

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АНОДНОГО ЭФФЕКТА ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ АЛЮМИНИЯ

Савенкова Н.П., Мокин А. С., Удовиченко Н.С.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы 1,
mkandrew@mail.ru

Разработанная математическая модель для промышленного электролиза алюминия позволяет определить развитие анодного эффекта при различных изменениях технологии и спрогнозировать развитие МГД-нестабильности процесса электролиза металла, что важно для минимизации потерь выхода металла по току и уменьшения выбросов газа. Выяснено, что анодный эффект разбивается на три этапа.

Начальный этап является МГД-стабильным, где считаются известными конфигурация жидких фаз и начальное распределение скоростей в смеси. Начальное зеркало металла имеет небольшие возмущения в виде волны, влияющее на характер движения смеси, помимо сил Лоренца.

На следующем этапе может развиваться МГД-нестабильность. В основном на подошвах анодов происходит химическая реакция с образованием газа. Газ распространяется в электролите и в области между анодами неравномерно, при этом образуя непосредственно под анодами домены. Сила Лоренца с образованием областей с большей интенсивностью распределяется неравномерно. Появляется вертикальное вихревое движение жидкого электролита, которое способствует переносу вниз газовой фазы и повышению риска обратного окисления. При увеличении плотности пузырьков под анодами перераспределяется электрический ток, и наибольшее его значение располагается в области наибольшего подъема металла, которая соответствует пространству между анодами. Происходит подъем алюминия, который может продолжаться до тех пор, пока сила Лоренца не скомпенсируется силой тяжести, или пока выделение газов не уменьшит плотность тока и тем самым силу Лоренца.

На конечном этапе МГД-нестабильности происходит прекращение процесса электролиза при полном покрытии подошв анодов и межанодного пространства, газовыми доменами. На данном этапе скорости реакции электролиза снижаются до нуля. Магнитное поле также уменьшается на несколько порядков по модулю.

Таким образом, именно на втором этапе динамики анодного эффекта происходит резкое возрастание напряжения в результате образования газового изолирующего слоя вокруг анодов, которое возможно предотвратить своевременной подачей глинозема в расплав криолита.

Литература

1. Калмыков А.В., Кулешов А.А., Савенкова Н.П. Моделирование анодного эффекта в многоанодном алюминиевом электролизере. -Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша РАН. 2016. № 131. 22 с.
2. László I. Kiss and Sándor Poncsák. Effect of the Bubble Growth Mechanism on the Spectrum of Voltage Fluctuations in the Reduction Cell // Light Metals. 2013 p.402–408.