Совершенствование технологии заливки чугуном катодных подовых секций

Аптикеев Виктор Сергеевич
Магистрант СФУ
E-mail: Aptikeev@rambler.ru

Научный Руководитель: **Ясинский Андрей Станиславович**
кандидат технических наук, доцент
Кафедра: Металлургия цветных металлов
Сибирский федеральный университет,
Институт цветных металлов и материаловедения,
Россия г. Красноярск

Цель работы.

Разработка технологических и технических решений, обеспечивающих снижение расхода электроэнергии на 150 кВтч/т Al и увеличение срока службы электролизера путем повышения качества контакта «подовый блок — катодный стержень» с применением заливки из синтетического чугуна.

Задачи.

Для достижения цели необходимо решение следующих задач:

1. Анализ влияния технологических параметров электролиза на стойкость катодных подовых секций, определение причин разрушения футеровочных материалов и мест их локальных структурных изменений в катодном устройстве электролизера.

2. Определение оптимальных параметров предварительного нагрева блюмсов и подовых блоков, исключающих последствия термоудара в процессе заливки чугуном катодных подовых секций.

3. Определение условий получения высококачественного чугуна с мелкозернистой однородной структурой. Изучение особенностей технологии производства синтетического чугуна при применении установки индукционного нагрева.

4. Улучшение существующего технологического процесса монтажа путем введения предварительного нагрева катодных стержней и блоков с использования синтетического чугуна в качестве заливки подовых секций;

5. Исследования динамики падения напряжения в подине и напряжения в электролизере в процессе эксплуатации;

6. Определение технико-экономической эффективности используемых технологических решений;

7. Минимизация негативных факторов, влияющих на целостность и дальнейшие эксплуатационные характеристики подового блока, а именно:

— исключение деформации подового блока и блюмса;

— исключение термоудара и снижение вероятности образования термических трещин в подовом блоке;

— снижение потерь тепла в период между окончанием операции по нагреву блока и блюмса

до начала операции по заливке чугуна;

— уменьшение энергопотребления катодного устройства за счет снижения контактного сопротивления в контакте «подовый блок — катодный стержень»

Методы исследований

В работе использованы экспериментальные методы исследований. Для выплавки чугуна использована индукционная тигельная электропечь промышленной частоты 50Гц емкостью 2,5 т марки ИЧТ—2,5, температура выплавки — 1450 °С. Оценка качества выплавки проводилась путем исследования химического состава пробы с помощью эмиссионного спектрометра ARL-72000.

Для определения эффекта снижения расхода электрической энергии от способа заделки катодного стержня подовые секции электролизеров собирались двумя способами:

1. По технологии заделки контакта «подовый блок — катодный стержень» чугунной заливкой с предварительным нагревом катодных секций. Для предварительного нагрева катодных секций использована установка Hotwork. Температура нагрева катодных секций составляла 470-520 °С, время выдержки при нагреве — 100 мин. После заливки чугуном оценивалось состояние подовых блоков и блюмсов на наличие трещин и деформации.

2. Подовые блоки собраны по действующей технологии с заделкой катодного стержня подовой массой марки МХТ-К;

Оценка качества заделки контакта «подовый блок — катодный стержень» проводилась путем:

а) исследования динамики перепада напряжения в подине в течение 12 месяцев после пуска;

б) исследования динамики напряжения в электролизере в течение 12 месяцев после пуска.

Практическое применение

Настоящим проектом предлагается для всех типов электролизеров, футеруемых в ОАО «РУСАЛ Саяногорский Алюминиевый завод» осуществить переход на технологию заделки контакта «подовый блок — катодный стержень» чугунной заливкой на основе синтетического чугуна с предварительным подогревом подовых секций и блюмсов при температуре 470-520 °С, что позволит избежать образование трещин и деформации подовых блоков, снизить контактное сопротивление в контакте «подовый блок — катодный стержень», энергопотребление электролизера, расходы на сырье при заливке катодных подовых секций чугуном.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Опыт мировой практики за весь период существования алюминиевой отрасли свидетельствует о том, что сам принцип получения алюминия из шихты — электролиз с помощью катодной ванны и анодных стержней, оставался неизменным.

2. Существует ряд причин преждевременного выхода из строя алюминиевых электролизеров. Тем не менее, основная проблема остается в повышении стойкости футеровки катодных устройств. Основная причина разрушения катодной футеровки — проникновение парообразного натрия в межслойные промежутки угольных катодных блоков, в результате чего происходит образование трещин, разбухание и деформация подины, вызывающие, в свою очередь, деформацию катодного кожуха.

3. Образование микротрещин в период монтажа и пуска электролизера усугубляют проникновение натрия и существенно снижают срок эксплуатации электролизеров, поэтому крайне важно проведение мероприятий, способствующих снижению трещинообразования в период монтажно-пусковых работ.

4. С точки зрения энергосбережения эффективен метод заделки зазоров между катодным стержнем и подовым блоком посредством заливки чугуна, существенно снижающим падение электрического сопротивления в катодной секции.

5. При заливке чугуном подовые секции подвергаются значительным термическим напряжениям, следствием которых является образование трещин и деформация блоков. Отмечено, что исключение данного явления возможно путем нагрева блюмсов и подовых блоков непосредственно перед заливкой чугуна до температуры 300-1000 °С.

6. Сочетание низкой себестоимости и высокого качества синтетического чугуна, зачастую превышающего по прочностным характеристикам и пластичности литейный, создают ему преимущества при использовании в заделке контакта «подовый блок — блюмс».

7. Синтетический чугун более приспособлен для выплавки в индукционной печи, вместе с тем для исключения отбела синтетический чугун необходимо модифицировать литейным.

8. Материал (способы) заделки указанного контакта «подовый блок — блюмс» могут быть различными: токопроводящие набивные пасты, органические смолы, заливка расплавленным чугуном и другие

9. Наиболее предпочтительным способом, с точки зрения электрического баланса электролизера, является заделка контакта «подовый блок — катодный стержень» с применением заливки расплавленным чугуном.

10. Визуальный осмотр большого количества подовых блоков, проведенный в процессе работы, подтвердил, что внедрение установки Hotwork для предварительного нагрева катодных секций способствует снижению эффекта термического удара и снижению рисков трещинообразования и деформации подин к минимуму.

11. Проведено поэтапное внедрение технологии заделки контакта «подовый блок — катодный стержень» с помощью заливки расплавом чугуна.

12. По итогам работы, определено, что изменение технологии заделки контакта «катодный стержень — подовый блок» путем перехода к заливке блюмсов чугуном с предварительным нагревом катодных секций, привело к следующим изменениям:

— снижению перепада напряжения в подине в среднем на 52 мВ;

— снижению напряжения в электролизере в среднем на 41 мВ;

— уменьшению интервала разброса напряжения в электролизере.

13. По итогам исследования динамики перепада напряжения в подине и динамики напряжения в электролизере показано, что в течение наблюдаемого периода параметры не увеличиваются, что является подтверждением факта отсутствия образования микротрещин в период сборки катодных секций при заливке чугуном.

14. Снижение напряжения в электролизерах в процессе эксплуатации является косвенным подтверждением потенциала увеличения их срока службы. Тем не менее, следует продолжить исследование динамики напряжения электролизеров и динамики перепада напряжения в подине в наблюдаемых установках в течение всего срока службы электролизеров для получения наиболее полной и достоверной информации.

15. Определена экономическая и технологическая целесообразность перехода на синтетический чугун при заливке катодных стержней. Снижение удельного расхода технологической электроэнергии составило 137 кВт*ч/т Al. Экономия сырья относительно стоимости сырья для литейного чугуна составила 48,51%. В денежном эквиваленте достигнутый

экономический эффект снижения себестоимости получения 1т алюминия составляет 657,6 руб. и снижения себестоимости сборки катодных секций для одного электролизера — 41 266руб. Годовой экономический эффект работы одного электролизера составил 318 907 руб. при экономии электроэнергии 66 439кВт в год.

В целях повышения конкурентоспособности на рынке, а также улучшения технико-экономических показателей деятельности завода, в рамках работы предложено техническое решение:

— Полномасштабное внедрение технологической линии сборки подовых секций с заливкой синтетическим чугуном и предварительным подогревом.

— Внедрение предлагаемого технического решения обеспечивает:

1) Снижение удельного расхода технологической электроэнергии

на 137 кВт*ч/т Al;

2) Экономию сырья относительно стоимости сырья для литейного чугуна на 48,51%.