Подбор оптимальных параметров нагрева блюмсов и подовых блоков при технологии монтажа катодных стержней в подовый блок с заливкой чугуном

Мараканов Д.И.

Сибирский Федеральный Университет

В настоящее время, в условиях постоянного роста цен на энергоносители, в т.ч. на электрическую энергию, для всех алюминиевых компаний одним из приоритетных направлений достижения приемлемой себестоимости произведенного металла является снижение расхода технологической электроэнергии. Основным фактором, влияющим на энергопотребление электролизера, является величина падения напряжения в подине, которая в свою очередь обусловлена качеством электрического контакта в узле: подовый блок – катодный стержень. Наиболее предпочтительным способом, с точки зрения снижения контактного сопротивления, является заделка контакта «подовый блок – катодный стержень» с применением чугунной заливки.

Операция заливка чугуна является одной из самых сложных и ответственных, в ходе проведения которой, возможны следующие дефекты:

- Образование трещин в стенках и угловых трещин в подовых блоках;
- Окисление поверхности подового блока и катодного стержня;
- Термические деформации блока и катодного стержня при неравномерном распределении температуры в блоке и потери тепла. Для исключения образования вышеуказанных дефектов, важной частью процесса сборки катодных секций является определение параметров нагрева блюмсов и подовых блоков перед заливкой чугуном. Следует отметить, что катодная секция представляет собой композитную систему с ярко выраженными свойствами механической неоднородности: упругие модули и коэффициенты линейного температурного расширения входящих в нее материалов (стали, углеграфита и подовой массы) отличаются на порядки. Так, модуль Юнга углеграфитовой матрицы и спеченной подовой массы составляют соответственно 6,35•103 МПа и 1,0•103 МПа [1], в то время как модуль нормальной упругости стального катодного стержня равен 2.1•105 МПа. Расчеты температуры подогрева с использованием коэффициентов теплового расширения в температурном диапазоне нагрева блюмсов и подовых блоков, чугуна и различных типов подовых блоков, показывают, что плохое предварительное нагревание до заливки может привести к серьезному повреждению блоков во время предварительного нагрева всего катода электролизера и ввода его в эксплуатацию. С помощью прикладных программ рассмотрим математическое моделирование теплового баланса и напряжений в системе блок – блюмс по четырем вариантам:

1. С работой 2х нагревательных элементов продолжительностью нагрева 3 часа;
2. С работой 1го нагревательного элемента с продолжительностью нагрева 3 часа;
3. С работой 1го нагревательного элемента с продолжительностью нагрева 6 часов;
4. С работой 2х нагревательных элементов продолжительностью нагрева 3 часа с установкой изоляционного картона в зазор блюмс-блок.

По всем вышеописанным вариантам были выполнены расчеты нагрева и НДС подовой секции перед заливкой чугуном, далее выполнен расчет температурного поля и НДС в процессе заливки 2х первых заливаемых зон и далее выполнен расчет температурного поля и НДС заливки 3х оставшихся зон. Напряженное состояние подовых блоков оценивалось по критерию прочности Гольденбладта-Копнова (разработанного специально для угольных материалов). В данном критерии учтены все действующие механические напряжения в блоке, а так же предел материала на прочность. В случае превышения данного критерия происходит превышение предела прочности и как следствие разрушение материала.

В результате моделирования и на основе расчетов можно сделать следующие выводы:

- Вне зависимости от параметров нагрева от 400 до 1000 градусов подовой секции и блюмса напряженное состояние блока перед заливкой незначительное и в данный момент разрушения подового блока не происходит.
- Основные риски разрушения подовых блоков наблюдаются в процессе заливки и зависят от температурного градиента по объему блока перед заливкой, однако гораздо в большей степени вероятность разрушения подового блока будет зависеть от прочностных характеристик, теплопроводности и однородности этих параметров по объему подового блока.
- Положительная тенденция наблюдается в случае увеличения времени нагрева до 6 часов и при дополнительной изоляции подового блока от источника нагрева.