УДК 621.742

В.В.НАПСИКОВ
Металлургический факультет, группа МЦ-03

БОКОВАЯ ФУТЕРОВКА АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Предлагается замена угольных блоков боковой футеровки алюминиевого электролизера на карбидокремниевые плиты. Целесообразно применять блоки из карбидкремния, так как перед угольными плитами они имеют ряд существенных преимуществ: более высокие стойкость к окислению, электрическое сопротивление, механическая прочность. Использование этих преимуществ в алюминиевых электролизерах позволяет: снизить окисляемость поверхности боковой футеровки, повысить коррозионную стойкость боковых блоков на границе металл-электролит, снизить степень пропитки боковых блоков фтористыми солями из электролита, снизить утечки тока через боковую футеровку, лучше контролировать степень нарастания массы гарниссажа. В результате увеличивается срок службы электролизера без капитального ремонта с 48 до 72 мес.

It's offering replacement coal blocks of side potlining of electrolysis bath on silicon carbide slabs. Expediently to use silicon carbide blocks because they have the advantage of coal blocks: higher oxidation stability, higher real resistance, higher physical strength. Using these advantages in electrolysis baths renders possible: to reduce oxygen demand of side potlining surface; raise incorrodibility of side blocks on interracial metal-electrolytic conductor; to reduce saturation degree side blocks by fluorides from electrolytic conductor; to reduce current drain through the side potlining; to control skull degree growing superiorly. The result is following: increasing durability of electrolytic furnace without pot relining from 48 until 72 months.

На ВАЗе установлены электролизеры с предварительно обожженными анодами, с рамным кожухом наклонного типа без днища с силой тока 56000 А. Для того, чтобы увеличить производительность электролизеров на филиале «ВАЗ-СУАЛ», можно работать по нескольким направлениям: замена конструкции кожуха; изменение конструкции катодного узла и огнеупорного теплоизоляционного слоя; изменение конструкции анодного массива; замена угольной боковой футеровки на более современные материалы.

Первые три способа влекут значительные финансовые затраты, что негативно отразится на экономике предприятия. К примеру, замена кожуха на кожух контрафорсного типа с днищем приведет к удорожанию капитального ремонта только одного электролизера на 40 %. Поэтому предлагается замена угольных блоков боковой футеровки алюминиевого электролизера на карбидокремниевые плиты.

Маркетинговые исследования рынка отечественных и зарубежных производителей огнеупоров показали, что основными производителями карбидокремниевых изделий для боковой футеровки алюминиевых электролизеров являются зарубежные компании «Anna Werke» и «San Gaben». В последнее время на рынке карбидокремниевых изделий появляются китайские производители.

Рассмотрен ряд предприятий: Волжский абразивный завод, Подольский завод, Челябинский завод, Богдановичевский огнеупорный, которые выпускают карбидокремниевые изделия на алюмосиликатной связке, непригодные для боковой футеровки алюминиевых электролизеров. Среди российских предприятий, выпускающих огнеупоры, ОАО «Латненский огнеупорный завод» – единственное предприятие, выпус-

кающее карбидокремниевые изделия на нитридной связке.

Несмотря на очевидные преимущества, открывающиеся при использовании карбидокремниевых плит для боковой футеровки алюминиевых электролизеров при замене угольных блоков, использование их в России минимально. Основным фактором, сдерживающим полный переход российских заводов-производителей первичного алюминия на использование карбидокремниевых плит и отказ от угольных боковых блоков, является критерий цена – качество. Некоторые данные приведены ниже:

Производители карбидокремниевых блоков	Стоимость 1 т, дол. США (без НДС и таможенной очистки)
«Anna Werke», «San Gaben»	3500-2500
Китайские заводы-производители	2200-1800
ОАО «ЛОЗ»	1900-1700
Угольные боковые блоки (Россия)	900-1100

Совместно с ОАО ”ЛОЗ” было подобрано соотношение цена – качество комплекта боковой футеровки из карбида кремния на комплект боковой футеровки из угольных блоков: стоимость комплектов одинакова, при этом блоки из карбида кремния имеют перед угольными блоками ряд существенных преимуществ: более высокая стойкость к окислению; высокая стойкость к воздействию криолит-глиноземного и алюминиевого расплавов; высокое электрическое сопротивление; высокая механическая прочность.

Использование этих преимуществ в алюминиевых электролизерах позволяет: снизить окисляемость поверхности боковой футеровки; повысить коррозионную стойкость боковых блоков на границе металл-электролит; снизить степень пропитки боковых блоков фтористыми солями из электролита; снизить утечки тока через боковую футеровку; лучше контролировать степень нарастания массы гарниссажа.

В результате увеличивается срок службы боковой футеровки и всего электролизера в целом, снижаются трудозатраты, связанные с его ремонтом и обслуживанием. Один из ключевых положительных моментов заключается в том, что за счет снижения толщины футеровки увеличивается площадь катода – это позволяет, при прочих равных условиях (одинаковая плотность тока), увеличить площадь анодного массива, что приведет к увеличению производительности электролизера за счет увеличения силы тока.

В комплект боковой футеровки на один электролизер ВАЗа входит 14 торцевых, 26 продольных и 4 угловых карбидокремниевые плиты.

Карбидкремниевые блоки имеют толщину 65 мм, а угольные блоки – толщину 205 мм, т.е. при использовании карбидокремниевых блоков, которые приклеиваются огнеупорным мертелем на металлический кожух толщиной 10 мм, увеличивается площадь шахты электролизера на 280 мм.

Между собой блоки соединены специальным огнеупорным карборундсодержащим бетоном.

Угловые карбидокремниевые плиты выполнены по проекции наклонных углов кожуха электролизера, это требование не выполняется ведущими производителями.

Появляется возможность за счет увеличения габаритных размеров катодных блоков улучшить катодное токораспределение (отвод тока), тем самым изменить энергетические характеристики работы электролизера.

Также при использовании анодного массива увеличенных габаритов можно увеличить силу тока и производительность.

Применяя теоретические данные, специалисты ОАО «ЛОЗ» разработали два комплекта блоков для проведения испытаний на ВАЗе. Смонтированные электролизеры поставлены на обжиг на орешке. Обжиг проходил без отклонений от заданного технологического регламента. Время обжига составило 64 ч. После постановки электролизеров

на обжиг осуществлялся контроль над температурой бортов кожуха электролизеров.

Электролизеры пущены на электролиз без отклонений. Пусковой период электролизеров продолжался 10 сут. Температура электролита постепенно снижалась с 994 до 957 °С, с уменьшением рабочего напряжения на электролизере с 15 до 6,5 В. Работа электролизеров в пусковой период не отличалась от технологических параметров работы рядовых электролизеров. Во время обжигового пуска и в послепусковой период температура кожуха электролизеров не превышала температуру кожухов электролизеров с угольными блоками (200-150 °С).

Через 15 сут после пуска электролизеры без подшихтовки чистым алюминием вышли на выпуск алюминия – сырца марки А-85 с содержанием кремния в алюминии до 0,06 %.

Электролизеры работали в штатном режиме, при этом частота анодных эффектов достигала 0,4 в сутки, что ниже средних значений, достигнутых на рядовых электролизерах серии электролиза. Это объясняется в первую очередь увеличением зоны обработки борт – анод из-за уменьшения толщины бортовой футеровки при использовании плит из карбид кремния (с 205 до 65 мм).

Как было уже отмечено, блоки из карбида кремния не только не проводят электрический ток, но и стойки к воздействию криолитоглиноземного расплава, кроме того, в нашем случае, их использование позволило конструктивно увеличить расстояние борт – анод на 140 мм.

Анализируя полученные данные испытаний футеровки из карбидокремниевых плит на нитридной связке производства ОАО «ЛОЗ», можно сделать следующие выводы:

• Пусковой и послепусковой периоды работы электролизеров футеровка выдержала без разрушения, непосредственно контактируя с расплавом фтористых солей и жидким алюминием, и защитила стальной кожух электролизера от местного перегрева.

• Для эксплуатации электролизеров был разработан технологический регламент, отличный от рядовых электролизеров с угольной футеровкой.

• Были подобраны технологические параметры для работы электролизеров, полученные результаты превзошли ТЭП рядовых электролизеров: выход по току вырос с 91,8 до 92,9 %; частота анодных эффектов снижена с 1,0 до 0,4 в сутки; расход глинозема снижен с 1928 до 1926 кг/т Al; расход предварительно обожженных анодов снижен с 540 до 520 кг/т Al; расход фтористых солей снижен с 41 до 36,0 кг/т Al.

• Конструктивные особенности электролизеров позволили: работать на низких зеркалах металла – 14 см после выливки против 18 см после выливки для рядовых электролизеров; уменьшить скорость снижения содержание глинозема в электролите в промежуток времени между обработками.

• Увеличение размеров шахты электролизера создает предпосылки дальнейшего увеличения силы тока и интенсификации производства.

Было наглядно доказано, что использование блоков из карбида кремния приводит к снижению окисляемости поверхности боковой футеровки; повышению коррозионной стойкости боковой футеровки, особенно на границе раздела металл – электролит; снижению степени пропитки боковой футеровки фтористыми солями из электролита; увеличению механической прочности боковой футеровки.

• Заложены предпосылки для повышения рентабельности и развития предприятия: увеличен срок службы электролизеров с 48 до 72 мес., что позволит снизить стоимость капитального ремонта, учитывая, что один такой ремонт обходится предприятию в более чем 1 млн руб. В дальнейшем при проведении капитальных ремонтов появляется возможность увеличить производительность электролизеров на 29 % от существующей при прочих равных затратах.

Научный руководитель канд. т. н. доц. *О.А.Дубовиков*