

УДК 541.13

РАСТВОРЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В ХЛОРИДНОМ РАСТВОРЕ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ТРЕХФАЗНЫМ ТОКОМ

© А. Б. Баешов, М. Т. Сарбаева, А. К. Баешова, Г. Т. Сарбаева, 2013

Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,
Алматы, Казахстан, bayeshov@mail.ru

В данной работе впервые исследован процесс электрохимического растворения алюминиевых электродов в растворе хлорида натрия при поляризации трехфазным переменным током с частотой 50 Гц. Исследовано влияние плотности тока, концентрации хлорида натрия и продолжительности электролиза на выход по току растворения алюминиевых электродов. Установлено, что в результате электролиза наблюдается образование дисперсного гидроксида алюминия – $Al(OH)_3$, структура которого идентифицирована методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии.

В последние годы все больше внимания уделяется применению нестационарных токов различных форм, в том числе промышленного переменного тока частотой 50 Гц [1–3]. Применение нестационарного режима электролиза расширяет возможность исследования электродных процессов и открывает принципиально новые возможности в решении ряда вопросов прикладной электрохимии.

Возможность проведения целенаправленных процессов под действием симметричного переменного тока частотой 50 Гц подвергалась сомнению достаточно долго. Предполагалось, что при этом не должны протекать процессы осаждения или растворения металла, так как при частой смене направления тока количество металла, выделенного в катодном полупериоде, должно компенсироваться количеством металла, перешедшего в раствор в виде ионов в анодном полупериоде.

Наши исследования, проведенные за последние 15–20 лет, показали, что в определенных условиях удастся проводить электролиз под действием переменного тока, благодаря возможности выпрямления его в одном из полупериодов.

Снижение величины тока в одном из полупериодов переменного тока может вызвать образование оксидных, солевых или других пленок, диффузию ионов к поверхности электродов, разряд и перезарядку сложных анионов или катионов, кристаллизацию металла и т. п. Все это в целом способствует тому, что при прохождении симметричного переменного тока в прямом и обратном направлениях создаются неодинаковые условия, способствующие преимущественному протеканию одного процесса окисления (или восстановления).

Как известно, алюминий хотя и имеет очень отрицательный потенциал в сернокислой и нейтральной средах химически не растворяется, при анодной же поляризации алюминий также не растворяется, так как на его поверхности образуется очень плотная и устойчивая оксидная пленка – Al_2O_3 и на ней

протекает реакция выделения кислорода. Ранее нами было показано [4–6], что при поляризации промышленным переменным током с частотой 50 Гц, наблюдается растворение алюминиевого электрода.

В данной работе исследован процесс электрохимического растворения алюминиевых электродов в растворе хлорида натрия при поляризации трехфазным переменным током с частотой 50 Гц.

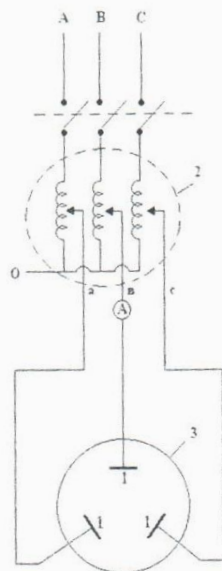


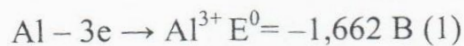
Рис. 1. Принципиальная схема установки для растворения алюминия трехфазным током: 1 – алюминиевые электроды; 2 – трехфазный ЛАТР; 3 – электролизер

Опыты проводились в стеклянном электролизере емкостью 200 мл. В качестве электролита применяли раствор хлорида натрия, а электродов – алюминиевые пластинки чистотой 99,98 %. Принципиальная схема установки приведена на рис. 1. Величину тока в электрохимической цепи регулировали трехфазным ЛАТРОм. В основных опытах длительность электролиза составляла 0,5 ч. Выход по току рассчитывался на анодный полупериод переменного тока на каждой фазе в зависимости от изменения массы электродов после электролиза.

Предварительно проведенные опыты показали, что алюминий в растворе хлорида натрия анодно не растворяется (при поляризации постоянным током).

При повышении плотности тока на электродах до 2000 А/м² выход по току растворения алюминия растет, достигая 77,0 %, а при более высоких плотностях тока выход по току растворения металла постепенно снижается, что можно объяснить образованием оксидных пленок (Al₂O₃) в анодных полупериодах переменного тока. По мере роста плотности тока на электродах закономерно повышается скорость растворения алюминия.

Растворение алюминиевых электродов при поляризации переменным током можно объяснить следующим образом: при нахождении алюминиевых электродов в анодном полупериоде переменного тока, они окисляются по реакции:



В катодном полупериоде восстанавливается молекула воды с образованием водорода, при этом повышается рН раствора.

В результате взаимодействия в объеме раствора ионов алюминия и гидроксид ионов образовывается труднорастворимое соединение $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Установлено, что результате электролиза наблюдается образование дисперсного гидроксида алюминия, структура которого идентифицирована методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии (размеры частиц равны 80–90 нм).

С увеличением концентрации хлорида натрия до 300 г/л выход по току растворения алюминия уменьшается, при концентрации NaCl –100 г/л – 80,6 %, а при NaCl –300 г/л – 70,4 %. Это объясняется тем, что в концентрированном растворе хлорида натрия поверхность электрода частично пассивируется оксидной или солевой пленкой.

С увеличением продолжительности электролиза выход по току растворения алюминиевых электродов растет. Как уже было показано, с течением времени рН раствора повышается, в этой связи усиливается химическое растворение алюминиевых электродов по реакции:



Таким образом нами впервые исследовано электрохимическое растворение алюминиевых электродов при поляризации переменным трехфазным током. Показано, что алюминиевые электроды растворяются с образованием гидроксида алюминия с высоким выходом по току.

Список литературы

1. Озеров А. М., Кривцов А. К., Хамаев В. А. и др. Нестационарный электролиз. Волгоград, 1972. 160 с.
2. Костин Н. А., Кублановский В. С., Заблудовский В. А. Импульсный электролиз. Киев: Наукова думка, 1989. 166 с.
3. Шульгин А. П. Электрохимические процессы на переменном токе. Л.: Наука, 1974. 92 с.
4. Баешов А. Б. Электрохимические процессы при поляризации нестационарным током : материалы Междунар. науч. конф. «Современное состояние и перспективы развития науки и образования в Центральном Казахстане». Караганда. 2008. С. 209–216.
5. Баешов А. Б., Баешова А. К., Сарбаева Г. Т. Способ получения хлорида алюминия (III). Предварительный патент РК № 1767 от 24.01.2005. Оpubл. 15.08.2006. Бюл. № 8.
6. Баешов А. Б., Баешова А. К., Сарбаева Г. Т. Способ получения сульфата алюминия. Инновационный патент РК № 22903. Оpubл. 2010. Бюл. № 10.