

УДК 546.62:669.715:669.177.035.45

Руденко А.В., Катаев А.А., Неупокоева М.М., Ткачева О.Ю.
Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, Екатеринбург,
Россия

ПОЛУЧЕНИЕ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ КРИОЛИТОВЫХ РАСПЛАВОВ В ЯЧЕЙКАХ С МАЛОРАСХОДУЕМЫМИ АНОДАМИ

Сплавы алюминия с железом обладают уникальными свойствами, позволяющими применять их для изготовления деталей, подверженных термическим воздействиям, окислению или коррозии. Для производства сплавов создаются новые технологии, к которым можно отнести низкотемпературный процесс электролиза расплавов на основе калиевого криолита в электролизерах с инертными (малорасходуемыми) анодами.

Целью настоящего исследования являлось электролитическое получение алюминиевых сплавов (Al-Fe-Ni-Cu) в ячейках с вертикально расположенными малорасходуемым металлическим анодом Fe-Ni-Cu и смачиваемым катодом.

Электролиз проводили в ячейке, состоящей из вертикальных катода и анода, опущенных в расплав KF-NaF(10мас.%) $-AlF_3$ с криолитовым отношением $KO=1,3$ при $820\text{ }^\circ\text{C}$. В качестве малорасходуемого анода использовали Fe-Ni-Cu сплав. Предварительно готовили катод со смачиваемой жидким алюминием поверхностью. Боридное покрытие на графитовом катоде получали электролизом расплава KF $-AlF_3$ $-B_2O_3$ с $KO = 1,3$ при температуре $750\text{ }^\circ\text{C}$ по методике, описанной в работе [1]. Образующееся на поверхности графитового катода слой интерметаллида AlB_2 существенно улучшает смачиваемость графитового катода расплавленным алюминием. Катодная плотность тока составляла $0,2\text{ A/cm}^2$. Глинозем добавляли из расчета 60% выхода по току.

Источником легирующих компонентов алюминиевых сплавов был малорасходуемый металлический анод Fe-Ni-Cu. При электролизе на аноде выделяется кислород, и на поверхности образуется оксидный слой, который защищает анод от коррозии во фторидном расплаве. На поверхности устанавливается динамическое равновесие между реакциями образования оксидного слоя и его растворения, которое смещается под действием постоянно выделяющегося кислорода и отвода продуктов растворения с последующим их восстановлением расплавленным алюминием.

Напряжение на ячейке в течение электролиза и концентрация

Fe, Ni, Cu в пробах алюминия приведены на рис. 1. Следует отметить, что в пробах электролита элементы Fe, Ni, Cu не обнаружены.

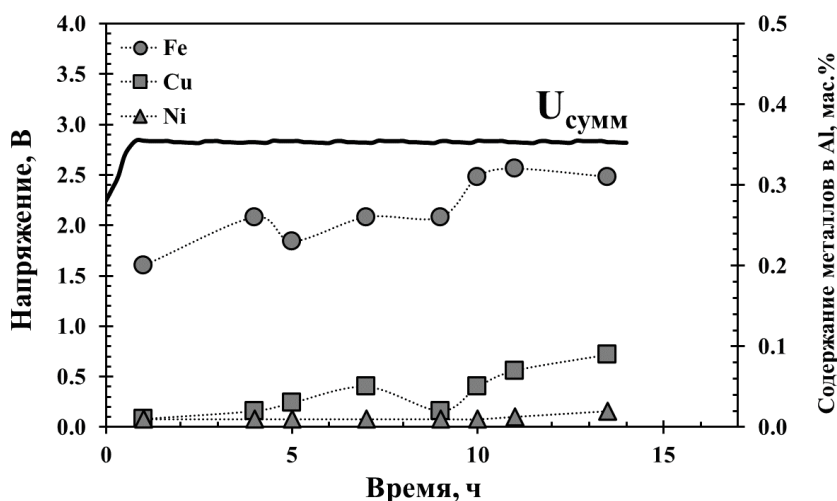


Рис 1. Напряжение на ячейке и концентрация Fe, Ni, Cu в алюминии в течение электролиза

Напряжение оставалось постоянным, равным 2,8 В, в течение 14 часов. Это свидетельствует о том, что электролиз протекал стабильно. Концентрация металлов в алюминии увеличивается незначительно.

В полученном сплаве алюминия содержалось 0,3% Fe, 0,06% Cu и 0,02% Ni, что соответствует типичному химическому составу деформируемых сплавов алюминия типа АК2, АК3, АК4.

Таким образом, показана принципиальная возможность получения алюминиевых сплавов восстановлением оксидов легирующих компонентов Fe, Cu, Ni в процессе низкотемпературного электролиза расплава KF-NaF(10мас.%) $-AlF_3$ при 820 $^{\circ}C$ в ячейках с вертикально расположенными малорасходуемым (инертным) металлическим анодом (Cu-Fe-Ni) и смачиваемым графитовым катодом с боридным покрытием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катаев, А.А. Способ нанесения защитного покрытия на катоды электролизера для получения алюминия / А.А. Катаев, А.В. Руденко, А.А. Аписаров, О.Ю. Ткачева, А.В. Суздальцев, Ю.П. Зайков // Патент России № 2716726. –2019.