – М.: Машиностроение, 1964. – 231 с.

7. Свойства ванадатов в водно-солевых системах и их практическое применение / В.В. Викторов, Т.П. Сирина, Т.И. Красненко, Г.В. Соловьев. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. – 136 с.

8. Ангал, Р. Коррозия и защита от коррозии / Р. Ангал. – М.: Интеллект, 2014. – 343 с.

9. Улиг, Г.Г. Коррозия и борьба с ней / Г.Г. Улиг, Р.У. Ревы – Л.: Химия, 1989. – 456 с.

10. Воробьева, Е.В. Большой практикум: практ. пособие по спецкурсу / Е.В. Воробьева, Т.В. Макаренко. – Гомель: Гомельский государственный университет, 2005. – 88 с.

Харина Галина Валерьяновна, канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин, Российский государственный профессионально-педагогический университет, г. Екатеринбург; gvkharina32@yandex.ru.

Категоренко Юрий Иванович, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии, Российский государственный профессионально-педагогический университет, г. Екатеринбург; kategorenko@bk.ru.

Шихалев Иван Александрович, магистрант кафедры технологии стекла, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург; shihalev95@mail.ru.

Поступила в редакцию 19 января 2018 г.

DOI: 10.14529/met180101

FEATURES OF THE CORROSION BEHAVIOR OF CASTINGS FROM CAST IRON IN CORROSIVE MEDIUM

G.V. Kharina¹, gvkharina32@yandex.ru,
Yu.I. Kategorenko¹, kategorenko@bk.ru,
I.A. Shikhalev², shihalev95@mail.ru

¹ Russian State Vocational Pedagogical University, Ekaterinburg, Russian Federation,

² Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation

The work is devoted to study of corrosion kinetics and mechanism of the gray and chromed cast iron in acidic and neutral environments. The relevance of work is caused by the necessity of selection of anticorrosion protection of these alloys at their operation in different environments. The investigations was carried out by gravimetric, microscopic and photometric methods. It was noted that the destruction of the alloys in these media proceeds according to the electrochemical mechanism based the analysis of the kinetic dependences of the corrosion process.

The results of a study of the microstructure of the investigated alloys before and after corrosion tests are given. The authors found that ferrite and graphite are present in the structure of gray iron, while the structure of chromium iron consists of a solid solution of chromium in iron and carbides.

Particular attention is paid to the effect of the chemical composition of the electrolyte on the corrosive behavior of the gray and chromed cast iron. It was found that vanadate ions are activators of the corrosion process, and cysteine and methionine are inhibitors. It is shown that the inhibitors used

have a sufficiently high protective effect with respect to the investigated alloys. The obtained data are confirmed by the results of the analysis of the corrosion products of alloys made by photometric method.

Keywords: cast iron, alloy structure, corrosion rate, inhibitors, protective action.

References

1. Kolokoltsev V.M., Goltsov A.S., Sinitskiy E.V. [Influence of the Primary Cast Structure of Fired-Iron-Resistant Iron-Carbon Alloys on Their Corrosion Resistance]. *Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*, 2011, no. 2, pp. 18–23. (in Russ.)
2. Danyakin N.V., Sigida A.A. [Methods and Mechanisms of Application of Corrosion Inhibitors of Metals and Alloys]. *Auditorium. Electron Scientific Journal of Kursk State University*, 2017, no. 2 (14) (in Russ.)
3. Zhe Zhang, Ningchen Tian, Lingzhi Zhang, Ling Wu. [Inhibition of the Corrosion of Carbon Steel in HCl Solution by Methionine and Its Derivatives]. *Corrosion Science*, 2015, vol. 98, pp. 438–449. DOI: 10.1016/j.corsci.2015.05.048
4. Popova A.A. *Metodi zashity ot korrozii. Kurs lektsiy* [Methods of Protection Against Corrosion. Lecture Course]. Moscow, Lan', 2014. 271 p.
5. Torchinskiy Yu.M. *Sulfhydryl and Disulfide Groups of Proteins*. Springer US, 1974. DOI: 10.1007/978-1-4757-0127-2
6. Yukalov I.N. *Otlivki iz himicheski stoikih splavov* [Castings from Chemically Resistant Alloys]. Moscow, Mashinostroeniye, 1964. 231 p.
7. Viktorov V.V., Sirina T.P., Krasnenko T.I., Soloviyov G.V. *Svoistva vanadatov v vodno-solevyh sistemah i ih prakticheskoye primeneniye* [Properties of Vanadates in Water-Salt Systems and Their Practical Application]. Chelyabinsk, Chelyabinsk State Pedagogical University Publ., 2015. 136 p.
8. Angal R.D. *Korroziya i zashchita ot korrozii* [Principles and Prevention of Corrosion]. Dolgoprudiy, Publ. House Intellect, 2014. 343 p.
9. Ulig G.G., Revi R.U. *Korroziya i borba s nei* [Corrosion and the Fight Against It]. Leningrad, Chemistry, 1989. 456 p.
10. Vorobyova E.V., Makarenko T.V. *Bolshoi praktikum. Prakticheskoye posobiye po spetskursu* [Great Workshop. Practical Manual on a Special Course]. Gomel, Gomel State University Publ., 2005. 88 p.

Received 19 January 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Харина, Г.В. Особенности коррозионного поведения отливок из чугуна в агрессивных средах / Г.В. Харина, Ю.И. Категоренко, И.А. Шихалев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 5–14. DOI: 10.14529/met180101

FOR CITATION

Kharina G.V., Kategorenko Yu.I., Shikhalev I.A. Features of the Corrosion Behavior of Castings from Cast Iron in Corrosive Medium. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Metallurgy*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 5–14. (in Russ.) DOI: 10.14529/met180101