

УДК 620.197.3

М. А. Осипенко, инж.;
И. И. Курило, зав. кафедрой ФКиАХ, доц., канд. хим. наук;
А. Р. Цыганов, академик НАН Беларуси
(БГТУ, г. Минск)

ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ МАГНИЕВОГО СПЛАВА AZ31 В 0,05 М РАСТВОРЕ NaCl, СОДЕРЖАЩЕМ МОЛИБДАТ-ИОНЫ

В настоящее время алюмосодержащие магниевые сплавы серии AZ (система Mg–Al–Zn) благодаря своей низкой плотности (от 1,36 до 2,00 г/см³) и высокой пластичности находят применение в автомобильной промышленности при производстве блок-картеров и рубашек замкнутых систем охлаждения двигателя. Известно, что при производстве одного и того же конструкционного элемента замена алюминия на магниевые сплавы приводит к общему снижению веса почти на 25 %. Все это делает магний и его сплавы привлекательным и перспективным металлическим материалом. Однако низкая коррозионная стойкость, связанная с высоким электроотрицательным потенциалом и отсутствием стабильных оксидных слоев на поверхности магниевых сплавов ограничивают их повсеместное внедрение. Растворимые ингибиторы коррозии в результате физической адсорбции на металлических поверхностях и последующего химического взаимодействия с металлом способствуют формированию защитного оксидно-гидроксидного слоя, предотвращая негативное воздействие агрессивных ионов окружающей среды [1]. Таким образом, научный и практический интерес представляет изучение коррозионного поведения сплава магния AZ31 в 0,05 М растворе хлорида натрия в присутствии растворимого ингибитора коррозии Na₂MoO₄.

Целью работы было изучение влияния содержания молибдат-ионов в 0,05 М растворе хлорида натрия на коррозионную устойчивость сплава магния AZ31.

Для установления скорости коррозии сплава магния AZ31 использовали метод волюмометрии. Данный метод основан на измерении объема газа (H₂), выделяющегося при взаимодействии магниевой поверхности с коррозионной средой. Для этого использовали установку, включающую в себя две заполненные дистиллированной водой сообщающиеся бюретки. К одной из двух бюреток герметично присо-

единяли пробирку с 60 мл рабочего раствора, в который помещали предварительно залитый в эпоксидную смолу исследуемый образец магниевого сплава. Для фиксирования количества выделившегося водорода, каждый день бюретки приводили к одному уровню, и определяли среднее арифметическое изменение уровня жидкости в каждой из бюреток. Защитный эффект ингибитора рассчитывали по формуле:

$$IE, \% = \frac{V_{H_2}^0 - V_{H_2}}{V_{H_2}^0}$$

где, $V_{H_2}^0$, V_{H_2} – объем выделившегося водорода в коррозионной среде без ингибитора и при его наличии соответственно.

Структуру поверхности образцов до и после коррозионных испытаний оценивали методами электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDX) на сканирующем электронном микроскопе JSM 5610 LV.

На рис. 1 показана зависимость объема водорода, выделившегося при выдерживании образцов сплава магния AZ31 в 0,05 М NaCl с различным содержанием молибдата натрия, от времени экспозиции в коррозионных средах.

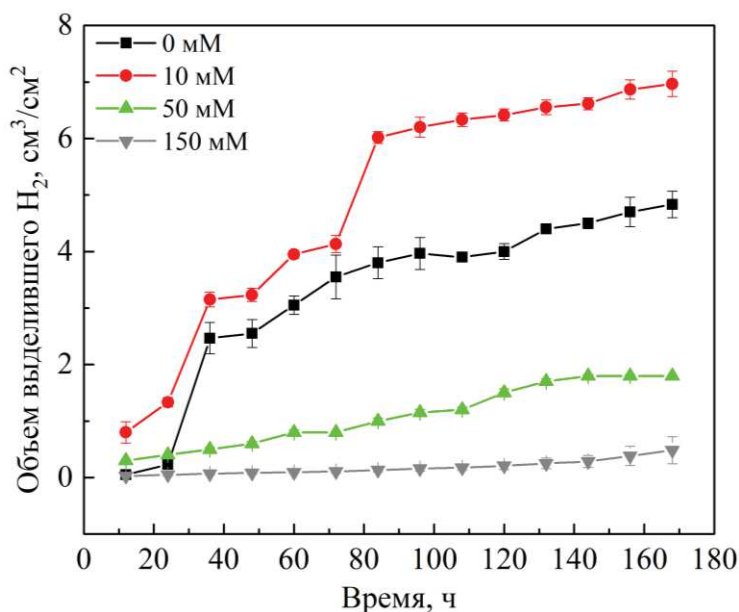


Рисунок 1 – Объем выделившегося H_2 в зависимости от времени экспозиции сплава AZ31 в 0,05 М растворе NaCl с различным содержанием молибдата натрия (0–150 мМ)

Установлено, что при выдерживании образцов в 0,05 М растворе NaCl через 24 ч наблюдается резкое возрастание количества выделяющегося водорода. Это, вероятно, связано с тем, что в начальный момент коррозионного теста на поверхности происходит формирование

толстых оксидно/гидроксидных слоев продуктов коррозии, которые могут препятствовать миграции агрессивных хлорид-ионов к магниевой подложке. Однако с увеличением времени испытаний до 24 ч наблюдается отслоение защитного слоя от поверхности образцов, что приводит к резкой интенсификации их коррозии.

Наибольший объем выделившегося водорода был зафиксирован в 0,05 М NaCl, дополнительно содержащем 10 мМ Na₂MoO₄. Установлено, что такого количества молибдат-ионов недостаточно для формирования на поверхности образца сплошной защитной пленки. В результате на поверхности происходит образование ряда гальванических пар, в которых участки, покрытые соединениями молибдена, являются катодами, а открытые участки магниевой матрицы выступают в качестве анодов. В коррозионных средах, содержащих 50 и 150 мМ Na₂MoO₄, количество выделившегося H₂ значительно ниже, т. к. в результате адсорбции молибдат-ионов на поверхности магниевых образцов происходит образование пассивных молибденсодержащих защитных пленок. Рассчитанный защитный эффект после 168 ч экспозиции образцов в коррозионных средах составляет более 90 %.

Анализ микрофотографий поверхности магниевых сплавов AZ31 после их выдерживания в 0,05 М растворе NaCl показал, что через 1 ч эксперимента поверхность сплава была частично покрыта продуктами коррозии. При этом наблюдалось несколько участков сильного коррозионного разрушения. Через 24 ч эксперимента вся поверхность сплава была покрыта толстым неравномерным слоем продуктов коррозии. Введение в коррозионную среду молибдата натрия приводит к формированию на поверхности магниевых сплавов тонкой молибденсодержащей пленки, препятствующей образованию и развитию очагов локальной коррозии в течение 24 ч испытаний.

Таким образом, с использованием метода волюмометрии установлено, что наиболее высокими защитными свойствами обладают покрытия, формируемые в 0,05 М растворах NaCl, содержащих 150 мМ молибдата натрия.

БЛАГОДАРНОСТИ

*И. И. Курило благодарит за финансовую поддержку грант
Президента Республики Беларусь (распоряжение № 4рп от 3 января 2024 г.)*

ЛИТЕРАТУРА

1. A. D. King, N. Birbilis, J. R. Scully. Electrochemical Measurement of Magnesium Corrosion Rates; a Combined Impedance, Mass-Loss and Hydrogen Collection Study. – *Electrochim. Acta.* – 2014. – Vol. 121. – P. 394–406.