

Оформить лабораторную работу в тетради. Фото загрузить в личный кабинет студента одним файлом.

Лабораторная работа № 6

Электролиз цинка

6.1 Цель работы

В лабораторных условиях провести процесс электролитического разложения сульфата цинка с выделением последнего на алюминиевом катоде.

При выполнении лабораторной работы следует изучить влияние различных параметров на процесс электролиза. По окончании работы рассчитать выход по току и удельный расход электроэнергии.

6.2 Перечень необходимого оборудования, приспособлений и материалов для выполнения работы

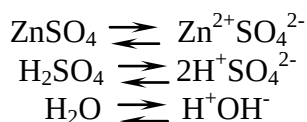
Два свинцовых анода; один алюминиевый катод; ванночка из оргстекла; наждачная бумага; токопроводящие шины; раствор $ZnSO_4$; лабораторные весы; воронки; колбы; лабораторный автотрансформатор; спиртовка; термометр; индикаторная бумага.

6.3 Теоретическая часть

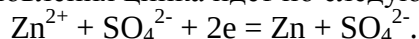
В настоящее время во всем мире применяют гидрометаллургический способ получения цинка. Сущность его заключается в следующем. Полученный на ОФ цинковый концентрат подвергается обжигу. Огарок направляется на выщелачивание. После выщелачивания раствор $ZnSO_4$ очищается от примесей (Fe, As, Sb, Cu, Cd и др.) и поступает на электролиз. Электролиз проводят в ваннах с нерастворимыми свинцовыми анодами и титановыми (алюминиевыми) катодами. Несмотря на то, что цинк обладает высоким электроотрицательным потенциалом (-0,76 В), он выделяется на катоде с большим выходом по току. Это связано с высоким перенапряжением выделения на катоде водорода, которое зависит от плотности тока, температуры электролита, кислотности раствора, добавки ПАВ (поверхностно-активных веществ) и других факторов.

Примерный состав электролита, поступающего на электролиз – 50–60 г/л (Zn) и 100–120 г/л (H_2SO_4).

Вследствие электролитической диссоциации в таком растворе образуются следующие ионы:



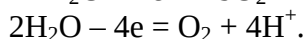
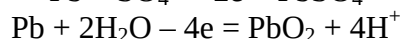
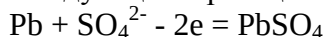
Катодный процесс восстановления цинка идет по следующей реакции:



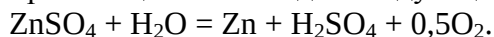
Незначительно протекает (вследствие высокого перенапряжения выделения водорода на катоде) и следующая реакция:



Анодный процесс представлен следующими реакциями:



Суммарная реакция электролиза цинка выглядит следующим образом:



Таким образом, в процессе электролиза на катоде выделяется цинк (незначительно водород), на аноде – кислород, в растворе повышается концентрация серной кислоты.

Как было указано выше, величина водородного перенапряжения зависит от многих факторов. Например, повышение температуры электролита с 20 до 40 °С снижает величину перенапряжения на 55–60 мВ. Перенапряжение водорода в значительной мере зависит от состояния поверхности катода. На полированных поверхностях оно всегда выше. В концентрированных растворах (H₂SO₄) перенапряжение водорода снижается. Наблюдается изменение величины водородного перенапряжения при адсорбции на катоде ПАВ. Адсорбция поверхностно-активных анионов снижает перенапряжение водорода, а адсорбция поверхностно-активных катионов увеличивает перенапряжение выделения водорода.

Повышение плотности тока увеличивает перенапряжение выделения водорода, но при высоких плотностях тока из-за сопротивления электролита повышается температура электролита.

Учитывая приведенные данные (практики), при электроосаждении цинка необходимо выполнять условия для повышения перенапряжения водорода на катоде: высокая плотность тока, низкая температура, добавка ПАВ, умеренная кислотность и т.д.

6.4 Порядок проведения работы

Электролиз проводится в ванночке из оргстекла, в которой устанавливаются два свинцовых анода и один алюминиевый катод которые, предварительно, зачищаются наждачной бумагой. Аноды соединяются с положительной шиной, а катод – с отрицательной.

Условия проведения опыта задаются ведущим преподавателем. К ним относятся: плотность тока в А/м² и время электролиза.

Перед выполнением работы преподаватель проверяет правильность сборки схемы.

После окончания работы катод извлекают из ванночки и затем выключают ток. Катод промывается водой из под крана и помещается в сушильный шкаф. После просушки катод взвешивается и определяется количество осажденного цинка. Электролит из ванночки сливается в специальную емкость. По данным опыта рассчитывается выход по току и удельный расход электроэнергии.

Результаты работы сводятся в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Показатели процесса электролитического осаждения цинка

Показатель	Единица измерения	Значение
Плотность тока	А/м ²	
Поверхность погруженной части катода	м ²	
Температура электролита:		

до опыта	°C	
после опыта	°C	
Время электролиза	ч	
Сила тока	A	
Напряжение на электродах ванны	B	
Вес катода до опыта	г	
Вес катода после опыта	г	
Количество осажденного цинка	г	
Выход по току	%	
Удельный расход электроэнергии	кВт·ч/т	

6.5 Необходимые расчеты

Сила тока рассчитывается по формуле:

$$I = D_k \cdot S_k, A \quad (6.1)$$

где D_k – катодная плотность тока, A/m^2 ;

S_k – площадь катода.

Катодный выход по току определяется по формуле:

$$\eta_k = \frac{P}{I \cdot t \cdot q} \cdot 100\%, \quad (6.2)$$

где P – привес катода (масса осажденного цинка), г;

I – сила тока, A;

t – время опыта, ч;

q – электрохимический эквивалент, г/А·ч (для цинка – 1,2193).

Удельный расход электроэнергии рассчитывается по следующей формуле:

$$W = \frac{U_{cp} \cdot 10^3}{\eta_k \cdot q}, \text{ кВт·ч/т}, \quad (6.3)$$

где U_{cp} – среднее напряжение на электродах ванны, В;

η_k – катодный выход по току (берется в долях единицы);

q – электрохимический эквивалент.