

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕМЕДНЫХ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ АЛЮМИНИЯ

Феськов Е.В., Рудницкий Э.А.

научный руководитель д-р техн. наук Довженко Н. Н.

Сибирский федеральный университет

Главным способом производства алюминия служит технология электролиза Эру-Холла. Основными показателями, определяющими энергетическую эффективность работы электролизера, являются удельный расход электроэнергии и выход металла по току. На лучших мировых алюминиевых заводах сейчас удельный расход электроэнергии ~ 12 мВт·ч/т алюминия, а выход по току более 95 %. На отечественных заводах, работающих в основном на электролизерах Содерберга (с самообжигающимися анодами), удельный расход электроэнергии ~ 16 мВт·ч/т алюминия, а в результате модернизации некоторых конструкционных особенностей и технологии в последние годы выход металла по току вырос до 90 %. Потенциальный экономический эффект энергоэффективности можно оценить приблизительно, как 4 млн. т алюминия в год \times (16 мВт·ч/т – 12 мВт·ч/т) \cdot 0,6 руб./кВт·ч \approx 9,6 млрд. руб. в год. Таким образом, объективно существует значительный резерв повышения энергоэффективности отечественного производства алюминия.

Повышение энергоэффективности и производительности алюминиевых электролизеров, в значительной степени, может быть достигнуто и сравнительно малозатратными, новыми техническими и технологическими решениями. Примером подобного решения может служить переход на использование кислых электролитов, обеспечивший увеличение выхода по току на ~ 4,5 %. Поиск и разработка новых малозатратных технических решений, обеспечивающих повышение энергоэффективности и производительности действующих алюминиевых электролизеров, является актуальной.

Разработка технических решений, обеспечивающих повышение производительности и энергоэффективности российских алюминиевых электролизеров, основана на развитии запатентованных ранее решений и предусматривает дополнение к конструкции действующих алюминиевых электролизеров с дальнейшим продолжением их эксплуатации. Суть предлагаемых новых технических решений заключается в следующем:

Подход 1: Сокращение напряжения по закону Ома на различных проводящих частях электролизера, таких как ошиновка, катод, анод и т.д.;

Подход 2: Увеличение проводимости электролита и сокращения падения напряжения при проходе тока через электролит;

Подход 3: Уменьшение газообразования снизу анода снижение сопротивления газового слоя;

Подход 4: Снижение уровня флуктуаций на поверхности металла и уменьшение расстояния анод-катод;

Подход 5: Улучшение качества сырья и применение сложных технологий автоматизации для повышения выхода по току.

Одной из причин низкой энергоэффективности электролиза алюминия является применение стальных блюмсов в качестве катодных стержней. В данной работе рассматривается техническое решение, направленное на снижение энергопотребления за счет применения сталемедных слоистых композиций (стальных блюмсов с медной шиной) в качестве катодных стержней расположенных в подине электролизера (рис. 1).

Катодные стержни в процессе электролиза испытывают большие температурные (800 – 900 °С) и силовые нагрузки.

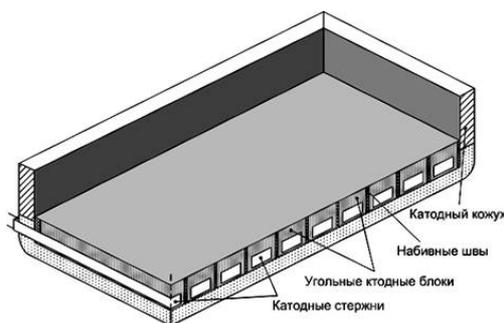


Рис. 1. Схема электролизера

Обычно в технологиях получения алюминия удельный расход энергии составляет $W = 13-16$ кВтч/кг металла. Однако, этот расход энергии приблизительно в 2 раза больше, чем предсказываемый теоретически.

Согласно результатам исследований, опубликованных в Light Metals 2013, применение стальных блюмсов с медной шиной способствует приближению удельного расхода энергии к теоретическому и увеличить срок службы электролизера до 75 %.

В настоящее время получение стальных блюмсов с медной шиной осуществляется штамповкой взрывом, что значительно повышает их себестоимость.

Необходимо разработать технологию соединения стального блюмса с медной шиной посредством диффузионной сварки в твердом состоянии другими, менее дорогостоящими видами обработки металлов давлением.

Решение обозначенной задачи предусматривает проведение комплекса исследований:

1. Исследование влияния температурно-деформационных режимов на формирование структуры крупногабаритных сталемедных слоистых композиций.
2. Исследование влияния температурно-деформационных режимов на механические и специальные функциональные свойства крупногабаритных сталемедных слоистых композиций.
3. Физическое и математическое моделирование процесса прокатки крупногабаритных сталемедных слоистых композиций.
4. Разработка рекомендаций по выбору режимов получения крупногабаритных сталемедных слоистых композиций.
5. Исследование возможности получения опытных образцов крупногабаритных сталемедных слоистых композиций.

Проведение исследований запланировано для процессовковки, листовой и сортовой прокатки.

На первом этапе в DEFORM 3D был смоделирован процесс сортовой прокатки для определения температуры в зоне контакта стального блюмса и медной шины. С целью приведения к соответствию пластических свойств стали и меди, заданная температура их нагрева была различна. Анализ температурных полей показал, что в ходе процесса сортовой прокатки температура на контакте выравнивается, в течение 12 – 15 с, что показывает не целесообразность нагрева до разных температур.

Параллельно с моделированием в DEFORM 3D планируется проведение экспериментов с реальными материалами на оборудовании лаборатории кафедры «Обработка металлов давлением» СФУ.