

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ МГД-СТАБИЛЬНОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА

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

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

Математическое моделирование различных технологических особенностей протекающих процессов промышленного электролиза алюминия дает возможность учитывать и минимизировать потери выхода металла по току. В представленной модели учитывается взаимосвязь гидродинамических, электромагнитных, тепловых и электрохимических процессов реальной ванны, а также изменения геометрии ванны за счёт процессов тепломассопереноса. Используется многофазный подход к описанию среды: предполагается, что в гетерогенной смеси каждая фаза (алюминий, электролит и газ) занимает лишь часть элементарного объёма. В каждой точке объёма, занятого смесью, рассматриваются следующие параметры: скорости компонент, давление, напряжённость магнитного поля, плотность электрического и температура, которые являются основными неизвестными модели.

Для решения поставленной задачи применяется численный метод, основанный на расщеплении исходной задачи по физическим процессам. Используется равномерная сетка по пространству, которая разбивает расчётный объём на прямоугольные параллелепипеды, центрам масс которых приписываются следующие скалярные величины: концентрации ионов, объёмные доли, давление, электрический потенциал, температура; граням – потоковые величины: скорости фаз, плотность электрического тока, магнитный потенциал. Дифференциальные уравнения аппроксимируются явными разностными схемами со вторым порядком по пространству и времени. Проведенные тестовые расчёты подтвердили высокую степень адекватности математической модели.

Представленная математическая модель позволяет определить границы раздела электролита и жидкого металла и достаточно точно прогнозировать развитие МГД-нестабильности в ванне при различных условиях проведения технологического процесса. Преимущество представленной модели состоит в учете влияния электромагнитных полей соседних электролизных ванн и реальных межполюсных расстояний. Показано, что наиболее МГД-стабильная работа соответствует случаю, когда настель подведена непосредственно под проекцию анодов на дно ванны.

Литература.

1. Савенкова Н.П., Шобухов А.В., Анпилов С.В., Кузьмин Р.Н. Математическое моделирование физико-технологического процесса электролиза. Прикладная физика, 2009. 43-51 стр.
2. Ariana M., Desilets M., Proulx P. On the analysis of ionic mass transfer in the electrolytic bath of an aluminum reduction cell // The Canadian journal of chemical engineering 92(11), 2014. Pp. 1951-1964.