Повышение энергетической эффективности высокоамперных электролизеров

Биль Руслан Викторович
Магистрант СФУ,
E-mail: ruslanbil@mail.ru

Соленов Александр Сергеевич,
Столяров Алексей Юрьевич
Россия г. Красноярск

Научный руководитель: **Белоусова Наталья Викторовна**
д-р хим.наук, профессор
Кафедра: Металлургия цветных металлов

1 Обоснование выбора объекта и предмета исследования

Развитие технологии электролиза с предварительно обожженными анодами в настоящее время рассматривается с точки зрения снижения энергоемкости процесса, снижения капитальных затрат на строительство новых заводов, оптимизации операционных затрат на ведение технологического процесса и улучшения экологических показателей. Прежде всего, это связано с непрерывным поиском улучшений не только в конструктивных элементах электролизера, но и в методах управления технологическим процессом, выполнения операций и логистике.

Применение электролизеров высокой мощности является основным мировым трендом повышения эффективности производства первичного алюминия за счет снижения капитальных затрат на строительство увеличения энергетической эффективности и производительности труда.

По состоянию на сегодняшний день пять компаний, помимо Объединенной Компании РУСАЛ, обладают технологиями на силу тока свыше 400 кА, и в настоящее время в мире реализован ряд проектов по разработке технологий на силу тока свыше 500 кА. В Китае на сегодняшний день применение технологий на силу тока 500 кА и выше реализовано в промышленном масштабе.

В настоящее время Объединенная Компания РУСАЛ обладает собственными технологиями электролиза на высокую силу тока с обожженными анодами РА-300 и РА-400. Технология РА-300 реализована в промышленном масштабе в рамках Хакасского Алюминиевого Завода и используется при строительстве Богучанского Алюминиевого Завода, технология РА-400 используется при строительстве Тайшетского Алюминиевого Завода. Дополнительно в Компании выполнены исследовательские проекты, по созданию технологий электролиза на высокой плотности тока и с применением не расходуемых анодов. Испытания методов ведения технологии, технологических режимов и проверка конструкции электролизеров РА-300 и РА-400 ведется на опытных участках Саяногорского Алюминиевого Завода. Пять опытных электролизеров РА-300 установлены в корпусе электролиза № 8 (ванны № 887-891) и введены в опытно-промышленную эксплуатацию, начиная с декабря 2003 года. Шестнадцать опытных электролизера РА-400 установлены в ОПКЭ и введены в опытно-промышленную эксплуатацию, начиная с декабря 2005 года.

Проведенные на опытном участке Красноярского Алюминиевого Завода испытания технологии и технических решений на высокой плотности тока и технические решения, использованные при проектировании электролизеров РА-300, РА-400 и ОА-120М, свидетельствуют о возможности создания электролизера на силу тока свыше 500 кА. При этом основной конкурентный недостаток

компании РУСАЛ по сравнению с передовыми западными аналогами — **расход электроэнергии**, который может быть значительно снижен.

В современных электролизерах для производства алюминия с предварительно обожжёнными анодами (ОА) электрический контакт между токоподводом (ниппеля анододержателя) и угольным анодом обеспечивается за счет заливки чугуна в гнездо (углубление) в анодном блоке в которое вставлен ниппель (стальной стержень). Соединение характеризуется высоким уровнем потерь электроэнергии (200-300 кВт×ч/т) и снижает эффективность.

Лучшие известные варианты конструкции данного узла обеспечивают снижение энергетических потерь до уровня 150-160 кВт×ч/т но характеризуются дополнительными затратами на получение ниппельного гнезда необходимой конфигурации и защищены патентами компаний-конкурентов.

2 Цели и задачи исследования

Новый вариант контакта между токоподводом и угольным анодом должен обеспечивать возможность плавного перехода в условиях действующего производства (анодное производство, электролизное производство), общий уровень затрат на реализацию должен составлять не более 25$/ тонну алюминия.

2.1 Экономическая цель

Снижение потерь электроэнергии при производстве алюминия на электролизерах ОА и как следствие себестоимости производства тонны алюминия.

2.2 Техническая цель

Снижение электрического сопротивления системы анододержатель — угольный анод.

В рамках решения задачи возможны 2 варианта изменения технических характеристик объекта:

– Сохранение базового варианта соединения с использованием чугунной заливки с изменением конфигурации ниппеля, ниппельного гнезда, состава и технологии заливки чугуна.

– Поиск принципиально нового варианта соединения стального токоподвода с углеродом.

При решении задачи остается неименным:

– Глубина ниппельного гнезда

– Парк существующих анододержателей

– Оборудование анодномонтажного отделения

Основной задачей проекта является: подтверждение возможности снижения потерь электроэнергии за счет внедрения малозатратных предложений по соединению анододержателя с угольным анодом.

3 Методы решения задач

Мало затратные предложения:

1. Графит является общеизвестным и эффективным контактным материалом. При существующей технологии монтажа применяется графитовая суспензия, которая наносится на поверхность ниппеля. Предлагается испытать нанесение аналогичного материала на поверхность ниппельного гнезда, для снижения контактного сопротивления.

2. Медный купорос является общедоступным химическим соединением. Предлагается испытать нанесение данного материала на поверхность ниппельного гнезда, для создания

контактного соединяя.

3. Нижняя поверхность ниппеля практически не передаёт ток из-за низкого контактного давления и наличия воздушного зазора образующегося при монтаже анода. Установка стальных пластин с высоким КТЛР, обеспечивающих прижатие к нижней поверхности ниппеля/гнезда и снижение контактной плотности тока на 25-30%.

4 Ожидаемые результаты

При решении задачи себестоимость производства снизится на ~5 $/тонну алюминия.

Результаты проекта могут быть использованы при проектировании новых заводов и модернизации существующих производственных мощностей компании РУСАЛ, оснащённых электролизёрами с обожжёнными анодами, а также для возможной продажи технологии или патента третьей стороне.

Список литературных источников

1. Высокоамперные технологии РУСАЛа — 8 лет динамичного развития, / В.В. Пингин, [и др], / Второй международный конгресс «ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ — 2010», – г. Красноярск, 2010. — С. 442-456.
2. Ермаков А.В Катодные кожуха шпангоутного типа для серийных электролизёров / А.В Ермаков / Вестник ИрГТУ. – 2006. – № 4 (28). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/katodnye-kozhuha-shpangoutnogo-tipa-dlya-seriynyh-elektrolizyorov-1
3. Галевский, Г.В. Технология, электроснабжение, автоматизация, / Г.В. Галевский, [и др] / учебное пособие для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Флинта: Наука, 2008. – С 226-229.
4. Янко, Э.А. Производства алюминия: пособие для мастеров и рабочих цехов электролиза алюминиевых заводов / Э.А. Янко. / — СПб: Изд-во СПб. ун-та, 2007. — 304с.
5. Мирпочаев Х.А., Усовершенствование конструкции анодных токоподводов смонтированных обожженных анодов электролизера для производства алюминия / Х.А Мирпочаев, Б.С. Азизов, А.Ш. Муродиён / Доклады академии наук республики Таджикистан. – 2008. № 10. С. 765-769.