

М.А. Осипенко, инженер;
И.И. Курило, доц., зав. кафедрой ФКиАХ, канд. хим. наук;
А.Р. Цыганов, академик НАН Беларуси, д-р с/х наук, проф.
(БГТУ, г. Минск)

КОРРОЗИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ СВЕРХЛЕГКИХ СПЛАВОВ МАГНИЯ AZ31-xLi В РАСТВОРАХ NaCl, СОДЕРЖАЩИХ МОЛИБДАТЫ

Снижение массы изделий авиационной, машино- и приборостроительной отраслей промышленности приводит не только к снижению расхода материалов на этапе проектирования и производства, но и к существенному повышению эффективности их эксплуатации в результате сокращения расхода топлива и, как следствие, уменьшению экологической нагрузки на окружающую среду. Например, снижение веса легкового автомобиля на 10 % позволяет достичь экономии топлива до 30 % без каких-либо серьезных изменений в конструкции автомобиля [1]. Легирование магния литием позволяет получать сверхпластичные и сверхлегкие сплавы, плотность которых может снижаться от 1.6 до 1.3 г/см³. Однако наблюдаемое при этом существенное уменьшение коррозионной устойчивости литийсодержащих сплавов магния ограничивает их широкое промышленное применение. Таким образом, изучение коррозионного поведения литийсодержащих сплавов магния представляет как научный, так и практический интерес.

Цель исследования – установление кинетических особенностей и механизмов коррозии магниевых сплавов AZ31-xLi ($x = 0, 4, 8, 12$ масс. %) в растворах 0.05 М хлорида натрия.

Для изучения коррозионного поведения образцов использовали потенциостат/гальваностат PGSTAT 302N (MethromAutolab), оснащенный модулем измерения импеданса FRA32M. В качестве электрода сравнения выступал насыщенный хлоридсеребряный электрод, вспомогательного электрода – платиновая сетка площадью 2 см². Активная площадь рабочего электрода составляла 1 см². В качестве исходной коррозионной среды использовали 0.05 М раствор NaCl. Для установления скорости коррозии сплавов магния использовали метод линейной вольтамперометрии. Потенциодинамические поляризационные кривые (ПК) снимали в диапазоне потенциалов от –300 до +700 мВ относительно потенциала разомкнутой цепи E_{pc} при скорости развертки потенциала 1 мВ/с. Электрохимические параметры процесса коррозии (потенциал и плотность тока) определяли с использовани-

ем алгоритма Левенберга-Марквардта в программном пакете «Tafel-Extrapolation» (OriginPro 2021).

Потенциодинамическая поляризация, основанная на изменении потенциала электрода при пропускании тока через раствор электролита, является одним из наиболее используемых в коррозионных исследованиях электрохимических методов. В зависимости от направления поляризации рабочего электрода наблюдаются доминирующие реакции окисления либо восстановления, что позволяет установить значения потенциала и плотности тока коррозии (скорость коррозии) металла.

На рис. 1 представлены поляризационные кривые (ПК) исследуемых сплавов магния AZ31-*x*Li в 0.05 М растворе NaCl. Установлено, что значения плотности токов коррозии, рассчитанные путем экстраполяции тафельских участков анодной и катодной ветви ПК к потенциалу коррозии $E_{\text{корр}}$, составляют $1.14 \cdot 10^{-5}$, $6.45 \cdot 10^{-5}$, $8.32 \cdot 10^{-5}$ и $1.26 \cdot 10^{-4} \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2}$ для магниевых сплавов AZ31, AZ31-4Li, AZ31-8Li и AZ31-12Li соответственно.

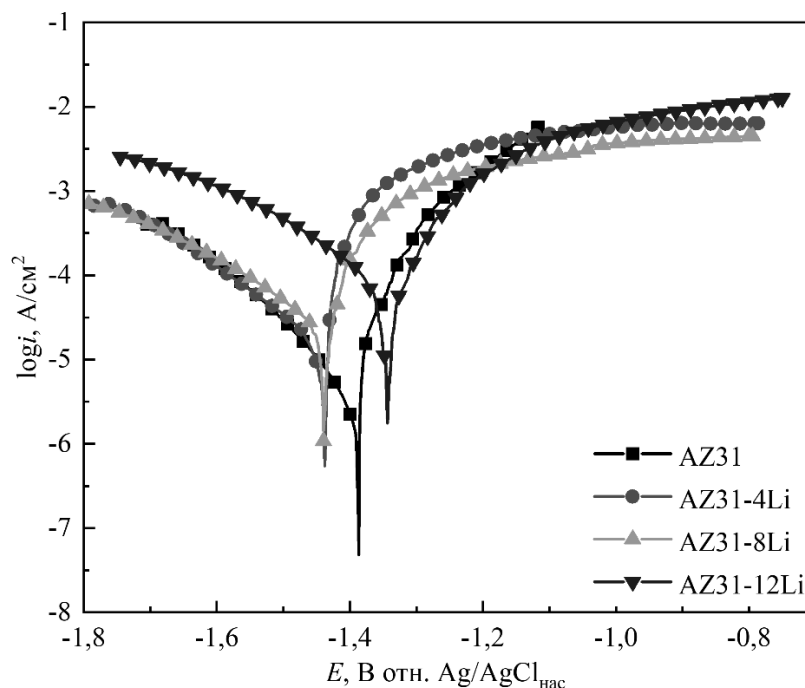


Рисунок 1 – Потенциодинамические поляризационные кривые сплавов AZ31-*x*Li (*x* = 0, 4, 8, 12 масс. %) в 0.05 М растворе NaCl

Анализ тафельских участков поляризационных кривых показал, что по мере увеличения содержания лития в сплаве от 0 до 12 масс. % наблюдается увеличение угла наклона $|b_{\text{к}}|$ тафельского участка катодной кривой, что может быть вызвано подщелачиванием приэлектродной области. В свою очередь, коэффициенты b_a характе-

ризуются низкими значениями, что указывает на процесс активного растворения исследуемых образцов.

Согласно полученным данным, с увеличением содержания лития от 4 до 12 масс. % в исследуемых сплавах наблюдается смещение потенциала коррозии в область более положительных значений, что обычно свидетельствует о замедлении анодных процессов и увеличении коррозионной стойкости образцов. Однако в нашем случае параллельно с возрастанием $E_{\text{корр}}$ наблюдается увеличение значений плотностей токов коррозии, свидетельствующее о снижении коррозионной устойчивости. Это несоответствие можно объяснить т. н. явлением катодной активации. Суть этого явления заключается в том, что при анодной поляризации магния наряду с анодным окислением металла наблюдается процесс его активного химического взаимодействия с водным раствором электролита, сопровождающийся выделением водорода. Соответственно, кинетика анодных процессов будет существенно зависеть не только от процесса электрохимического восстановления воды на катодных участках, но и от параллельно протекающего процесса химического восстановления воды металлическим магнием, скорость которого возрастает при увеличении анодной поляризации. Таким образом, наблюдаемое смещение $E_{\text{корр}}$ в область положительных значений обусловлено усилением катодной активности (в ответ на усиление анодной активности).

Таким образом, с использованием комплекса электрохимических методов исследований установлено, что с ростом содержания лития в составе магниевых сплавов и с увеличением времени коррозионных испытаний происходит монотонное снижение коррозионной устойчивости исследуемых сплавов в ряду $AZ31 \rightarrow AZ31-4Li \rightarrow AZ31-8Li \rightarrow AZ31-12Li$.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят за финансовую поддержку Грант Президента Республики Беларусь и Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований (X24MB-008 «Экологически безопасные ингибиторы коррозии литийсодержащих сплавов магния на основе растворимых соединений молибдена (VI)»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Fundamentals and advances in magnesium alloy corrosion /M. Esmaily, J.E. Svensson, S. Fajardo, N. Birbilis[et al] // Prog. Mater. Sci. – 2017. – Vol. 89. – P. 92–193.