

**ИСПЫТАНИЕ ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫХ НИЗКОЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ  
С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ  
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НА ОСНОВЕ КАЛИЕВОГО  
КРИОЛИТА**

**Фролов В. В.**

**Научный руководитель – ст. преподаватель Васюнина Н. В.**

*Сибирский федеральный университет*

В настоящее время алюминий получают электролизом в электролизерах Эр-Холла из глинозема, растворенного в электролите, состоящем, главным образом, из натриевого криолита. процесс ведется при температуре около 950-960 °С. Как известно, срок службы электролизера определяется сроком службы катодного устройства, что часто вызвано проникновением компонентов электролита через угольные блоки в огнеупорную часть футеровки электролизера, которая защищает нижележащие теплоизоляционный слой от воздействия высоких температур и фторидов.

Огнеупорные бетоны могут служить серьезной защиты как от проникновения жидкого алюминия и электролита, так и от проникновения паров натрия. Это достигается за счет низкой пористости и газопроницаемости данного класса материала, относящегося по этому признаку к физическим барьерам. Однако этому требованию удовлетворяют только низкоцементные высокоглиноземистые бетоны, так как повышение содержание цемента приводит к увеличению содержания воды для затворения бетона, а значит к увеличению пористости и газопроницаемости. Кроме того, такой бетон может являться хорошим огнеупорным материалом в электролизерах новой конструкции с использованием, например, инертных анодов и смачиваемых алюминием катодов. Однако для того, чтобы эта конструкция была возможна необходимо использование низкотемпературных электролитов, которые позволят понизить температуру процесса по крайней мере до 800 – 850 °С. Одним из перспективных составов низкотемпературных электролитов по данным большинства исследователей представляется электролит на основе калиевого криолита. Но, поскольку такой электролит оказывает на угольную футеровку большее разрушающее воздействие, чем натриевый криолит (в калиевых электролитах наблюдается высокое щелочное расширение угольных блоков), к огнеупорной части футеровки должны предъявляться высокие требования

Исходя из вышесказанного в работе планируется выбор и испытание высокоглиноземистых низкоцементных бетонов на стойкость к воздействию калиевого электролита с целью определения возможности использования их в качестве огнеупорного материала футеровки для алюминиевого электролизера.

Есть три основных фактора, которые необходимо учитывать при воссоздании условий работы огнеупорной части футеровки электролизера:

1. Основными коррозионными агентами являются пары натрия и фторид натрия. В случаях образования трещин в подине к ним добавляются алюминий и электролит;

2. Проникновение этих агентов по площади футеровки осуществляется в основном однонаправлено вниз;

3. Несмотря на неопределенность точного состава атмосферы, в области прохождения реакции она должна быть сильно восстановительной из-за присутствия паров натрия, азота и монооксида углерода.

Имеется достаточно много описаний тестов для испытания материалов на криолитоустойчивость, которые можно подразделить следующим образом:

- метод погружения образцов в расплавленный электролит на определенное время;

- метод чаши, или тигельный метод: в образце материала делается цилиндрическое углубление, в которое помещается расплавляемый электролит. После окончания теста степень криолитоустойчивости оценивается на основании измерения площади разрушенной области на поперечном сечении образца. Другой разновидностью этого теста является процедура, в которой образец материала помещается в графитовый стакан, также заполняемый электролитом;

- метод с применением электролиза: образец огнеупорного материй отделен от расплава электролита графитовой стенкой (или дном тигля, которая при пропускании через нее постоянного тока выполняет роль анода. Таким образом, в данном виде тестов более точно, по сравнению с предыдущими, воспроизводятся условия, в которых работает огнеупорная футеровка, находящаяся под угольными блоками катода.

Для проведения экспериментов в данной работе применяется метод чаши, поскольку он позволяет достаточно быстро и просто проводить оценку стойкости барьерных материалов к расплавленным фторидам.

На дно графитового стакана (с внешним и внутренним диаметрами 89 и 59 мм соответственно и высотой 115 мм) устанавливают образец заранее взвешенного высокоглиноземистого бетона (рис. 1). Образец бетона готовится на вибростоле ВС-150 по рецепту поставщика. Высота образца составляет 5 сантиметров диаметр 56 - 57 мм, зазоры между стенками бетона и графитового стакана замазываются бетоном той же марки. Сверху образца помещают электролит на основе калиевого криолита массой 285 грамм. В любом случае отношение массы электролита к площади поверхности раздела между расплавом и образцом поддерживают на уровне  $10,8 \text{ г/см}^2$ . После загрузки электролита в стакан, он закрывается графитовой крышкой для предотвращения интенсивного испарения расплава, крышку приклеивают мертелем к стакану. В стальной кожух засыпают слой глинозема и устанавливают до 4 таких ячеек. Кожух со стаканами устанавливают в шахту печи, и для предотвращения горения графитовых стаканов в шахту печи пускается аргон. Температура испытания составляет  $840 \text{ }^\circ\text{C}$ . Продолжительность нагрева до заданной температуры составляет 3 часа, время изотермической выдержки – 24 часа. Шахта печи закрывается крышкой с установленной термопарой типа К, подключенной к контроллеру РМТ – 69. Погрешность измерения температуры  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Затем питание печи выключается, и образец охлаждается со скоростью естественного охлаждения печи до температуры около  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Далее ячейку извлекают из реторты. Крышка ячейки удаляется, а сама она разрезается алмазным диском по плоскости сечения, проходящей через ось графитового стакана. После разрезания производится визуальный осмотр и фотографирование бетона, визуально оценивается пропитка образца по высоте слоя электролита, пропитавшего бетон. Криолитоустойчивость определяется глубиной пропитки и увеличением массы образца, то есть количеством внедрившегося электролита. Часть образца бетона, пропитанного электролитом, отдается на рентгенофазовый и рентгеноспектральный анализ с целью установления состава этой части бетона.

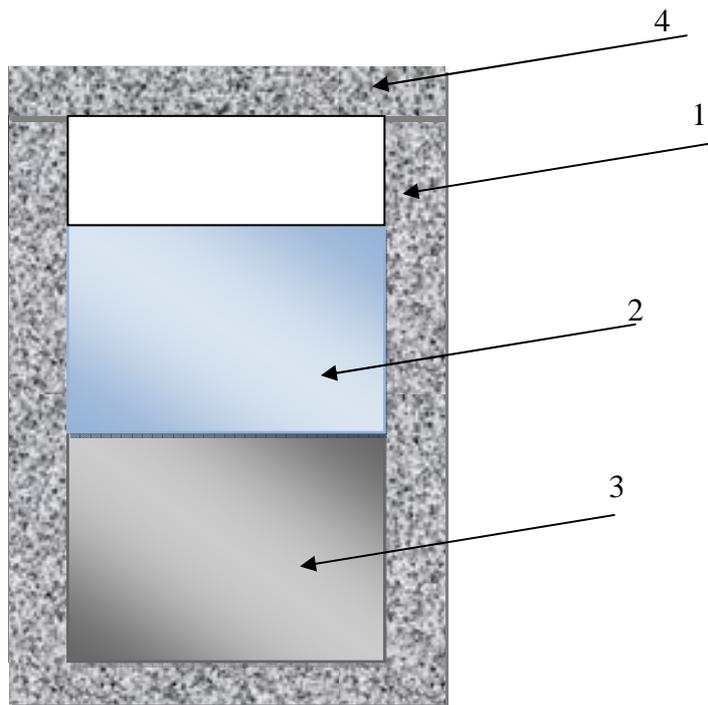


Рисунок – 1. Схема ячейки, проводимая методом чаши: 1 – графитовый стакан; 2 – электролит; 3 – высокоглиноземистый бетон; 4 – графитовая крышка