

© М.Ч. Ахмедов, 2012 г.

Таджикский технический университет
г. Душанбе, Республика Таджикистан

© В.А. Лебедев, 2012 г.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
г. Екатеринбург
e-mail: mlm@mail.ustu.ru

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЛИГАТУР АЛЮМИНИЯ И МАГНИЯ С НЕОДИМОМ

Основными промышленными авиационными сплавами являются сплавы системы алюминий-магний, к которым в качестве легирующих добавок добавляют редкоземельные металлы, увеличивающие удельную прочность сплавов при повышенных температурах. Наиболее эффективными добавками являются неодим и иттрий [1]. В современной практике эти добавки вводятся в виде дорогих и коррозионно-активных металлических иттрия или неодима. Более эффективным является использование для этой цели лигатур, полученных электролизом расплавленных солей, содержащих NdCl_3 . В настоящей работе изучена поляризация и определены параметры электролитического приготовления лигатур Nd-Al, Nd-Mg в расплаве KCl-NaCl-NdCl_3 .

Типичные поляризационные кривые жидких алюминиевого и магниевого электродов при температуре 738°C в расплаве $\text{KCl-NaCl}+7\text{ вес. \% NdCl}_3$ показаны на рис. 1.

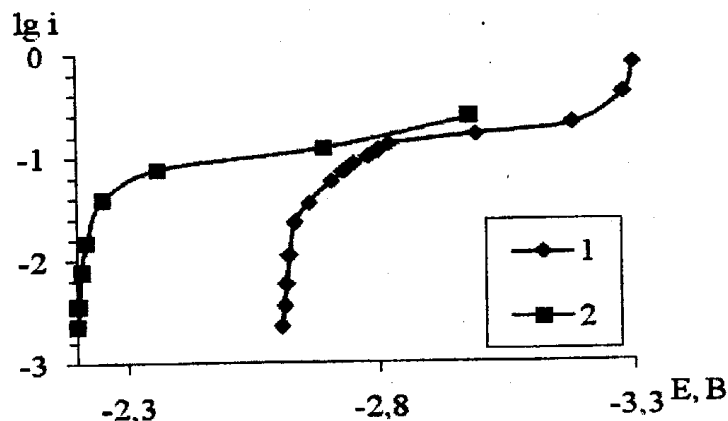


Рис.1. Поляризационные кривые магниевого (1) и алюминиевого (2) жидких катодов

Выше $2 \cdot 10^{-3} \text{ A/cm}^2$ потенциалы катодов начинают смещаться в сторону электроотрицательных значений, что отвечает разряду на катоде ионов Nd с образованием сплавов Nd-Al и Nd-Mg. Повышение катодной плотно-

сти тока выявляет предельный ток процесса. Потенциалы катодов быстро смешаются в отрицательную область до значений, при которых становится возможным разряд ионов щелочных металлов. При плотностях тока выше 1–2 А/см² для магниевого катода потенциалы меняются незначительно, что свидетельствует о появлении на поверхности электрода самостоятельной фазы щелочного металла.

Предельные плотности тока 0,15–0,2 А/см² практически одинаковы для магниевого и алюминиевого электродов, и близки к наблюдавшимся ранее при осаждении иттрия и церия на жидком цинковом и висмутовом катоде, соответственно, из расплава KCl-NaCl+4 вес. % CeCl₃ (YCl₃) при 700 °С [2].

Осаждение неодима на жидкие магний и алюминий проводили из расплава KCl-NaCl, содержащего 6,95 вес. % NdCl₃. Исходя из поляризационных кривых (рис. 1), катодную плотность тока выбрали 0,10 А/см² для обоих электродов.

Электролиз проводили с нерастворимым анодом из графита при температуре 738 °С. Количество пропущенного электричества соответствовало получению сплавов, содержащих 30 вес. % неодима.

На рис. 2 и рис. 3 показаны $E-\tau$ кривые магниевого и алюминиевого катодов.

Из рис. 2, рис. 3 видно, что потенциал сплава монотонно смещается в сторону электроотрицательных значений, достигая под током -3,01 В для магниевого катода и -2,64 В – для алюминиевого. Это связано со спавообразованием.

Кривые 2 на рис. 2, рис. 3 построены по измерениям, выполненным при кратковременном отключении тока электролиза, с целью контроля процесса.

В результате электролиза получены сплавы с блестящей поверхностью, медленно окисляющиеся на воздухе, с выходом по току 77,23 % для катода из магния и 95,87 % – для катода из алюминия.

Удельный расход электроэнергии для процесса, рассчитанный по уравнению

$$W = \frac{U_{\text{ср}}}{q \cdot \eta},$$

где $U_{\text{ср}}$ – среднее напряжение, В; η – выход по току; q – электрохимический эквивалент неодима (1,795 г/А·ч)

составил 2,14 и 1,53 кВт·ч/кг для магниевого и алюминиевого катодов, соответственно. Эти величины значительно ниже приводимых в литературе значений расхода электроэнергии при получении мишметалла (выход по току – 50 %, напряжение на ванне – 12 В, удельный расход электроэнергии

– 13,87 кВт·ч/кг) и церия (выход по току – 70 %, напряжение на ванне – 12 В, удельный расход электроэнергии – 9,85 кВт·ч/кг) [3].

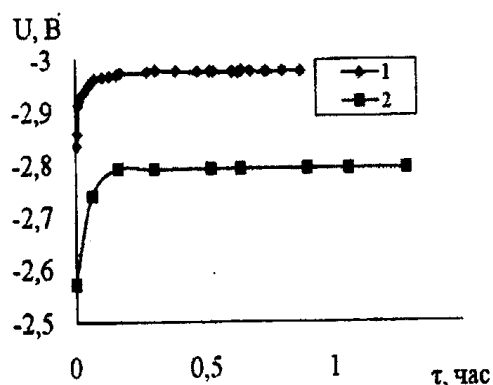


Рис. 2. $U - \tau$ кривая магниевого катода при электролизе расплава $KCl-NaCl+6,95$ вес. % $NdCl_3$ при $738^\circ C$, $i=0,10$ А/см²:
1 – под током; 2 – без тока

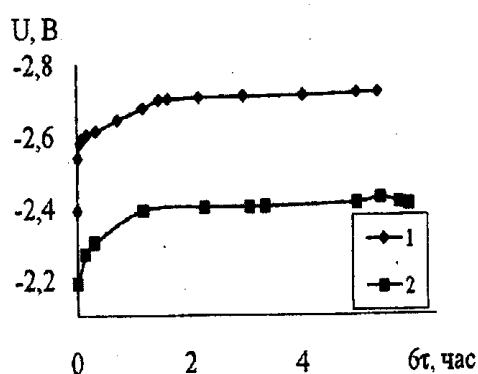


Рис. 3. $U - \tau$ кривая алюминиевого катода при электролизе расплава $KCl-NaCl+6,95$ вес. % $NdCl_3$ при $738^\circ C$, $i=0,10$ А/см²:
1 – под током; 2 – без тока

Более высокий выход по току и меньший расход электроэнергии в случае алюминиевых сплавов, обусловлены большей деполаризацией при осаждении неодима на алюминий и связано с более энергичным взаимодействием неодима с алюминием.

Электролитический способ получения сплавов неодима с магнием и алюминием имеет существенное преимущество перед используемыми методами сплавления компонентов в металлическом состоянии, поскольку существенно снижаются затраты связанные с получением металлических р.з.м. Процесс электролитического получения лигатур может протекать непрерывно при условии периодического извлечения из ванны получаемого сплава и введения в электролит расходуемого хлорида неодима.

Список использованных источников

1. *Рохлин Л.Л.* Магниевые сплавы, содержащие редкоземельные металлы. М.: Наука, 1980. 192 с.
2. *Ничков И.Ф.* Кинетика выделения редких тугоплавких металлов на жидких катодах // Сб. «Физическая химия и электрохимия расплавленных солей и шлаков». Киев: Наукова Думка, 1969. Т. 3. С. 76–103.
3. *Каплан Г.Е., Силина Г.Ф., Остроушко Ю.Н.* Электролиз в металлургии редких металлов. М.: Металлургиздат, 1963. 360 с.