УДК 667.622.1:620.197.6

М. Ж. ЖУРИНОВ, К. К. ЛЕПЕСОВ, С. К. ТАЙБЕРГЕНОВА, Ж. М. КАДРАЛИЕВА

КОРРОЗИОННОЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТАЛИ-3 В ЦИНК-, МАГНИЙФЕРРИТНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Одним из перспективных, неорганических пассиваторов сталей с точки зрения эффективности, малого влияния на окружающую среду, универсальностью применения являются композиции ферритов щелочноземельных металлов и цинка (ФЩЗМ) [1, 2]. Ранее [3] нами было показано, что пассивация железа и стали водными вытяжками ферритов ЩЗМ и цинка протекает в результате генерации в раствор гидроксил-ионов, вследствие значительного сдвига pH в щелочную область до величин 12,0–12,5 в 10% водных вытяжках феррита кальция. При таких величинах pH возможно проявление процессов щелочного охрупчивания сталей.

В связи с этим значительный интерес представляет разработка ингибиторных композиций на основе ФЩЗМ и цинка с добавками пассиваторов типа нитритов, хроматов, молибдатов и на основе фосфатных комплексов и комплексонов. В литературе просматривается тенденция использования полифосфонатных ингибиторов в комплексе с ионами кальция и магния [4].

Результаты и обсуждение

Определены скорости коррозии Стали 3 (Ст.3) (рис. 1) в 10% водных вытяжках (в.в.) феррита цинка с введением в раствор нитритов натрия и хроматов аммония на фоне комплексона-нитрилотриметиленфосфоновой кислоты (НТФ). Ионы цинка образуют с НТФ цинкфосфонатный ингибитор коррозии и солеотложения [2, 3], способствуя формированию на стальной поверхности магнетитовой защитной фазовой пленки.

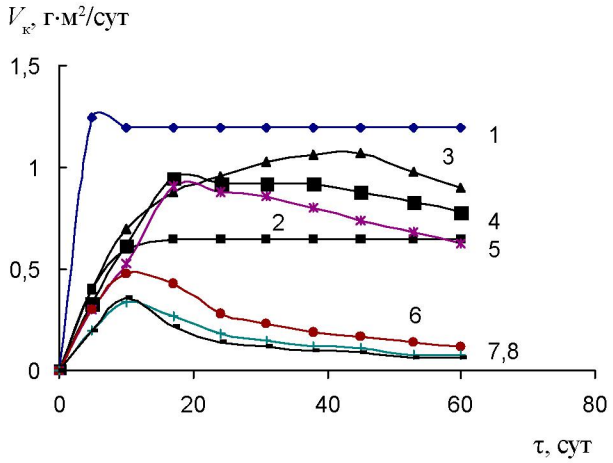

Рис. 1. Зависимость скорости коррозии Ст. 3 от времени испытания образцов в 10% водных вытяжках феррита цинка (*1*), 0,1 г/л НТФ (*2*) с добавками хромата аммония (*3–5*) и нитрита натрия (*6–8*) (г/л):
3 – 0,16; *4* – 0,22; *5* – 0,28; *6* – 0,8; *7* – 1,2; *8* – 1,6

Анализ кинетических кривых зависимости скорости коррозии Ст.3 от времени выдержки образцов в 10% водных вытяжках цинкферритных композиций с добавками 0,1 г/л НТФ, нитрита натрия, хроматов аммония показал, что скорость коррозии не постоянна, а проходит через максимум. В этот период скорость коррозии стали в растворе без добавки ингибиторов в несколько раз выше. Так, для растворов с добавками нитрит-ионов скорость коррозии стали достигает наибольшей величины в течение 10–12 сут и через 40–45 сут выходит на стационарный режим. На кинетических кривых, полученных в цинкферритных композициях с хромат-ионами отсутствуют выраженные пики максимальных значений скорости коррозии. При выходе на стационарный режим скорость коррозии стали в хроматах в 6–10 раз выше, чем в нитритах, а степени защиты, соответственно, равны 7,2 и 92,2. Установлена величина степени защиты от коррозии стали выше 90% для растворов с добавками нитритов в интервале концентраций 0,8–1,6 г/л. (табл.).

Анодная поляризационная кривая в водной вытяжке феррита цинка (кривая 1, рис. 2) показывает активное окисление стали во всей области исследованных потенциалов.

Введение НТФ в водную вытяжку феррита цинка приводит к уменьшению области активного растворения стали и появлению на анодной поляризационной кривой (кривая 2, рис. 2) пассивного участка в области потенциалов 0,3–0,6 В. На анодных поляризационных кривых Стали-3 в водных вытяжках цинкферритных композиций с добавками 0,1 г/л НТФ и концентрации нитрита натрия от 0,4 до 1,6 г/л (рис. 2) наблюдается смещение потенциала анодного пика в отрицательную сторону и снижение токов активного растворения стали по мере увеличения концентрации

Скорость стационарной коррозии $V_{ст}$ и степень защиты Z Стали-3 в 10% водных вытяжках ферритных композиций цинка и магния с добавками ингибиторов

№	Состав композиции	Скорость коррозии $V_{ст}$, г/м²·сут	Степень защиты Z, %
1	10% $ZnFe_2O_4$	1,2	0,8
	10% $ZnFe_2O_4$ + 0,1 г/л НТФ	0,65	4,2
2	10% *$ZnFe_2O_4$ + 0,1 г/л НТФ + 0,8–1,6 г/л $NaNO_2$	0,06–0,12	90,0–92,2
3	10% $ZnFe_2O_4$ + 0,1 г/л НТФ + 0,16–0,28 г/л $(NH_4)_2CrO_4$	0,63–0,78	3,6–7,2
4	10% $MgFe_2O_4$		
5	$MgFe_2O_4$ + 0,4–0,8 г/л $NaNO_2$	0,0085–0,02	97,6–99,5
6	$MgFe_2O_4$ + 0,08–0,12 г/л $(NH_4)_2CrO_4$	0,46–0,6	8,6–20,8
7	$MgFe_2O_4$ + 0,4–0,8 г/л $(NH_4)_2MoO_4$	0,2–0,23	59,2–60,3

* Степень защиты от коррозии стали для ферритных систем синтезированных с использованием железного сурика, цинковых белил превышает 90%.

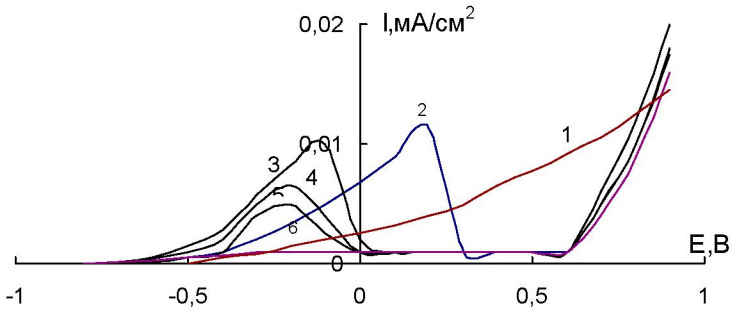

Рис. 2. Потенциодинамические кривые Ст.3 в 10% в.в. $ZnFe_2O_4$ (*1*), в присутствии 0,1 г/л НТФ (*2*) и при различных концентрациях $NaNO_2$ (г/л): *3* – 0,4; *4* – 0,8; *5*– 1,2; *6* – 1,6

нитрита натрия в растворе. При концентрации нитрит-ионов 1,6 г/л электрод заполяризовывается до высоких положительных потенциалов без области активного растворения. При обратном ходе поляризационной кривой в этих условиях (рис. 3) практически не наблюдается гистерезисная петля, прямой и обратный ход поляризационных кривых в широкой области потенциалов полной пассивации электрода близки.

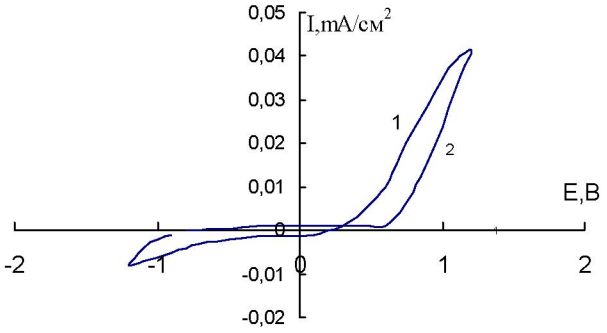

Рис. 3. Анодное растворение Ст.3 в 10% в.в. $ZnFe_2O_4$, 0,1 г/л НТФ, 1,6 г/л $NaNO_2$: *1* – прямой, *2* – обратный ход

Скорость коррозии стали в 10% водных вытяжках феррита магния (табл.) с введением в раствор нитритов натрия, хроматов и молибдатов аммония снижается в 100 раз только в растворах нитрита натрия (рис. 4).

Высокая степень защиты от коррозии стали для растворов с добавками нитритов видимо связана с уменьшением свободной поверхностной энергии образования оксидных пленок в результате адсорбции нитрит-ионов в области потенциалов активного анодного окисления стали, которая затрудняет переход ионов железа в раствор [5]. Пассивирующие свойства ингибиторов сильно зависят от присутствия в растворе активирующих анионов, среди которых одним из наиболее важных являются хлорид-ионы. Для определения области концентрации хлорид-ионов, при которой происходит нарушение пассивного со-

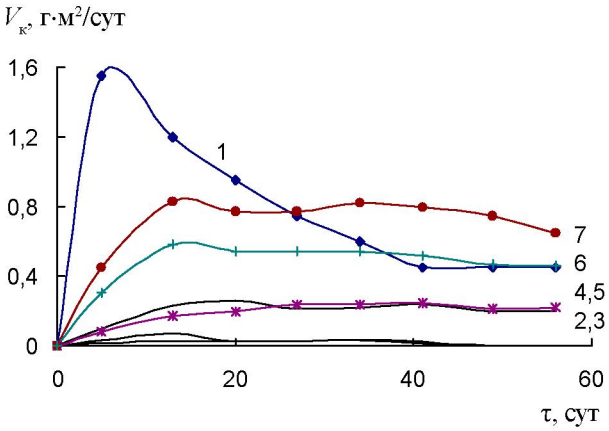

Рис. 4. Зависимость скорости коррозии Ст.3 от времени испытания образцов в 10% водных вытяжках феррита магния (*1*) с добавками нитрита натрия (*2*, *3*), молибдата аммония (*4*, *5*) и хромата аммония (*6*, *7*) (г/л): *2* – 0,4; *3* – 0,8; *4* – 0,4; *5* – 0,8; *6* – 0,08; *7* – 0,12

стояния поверхности стали были сняты вольтамперные кривые в интервале 10^{-4}–10^{-1} М хлоридов (рис. 5). Показано сильное влияние хлорид-ионов на скорость анодного окисления. При концентрации хлорид-ионов 10^{-1} М на анодной поляризационной кривой (кривая 5, рис. 5) практически отсутствует область пассивации. На логарифми-

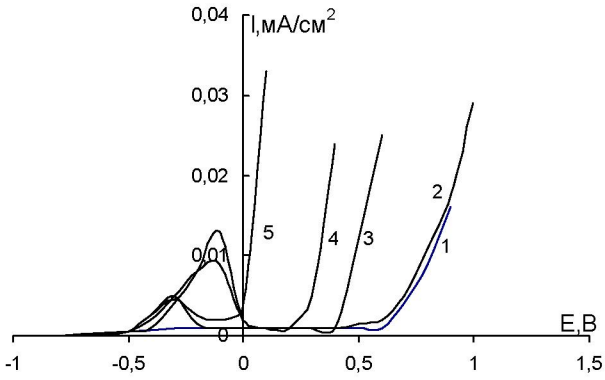

Рис. 5. Анодные поляризационные кривые Ст.3 в 10% в.в. $ZnFe_2O_4$ + 0,1 г/л НТФ + 1,6 г/л $NaNO_2$ (*1*) при различных концентрациях NaCl (м/л): *2* – 10^{-4}; *3* – 10^{-3}; *4* – 10^{-2}; *5* – 10^{-1}