

and fibers: a protection barrier against oxidation and corrosion. // J. Sol-Gel Sci. Technol. 2003. Vol. 26, p.p. 803–806.

2. Al-Atia M. H. Developing the alumina sol-gel coating for steel oxidation protection at high temperatures. // Eng. Tech. J. 2014. Vol. 32, p.p. 744–758.

3. Yoldas B. E. Transparent activated nonparticulate alumina and method of preparing same. // United States Patent No. 3,944,658. Mar. 16, 1976.

Н.А. Козлова<sup>1</sup>, В.Н. Чувильдеев<sup>1</sup>, А.В. Нохрин<sup>1</sup>,  
Я.С. Шадрин<sup>1</sup>, В.И. Копылов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород

<sup>2</sup>Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al-Mg**

Целью работы является исследование влияния деформации и рекристаллизационных отжига на коррозионную стойкость алюминиевых сплавов Al-Mg.

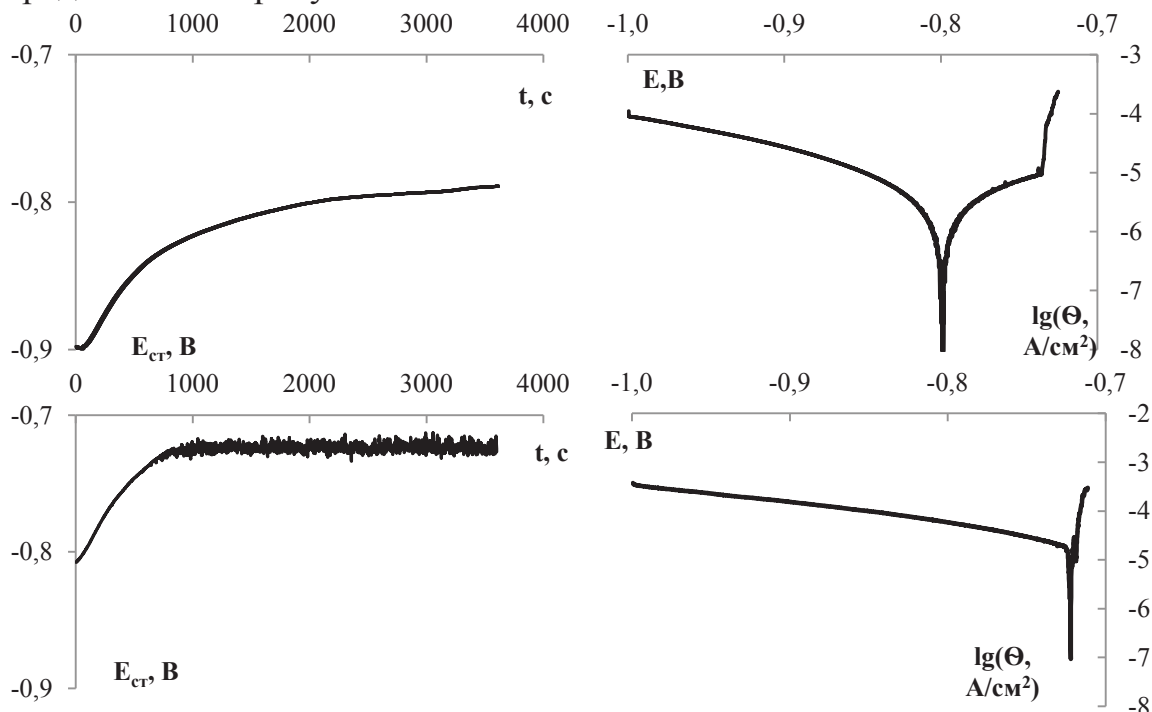
В качестве объектов исследования выступали алюминий марки А99, а также сплавы системы Al-Mg с различным содержанием магния: Al-1вес.%Mg, Al-3вес.%Mg, Al-5вес.%Mg. Сплавы получены методом индукционного литья в вакууме.

Формирование сильнофрагментированной зеренно-субзеренной структуры проводилось методом прокатки на лабораторном прокатном стане при комнатной температуре. Степень деформации составляла 50% и 90%. Формирование микрокристаллической (МК) зеренной структуры проводилось методом равноканального углового прессования (РКУП), которое осуществлялось в инструменте с углом пересечения рабочего и выходного каналов  $\pi/2$  по режиму «А» (ориентация заготовки остается неизменной при каждом проходе). Производилось 2 цикла прессования при температуре 200-225 °С. Отжиг в воздушной печи проводился в интервале температур от 100°С до 550°С с шагом в 50°С. Время отжига составляло 30 мин.

Коррозионные испытания проводились с помощью потенциостата-гальваностата Р-20Х (программное обеспечение ES8), в трехэлектродной ячейке с платиновым электродом сравнения и хлор-серебряным вспомогательным электродом в растворе 3 г NaCl + 1 мл HCl + 97 мл. H<sub>2</sub>O (pH = 1) провоцирующем, в соответствии с

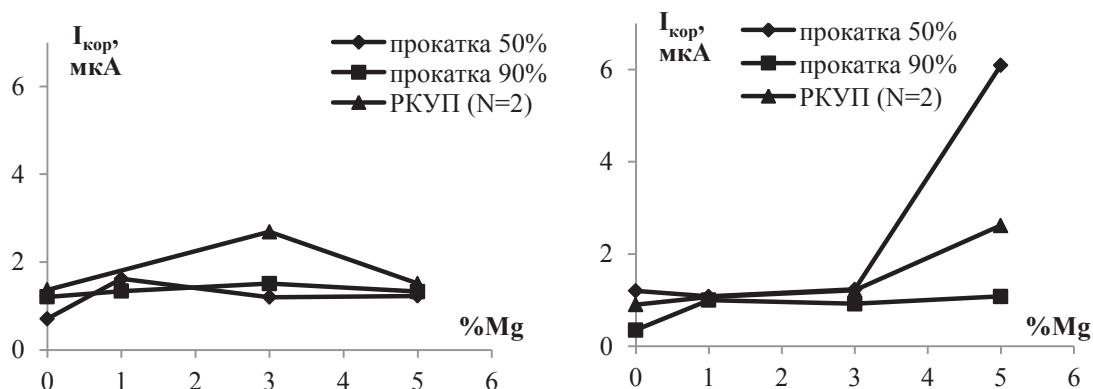
ГОСТ 9.021-74, межкристаллитную коррозию (МКК) в алюминиевых сплавах. Площадь корродирующей поверхности образца составляла порядка  $1 \text{ см}^2$ . Поверхность образцов подвергалась механической полировке до уровня шероховатости 3-5 мкм. Электрохимические исследования проводились в два этапа: этап 1 – получение зависимости потенциала от времени выдержки в электролите в течении 3600 с (до момента установления стационарной величины потенциала в электролите); этап 2 – получение Тафелевской зависимости «плотность тока - потенциал». Получение тафелевских зависимостей проводилось в интервале от -1000 мВ, до -650 мВ со скоростью 0.5 мВ/с. В процессе эксперимента определялись потенциал коррозии и ток коррозии.

Отметим, что наблюдаются два вида зависимостей  $E(t)$ , которым соответствуют различные типы тафелевских зависимостей. В случае, если на кривых  $E(t)$  на этапе 1 не наблюдается скачков, то на втором этапе электрохимического эксперимента получают тафелевские зависимости с параметрами  $b_k = 40$  и  $b_a = 35 \div 59$ . В том случае если на зависимости  $E(t)$  наблюдаются скачки потенциала, то на этапе 2 получают «несимметричные» тафелевские зависимости с параметрами  $b_k = 40$  и  $b_a \approx 10$ . Характерный вид кривых I и II типа представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1 - Характерный вид кривых  $E(t)$  и соответствующих им тафелевских зависимостей**

Проведенные исследования показывают, что увеличение содержания Mg в рекристаллизованных алюминиевых сплавах (после отжига 550 °С) приводит к увеличению тока коррозии (см. рис 2б). Отметим, что характер зависимости плотности тока от концентрации магния в деформированных сплавах имеет более сложный характер с максимумом, соответствующим концентрации 1-3% Mg (см. рис. 2а). Отмечено, что в МК сплавах с 1 и 3%Mg после РКУП масштаб повышения тока коррозии оказывается намного больше, чем в сильнодеформированных алюминиевых сплавах, полученных методом прокатки (см. рис. 2а).



**Рисунок 2 – Зависимость тока коррозии от содержания Mg в сплавах Al-Mg после деформации (а) и последующего рекристаллизационного отжига при температуре 550°С (б)**

Зависимость потенциала коррозии от концентрации магния в деформированных сплавах зависит от способа деформации – для прокатанных сплавов с сильнофрагментированной зеренно-субзеренной структурой зависимость  $E_k(Mg)$  имеет немонотонный характер с минимумом, соответствующим концентрации 1-3 вес.%. Величина уменьшения потенциала коррозии при данных концентрациях составляет ~100 мВ для сплава подвергнутого прокатке до степени деформации 90%. Для МК сплавов полученных методом РКУП наблюдается незначительное увеличение  $E_k$  на ~50-60 мВ при концентрации 1 вес.% Mg. В рекристаллизованных сплавах увеличение концентрации магния приводит к незначительному повышению потенциала коррозии  $E_k$  на ~50-100 мВ.

Получены зависимости значения потенциала коррозии от температуры рекристаллизационного отжига в исследуемых сплавах. Показано, что данная зависимость имеет немонотонный характер с максимумом, соответствующим температуре отжига 250-300 °С,

одинаковый для алюминиевых сплавов полученных методом прокатки и методом РКУП.

Предложена качественная модель влияния концентрации магния в твердом растворе Al-Mg, параметров первичных алюмо-магниевых частиц, образующихся при кристаллизации сплавов, и процессов рекристаллизации на электрохимическое поведение сплавов Al-Mg.

Авторы благодарят А.А. Боброва (НИФТИ ННГУ) за получение литых алюминиевых сплавов.

Работа выполнена при поддержке со стороны Российского научного фонда (грант №18-13-00306).

UDC 620.193

V.I. Vorobyova<sup>1</sup>, PhD,  
M.I. Skiba<sup>2</sup>, PhD

O.M. Trusoborodska<sup>3</sup>, Student

<sup>1</sup>National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kiev,

<sup>2</sup>Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro,

<sup>3</sup>National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kiev,

## **THE ELECTROCHEMICAL BEHAVIOUR OF ENVIRONMENT-FRIENDLY INHIBITORS IN CORROSION CONTROL OF CARBON STEEL IN NEUTRAL SOLUTION**

Recently, the development of green corrosion inhibitors and green inhibition strategies are highly demanded because of the increasing demand of green chemistry in the area of science and technology. In last few decades, use of plant extracts as metallic corrosion inhibitors has attracted significantly attention. Plant materials are ideal green candidatures to replace traditional toxic corrosion inhibitors. Reduced environmental risk, lower cost, wide spread availability and high corrosion inhibition effectiveness make the plant extracts as suitable candidates to replace the expensive and toxic traditional synthetic corrosion inhibitors. The abundant chemical constituents, such as flavonoids, polyphenols, and polysaccharide, endow plant extract with the potential of inhibiting the corrosion process of mild steel. So, it is an interesting and useful task to find new sources for highlighting anticorrosive active compounds and to obtain organic compounds for their further use as inhibitor of steel corrosion in various aggressive media [1].

In the present work, ethanol apricot pomace extract (APE), which was extracted and tested to control the corrosion of mild steel in different