

бетонов на основе трепельных пород и обожженных отходов доломита, которые исключают щелочно-силикатную реакцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.Н. Баранова, С.Ф. Коренькова, Н.Г. Чумаченко, История освоения кремнистых пород, Журнал «Строительные материалы», ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2011. 72 с.

2. Лисицын А.П. Основные закономерности распределения кремнистых осадков и их связь с климатической зональностью. Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966. 424 с.

3. Попов, Максим Юрьевич. Легкий бетон на основе гранулированного пеностекла : диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.05 / Попов Максим Юрьевич; [Место защиты: Иван. гос. политехн. ун-т]. - Владимир, 2015. - 167 с. : ил.

УДК 544.636/.638

Д.С. Харитонов^{1,2}, асп.; И.И. Курило¹, доц., канд. хим. наук;
И.М. Жарский¹, проф. канд. хим. наук

(¹БГТУ, г. Минск; Республика Беларусь;

²КТН Royal Institute of Technology, Стокгольм, Швеция)

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ МАГНИЙ-КРЕМНИЕВЫХ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ РАСТВОРИМЫМИ ВАНАДАТАМИ

Магний-кремниевые сплавы алюминия (серии АД в отечественной и АА6*** в зарубежной классификации) в настоящее время находят широкое применение главным образом как конструкционные материалы. При низком суммарном содержании магния и кремния эти сплавы можно использовать для производства сложных прессованных изделий с хорошей чистотой обработки поверхности: профилей для оконных рам и других архитектурных деталей различного назначения, радиаторов, корпусов лодок.

Несмотря на достаточно высокую коррозионную стойкость этих сплавов, в промышленной атмосфере они склонны к локальным видам коррозии и коррозии под напряжением [1]. До недавнего времени единственным универсальным ингибитором коррозии как черных, так и цветных металлов были хроматы. Однако их высокая токсичность и канцерогенные свойства обуславливают необходимость поиска новых эффективных ингибиторов коррозии, которые могли бы выступить в качестве альтернативы соединениям хрома (VI).

Целью данного исследования являлось изучение коррозионного поведения сплава АД31 в присутствии растворимых ванадатов для их

возможного использования в качестве ингибиторов коррозии магний-кремниевых сплавов алюминия.

Для исследований использовали предварительно разрезанные и отполированные образцы сплава алюминия марки АД31 с рабочей площадью 1 см². Номинальный состав сплава по ГОСТ 4784–97, масс. %: Si – 0,20–0,60; Fe – 0,50; Cu – 0,10; Mn – 0,10; Mg – 0,45–0,90; Zn – 0,20; Ti – 0,15; Cr – 0,10; Al – баланс. Коррозионное поведение сплава АД31 изучали методом электрохимической импедансной спектроскопии в 0,05 М растворе NaCl без введения (фоновый электролит) и с введением ортованадата натрия в количестве 0,003 и 0,0003 моль/дм³ при рН 6. Снятие спектров импеданса проводили на потенциостате Autolab 302N, количество параллельных опытов – не менее трех. Измерения проводили в трехэлектродной ячейке с боковым креплением рабочего электрода, платиновым вспомогательным электродом и хлорсеребряным электродом сравнения.

Диаграммы Пурбе для ванадийсодержащих систем строили с применением программного обеспечения «Medusa» [2] (рисунок 1).

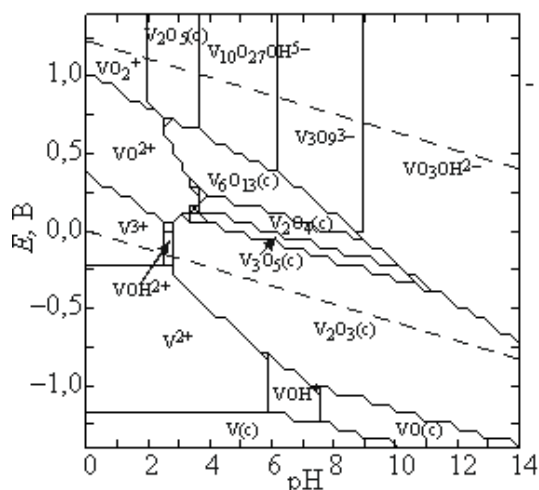


Рисунок 1 – Диаграмма Пурбе для соединений ванадия в растворе состава, моль/дм³: NaCl – 0,05; Na₃VO₄ – 0,003

В приготовленных растворах хлорида натрия, содержащих ортованадат натрия, значение рН составляет 11. Согласно диаграмме в этом растворе преимущественными формами существования ванадия(V) являются тетраэдрически координированные монованадат-ионы. При корректировке рН раствора до 6 монованадат-ионы полимеризуются до три- и тетраванадат-ионов, а затем – до гидратированных в различной степени октаэдрически координированных декаванадат-ионов. Это приводит к существенному изменению их ингибирующих свойств.

При pH 6 введение в фоновый электролит ортованадата натрия приводит к смещению бесточного потенциала ($-0,818$ В) в анодную область. С увеличением концентрации соединений ванадия от $0,0003$ до $0,003$ моль/л наблюдается рост потенциала от $-0,756$ В до $-0,722$ В. При этих значениях потенциала в исследуемых растворах в приэлектродном слое также возможно образование малорастворимых оксидов ванадия(III) (рис.1). Результаты импедансной спектроскопии поверхности образцов сплава АД31 после их выдерживания в исследуемых растворах с pH 6 представлены на рис. 2.

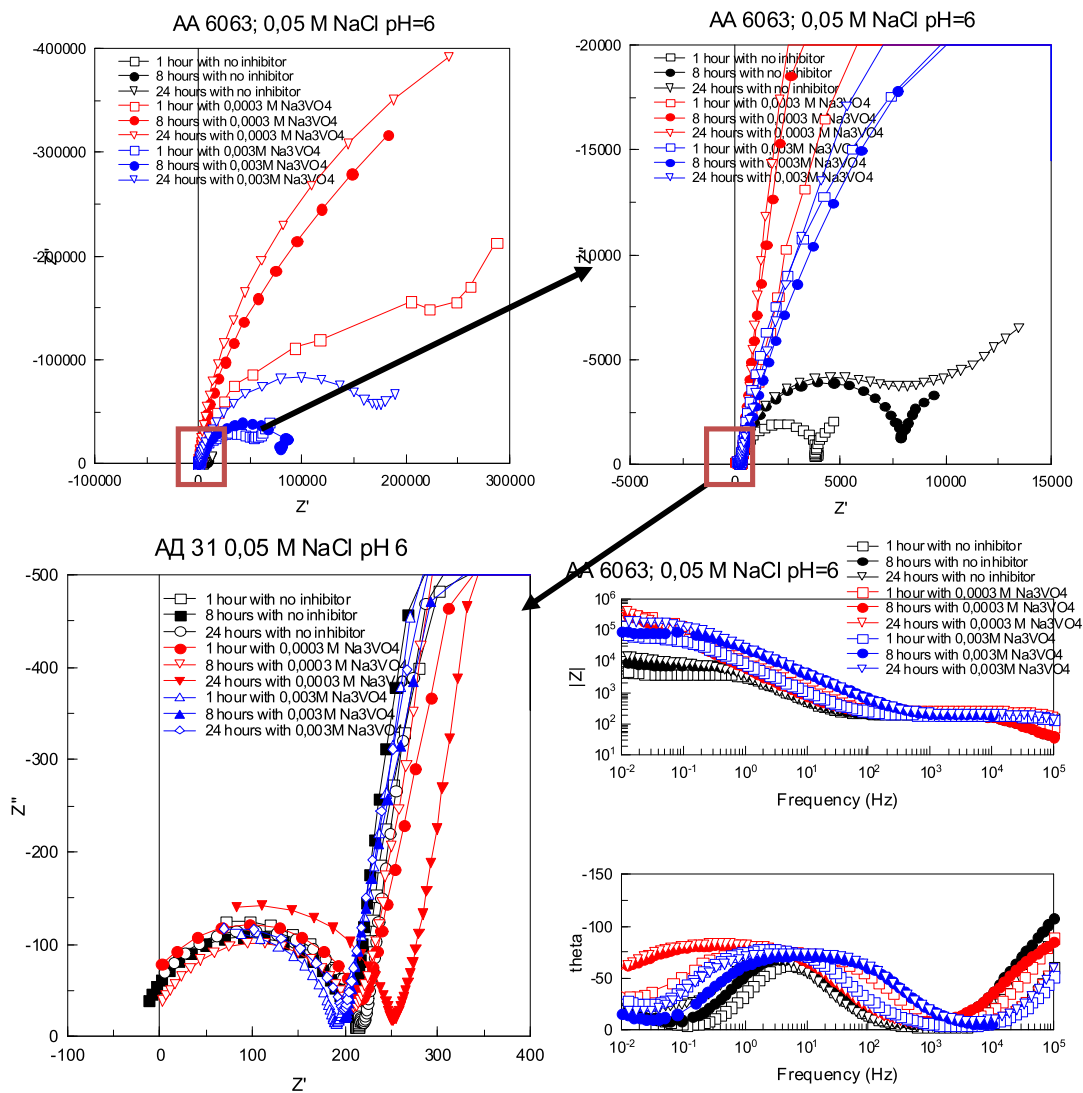


Рисунок 2 – Результаты импедансной спектроскопии сплава АД31 в виде диаграмм Найквиста и Бode после выдерживания в течение 1, 8 и 24 ч в 0,05 М растворах NaCl без и с добавкой Na_3VO_4 при pH 6

Анализ диаграмм Найквиста показал, что для образцов сплава, выдержанных в 0,05 М растворе NaCl в отсутствие ингибитора в

течение 1 ч, спектр импеданса имеет форму двух искаженных полуокружностей, что характерно для процессов с лимитирующей стадией переноса заряда. На полученном спектре можно выделить две временные константы, что указывает на присутствие на поверхности сплава неоднородной пористой оксидной пленки Al_2O_3 .

С увеличением времени выдержки образцов в растворе до 24 ч наблюдается увеличение доли активного растворения сплава (увеличение Рэндаловской части спектра) и появление прямого участка спектра под углом около 45° к оси абсцисс, что свидетельствует о диффузионном контроле процесса коррозии.

Анализ диаграмм Боде образцов сплава АД31, выдержанных в растворе NaCl, показывает (рис. 2), что в течение опыта не происходит изменения сопротивления коррозионной среды (участок высоких частот), при этом при увеличении продолжительности выдержки от 1 до 24 ч общее сопротивление поверхности сплава (участок низких частот) также практически не изменяется и составляет около 10^4 Ом/см², что согласуется с данными диаграмм.

Диаграммы Найквиста для образцов сплава АД31, выдержанных в 0,05 М растворе хлорида натрия с добавкой ортованадата натрия, имеют вид искаженных полуокружностей. Наличие двух временных констант указывает на формирование на поверхности образцов пористых пленок. Анализ диаграмм показывает, что при увеличении продолжительности выдержки образцов в ванадийсодержащем электролите наблюдается увеличение амплитуды спектра, что свидетельствует об ингибировании процесса коррозии сплава.

Анализ диаграмм Боде, показывает, что наименьшее общее сопротивление поверхности (около 10^5 Ом/см²) имеют образцы, выдержанные в растворах хлорида натрия, содержащих 0,03 моль/дм³ ортованадата натрия.

Результаты исследований позволяют сделать вывод, что растворимые ванадаты в количествах 0,003–0,0003 моль/дм³ можно использовать в качестве ингибитора коррозии магний-кремниевых сплавов алюминия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ulich's Corrosion Handbook / R. W. Revie [et al.] ; edited by R. W. Revie. – 3rd ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2011. – 1285 p.
2. Puigdomenech I. Hydra/Medusa Chemical Equilibrium Database and Plotting Software. www.kemi.kth.se/medusa/. KTH Royal Institute of Technology. 2004.