

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭКСТРАКЦИИ ЦИНКА ИЗ
СЕРНОКИСЛОГО РАСТВОРА, ПОЛУЧЕННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕМ
ОГАРКА ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Л. Е. САРГСЯН, А. А. ТЕР-ТОРОСЯН и М. В. МАРТИРОСЯН

Государственный инженерный университет Армении, Ереван

Поступило 30 XII 2001

Исследованы параметры электроэкстракции цинка из сернокислого раствора выщелачивания огарка цинкового концентрата (80 г/л Zn^{2+} и 135 г/л H_2SO_4). Показано, что эффективность процесса обеспечивается парой Pb-0,8%Ag анод - Zn катод при температурах 38-40°C.

Рис. 2, библиографических ссылок 9.

В настоящее время более 80% мирового производства цинка приходится на его электролиз из сернокислых растворов. Плотность тока в процессе колеблется от 290 до 1000 А/м², напряжение на ванне достигает 3,3 В, выход по току составляет 90%, а расход электроэнергии – 3,3-3,5 кВт(ч/кг [1-3]. При этом в процессе электроэкстракции большое внимание уделяется снижению удельного расхода электроэнергии, повышению выхода по току и чистоте полученного металла. Последнее в свою очередь зависит от чистоты электролита, электрохимической и коррозионной стойкости материала анода в данном электролите, а также от других параметров, тормозящих процесс соосаждения примесей на катоде вместе с цинком [4]. Теоретически при электролизе цинка из сернокислых растворов должен выделяться только водород. Выделение же цинка становится возможным только потому, что выделение водорода на цинке сопровождается очень высоким перенапряжением. Минимальное перенапряжение, наблюдаемое при выделении водорода на цинковом электроде в 1 М растворе серной кислоты, равно -0,7 В. Очевидно, что при выделении цинка, стандартный потенциал которого равен -0,762 В, одновременно будет выделяться и водород [1]. На величину перенапряжения влияют материал катода, его поверхность, плотность тока, состав электролита [2, 3, 5].

Для обеспечения минимального расхода электроэнергии необходимо иметь высокий выход по току и сравнительно малое напряжение на ванне. Последнее в основном определяется разностью потенциалов между анодом и катодом. Следовательно, любое мероприятие, способствующее смещению анодного потенциала в электроотрицательную, а катодного – в электроположительную сторону, положительно повлияет на удельный расход электроэнергии. На практике изменением только анодного потенциала можно решить данную проблему, т. к. в этом случае благодаря оптимальному выбору материала анода, характеру его поверхности, а также другим факторам, влияющим на анодные реакции, удастся в той или иной степени снизить перенапряжение на аноде.

Принимая во внимание вышеизложенное, для выявления оптимальных параметров электроэкстракции цинка были проведены потенциостатические исследования анодного поведения свинцовых электродов в сернокислых растворах, полученных выщелачиванием огарка Шаумяновского полиметаллического цинкового концентрата [6, 7].

Экспериментальная часть

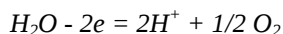
Опыты проводились в трехэлектродной электрохимической ячейке с помощью потенциостата “П-5827М”. Исследуемый раствор с $pH=4,5$ содержал 80 г/л Zn^{2+} и 135 г/л H_2SO_4 . Для предотвращения отрицательного воздействия ионов Cu и Cd на состав и выход по току катодного цинка раствор подвергали очистке цинковой пылью и фильтрации двойным слоем фильтровальной бумаги. Температуру электролита автоматически регулировали термостатом “U10” посредством постоянной циркуляции воды по наружной рубашке электрохимической ячейки.

В качестве электродов использовались призматические аноды из сплавов $Pb-0,8\%Ag$, $Pb-6\%Sb$ и чистого Pb с рабочей поверхностью 0,13 cm^2 и цинковые катоды с рабочей поверхностью 1,3 cm^2 . Перед каждым опытом электроды обрабатывались переменным током, их поверхности очищались шлифовальной бумагой с последующей промывкой в дистиллированной воде. Для измерения анодного потенциала применяли насыщенный хлористым калием электрод $Ag/AgCl$.

Исследовали влияние температуры ($t=19, 28, 38^\circ C$), плотности тока, материала анода на величину анодной поляризации и напряжения на ванне. Для пересчета величины анодного потенциала по отношению к стандартному водородному электроду (СВЭ) к полученному значению прибавляли 0,201 В (стандартный электродный потенциал насыщенного электрода $Ag/AgCl$ при $25^\circ C$).

Полученные результаты и их обсуждение

По результатам проведенных измерений получены анодные поляризационные кривые (рис.1, а,б,в) в зависимости от плотности тока. Для всех трех анодов они проявляют достаточно закономерный характер. При низких плотностях тока вплоть до $17-18 \text{ A/m}^2$ анодные потенциалы быстро возрастают, достигая потенциала образования $\text{PbSO}_4/\text{PbO}_2$ (1,604 В) [8]. После этого поляризуемость ($\partial\phi/\partial i$) анодов падает и наблюдается тафелевская зависимость. Очевидно, что подобное поведение анодов является следствием стабилизации поверхностной электропроводной пленки PbO_2 . При плотностях тока выше 400 A/m^2 на поверхности анода интенсивно выделяется кислород:



Выделение водорода на катоде наблюдается при потенциале -0,82 В, что с большой точностью совпадает с теоретическими данными [1].

При одинаковых температурах перенапряжение кислорода на аноде наименьшее для сплава $\text{Pb}-0,8\%\text{Ag}$ (рис.1). Соответственно напряжение на ванне тоже при использовании анода $\text{Pb}-0,8\%\text{Ag}$ будет наименьшим, что подтверждается данными рис.2. Независимо от анодного материала при одних и тех же плотностях тока повышение температуры способствует смещению анодного потенциала в электроотрицательную сторону. При температуре 19°C и плотности тока 670 A/m^2 потенциал выделения кислорода на аноде $\text{Pb}-0,8\%\text{Ag}$ на 65 мВ меньше, а на аноде $\text{Pb}-6\%\text{Sb}$ на 30 мВ больше, чем на аноде из чистого Pb . Повышение температуры электролита до 38°C еще на $60-65 \text{ мВ}$ смещает потенциал выделения кислорода на всех трех анодах (при $i=670 \text{ A/m}^2$). Однако, принимая во внимание то, что при температурах выше 45°C электролиз цинка становится неэффективным (понижается выход по току, возрастает скорость коррозии катодов и свинецсодержащих анодов), следует ограничить температуру раствора до $40-42^\circ\text{C}$.

Из сравнения анодных поляризационных кривых видно, что в исследуемом растворе при одинаковых температурах и плотностях тока (670 A/m^2) потенциал выделения кислорода на аноде $\text{Pb}-6\%\text{Sb}$ на $90-100 \text{ мВ}$ выше, чем на аноде $\text{Pb}-0,8\%\text{Ag}$. Анод из чистого Pb принимает промежуточное значение.

Полученные результаты как количественными, так и качественными показателями совпадают с опытными данными, полученными при исследовании рассмотренных анодов в стандартном цинковом сернокислом электролите (55 г/л Zn^{2+} и $180 \text{ г/л H}_2\text{SO}_4$) [9]. Незначительное отклонение потенциалов, по-видимому, связано с разными концентрациями ионов цинка и серной кислоты.

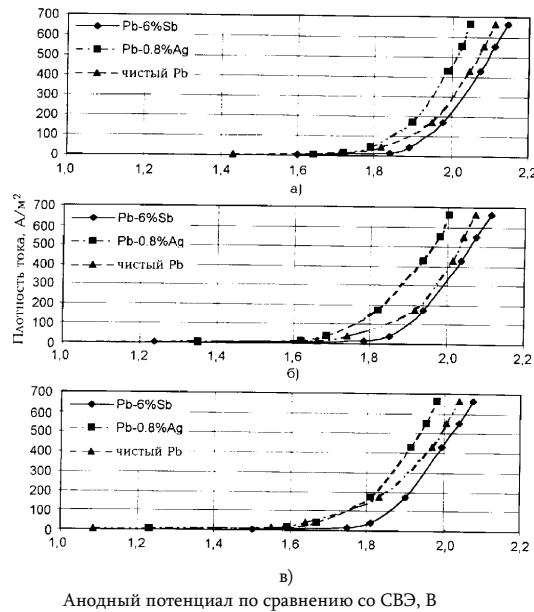


Рис. 1. Анодные потенциалы свинцовых анодов в 19%-ном растворе цинкового сульфата при температурах 19, 28 и 38°C.

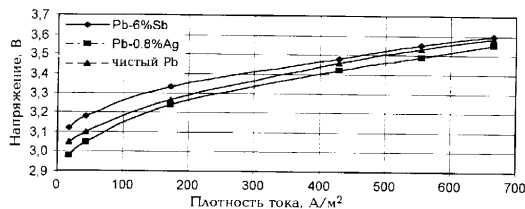


Рис. 2. Вольт-амперные характеристики свинцовых анодов в 19%-ном растворе цинкового сульфата при температуре 38°C.

Напряжение на ванне, которое определяет удельный расход электроэнергии, последовательно снижается с повышением температуры, и в одних и тех же условиях, при использовании электродной пары цинковый катод – свинцовосеребряный анод, наименьшее.

Таким образом, в производственных условиях для обеспечения эффективного технологического режима электроэкстракции цинка из сернокислого раствора, полученного выщелачиванием огарка цинкового концентрата, в качестве анода рекомендуется сплав Pb-0,8%Ag и температура электролита 40-42°C.

ՑԻՆԿԱՅԻՆ ԽՏԱՆՅՈՒԹԻ ԲՈՎՎԱԾՔԻ ՏԱՐԱԼՈՒԾՄԱՆ ՍՈՒԼՏԱՏ-ԹՔՎԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻՑ ՑԻՆԿԻ ԷԼԵԿՏՐԱԿՈՐԶՄԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԵՐԸ

Լ.Է. ՄԱՐԳՍՅԱՆ, Ա.Ա. ՏԵՐ-ԹՈՐՈՍՅԱՆ և Մ.Վ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ

Հետազոտված են բազմամետաղային ցինկային խտանյութի բովվածքի տարալուծման սուլֆատ-թթվային լուծույթից (80 գ/լ Zn^{2+} և 135 գ/լ H_2SO_4) ցինկի էլեկտրակորզման պարամետրները՝ մաքուր Pb, Pb-0,8%Ag և Pb-6%Sb անոդներով: Ցույց է տրված, որ գործընթացի արդյունավետությունն

ապահովվում է Pb-0,8%Ag անոդ - Zn-ի կաթոդ էլեկտրոդային զույգով 38-40°C ջերմաստիճանում:

INVESTIGATIONS OF THE PARAMETERS OF ZINC ELECTROWINNING FROM ZINC CONCENTRATE LEACHING ACID-SULPHATE SOLUTION

L. Ye. SARGSYAN, A.A. TER-TOROSYAN and M. V. MARTIROSYAN

The parameters of zinc electrowinning from polymetallic zinc concentrate leaching acid-sulphate solution (80 g/l Zn^{2+} and 135 g/l H_2SO_4) were investigated using potentiometric polarization method. The polarization behavior of pure Pb, Pb-0,8%Ag and Pb-6%Sb anodes was studied. Laboratory scale experiments have been performed to determine influence of current density and temperature on cell voltage. It is indicated, that the increase of temperature shift anodic polarization curves towards electronegative sides. On the other hand, the electrolyte temperature above 40°C leads to electrodes corrosion. In the same other conditions the process effectiveness are reached by the Pb-0,8%Ag anode - Zn cathode electrode pair at 38-40°C.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Баймаков Ю.В., Журин А.И. Электролиз в гидрометаллургии. М., Metallurgia, 1977, 335 с.
- [2] Bestetti M., Ducati U., Kelsall G.H., Li G., Guerra E. // Canadian Metallurgical Quarterly, 2001, v.40, №4, p. 451.
- [3] Лоскутов Ф.М. Metallurgia цинка. М., Metallurgizdat, 1945, 355 с.
- [4] Электрометаллургия водных растворов // Под ред. Г. Егера. Пер. с немецкого. М., Metallurgia, 1966, 550 с.
- [5] Григорьев В.Д. // Цветные металлы, 1986, №12, с. 30.
- [6] Մարգարյան Լ., Մարտիրոսյան Մ., Տեր-Փորոսյան Ա. // Կապանի լեռնահարստացման կոմբինատի ցինկային խտանյութի բովվածքի տարալվացումից ստացված լուծույթի պոտենցիոստատիկ հետազոտությունները // ՀՊՃՀ-ի տարեկան գիտաժողովի նյութեր, 2001թ., հատոր 2, էջ 494-495:
- [7] Մարգարյան Լ., Տեր-Փորոսյան Ա., Ջուրնայան Մ. // Կապանի լեռնահարստացման կոմբինատի ցինկային խտանյութի թրծման օպտիմալ պարամետրերի ընտրությունը // ՀՊՃՀ-ի տարեկան գիտաժողովի նյութեր, 2001թ., հատոր 2, էջ 495-496:
- [8] Beruble L.Ph., Piron D.L. // J. Electrochemistry Soc., 1987, №134, p. 562.
- [9] Sargsyan L. Ye., Martirosyan M. V., Safaryan H. B., Hovhannisyan A. M. Development of an Improved Anode for Zinc and Copper Electrowinning, Issue report, SEUA, Yerevan, 1998, 83 p.