

## 향류순환되는 Li(Hg)-LiOH용액계의 과도상태에 미치는 프로필아민의 영향

김철혁, 한경찬

프로필아민은 리튬아말감(Li(Hg))의 분해를 억제하는 작용[1]을 하는것으로 하여 Li(Hg)가 포함되어있는 반응계의 수용액에 첨가된다. 그러나 향류순환되는 Li(Hg)-LiOH 용액계[3]의 과도상태에 미치는 프로필아민의 영향을 고찰한 연구자료는 발표된것이 없다.

우리는 향류순환되는 Li(Hg)-LiOH용액계에서의 농도변화과정을 수학적으로 모의하고 과도상태에 미치는 프로필아민의 영향을 이론적으로 고찰하였다.

### Li(Hg)-LiOH용액계에서의 농도변화과정에 대한 수학적모의

향류순환되는 Li(Hg)-LiOH용액계에서의 물질이동도는 그림 1과 같다.

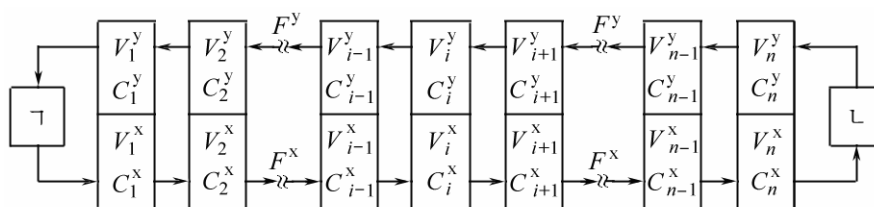
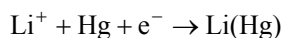


그림 1. 향류순환되는 Li(Hg)-LiOH용액계에서의 물질이동도[2]

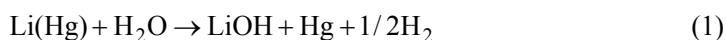
x—Li(Hg)상, y—LiOH용액상;  $V_i^x$ ,  $V_i^y$ — $i$ 번째 분리단에서 Li(Hg)와 LiOH용액의 체적(L);  
 $C_i^x$ — $i$ 번째 분리단의 Li(Hg)에서 리튬의 농도(mol/L),  $C_i^y$ — $i$ 번째 분리단의 LiOH용액에서 LiOH의 농도(mol/L),  $n$ —분리단수;  $F^x$ ,  $F^y$ —Li(Hg)와 LiOH용액의 흐름속도(L/min);  $\Gamma$ ,  $\Lambda$ —상전환단

상전환단  $\Gamma$ 에서는 LiOH용액속의 리튬을 Li(Hg)로 전환시키며 상전환단  $\Lambda$ 에서는 Li(Hg)상태의 리튬을 LiOH로 전환시켜 LiOH용액으로 넘긴다.

상전환단  $\Gamma$ 에서



상전환단  $\Lambda$ 에서



매 분리단에서도 역시 반응 (1)이 진행된다데 리상카스케드의 조건이 만족된다고 가정하면 매 분리단에서 반응 (1)의 속도방정식은 다음과 같다.

$$\frac{dC_1^x}{dt} = \frac{1}{V_1^x} (F^y C_1^y - F^x C_1^x) - k C_1^x \quad (2)$$

$$\frac{dC_i^x}{dt} = \frac{F^x}{V_i^x} (C_{i-1}^x - C_i^x) - k C_i^x \quad (i = 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

$$\frac{dC_i^y}{dt} = \frac{F^y}{V_i^y} (C_{i+1}^y - C_i^y) + \frac{V_i^x}{V_i^y} k C_i^x \quad (i=1, 2, \dots, n-1) \quad (4)$$

$$\frac{dC_n^y}{dt} = \frac{1}{V_n^y} (F^x C_n^x - F^y C_n^y) + k C_n^x \quad (5)$$

여기서  $k$ 는 반응 (1)의 속도상수이다.

## 모의결과 및 고찰

$n=5$ ,  $F^x = F^y = 2\text{L/min}$ ,  $V_i^x = V_i^y = 100\text{L}$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ),  $C_i^x = C_i^y = 0.5\text{mol/L}$ 로 설정하고 LiOH용액에 프로필아민을 첨가하지 않았을 때 반응 (1)의 속도상수값( $0.0044[1]$ )을 리용하여 식 (2)–(5)를 근사풀이한 결과에 의하면 Li(Hg)와 LiOH용액에서 시간에 따르는 리튬과 LiOH의 농도변화는 그림 2, 3과 같다.

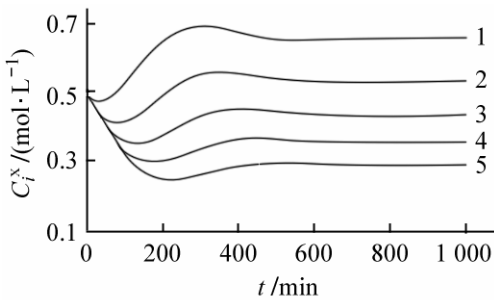


그림 2. Li(Hg)에서 시간에 따르는  
리튬의 농도변화  
1–5는 분리단의 번호

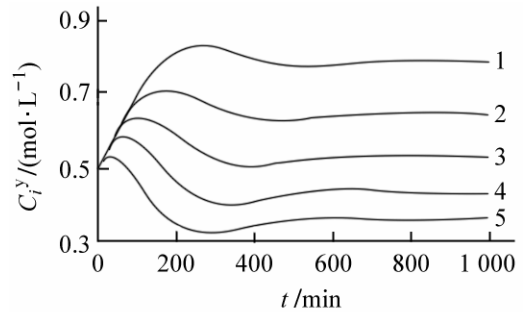


그림 3. LiOH용액에서 시간에 따르는  
LiOH의 농도변화  
1–5는 분리단의 번호

그림 2와 3에서 보는바와 같이 매 분리단의 Li(Hg)와 LiOH용액에서 리튬과 LiOH의 농도는 시간에 따라 임펄스모양으로 변하면서 일정한 평형값으로 접근하며 분리단들 사이의 농도차는 Li(Hg)에서보다 LiOH용액에서 더 크다.

한편 LiOH용액에서 프로필아민의 농도가 5%이상일 때(반응 (1)의 속도상수값이  $0.0036[1]$ 으로서 일정할 때) 이와 같은 방법으로 근사풀이한 결과에 의하면 Li(Hg)와 LiOH용액에서 시간에 따르는 리튬과 LiOH의 농도변화는 그림 4, 5와 같다.

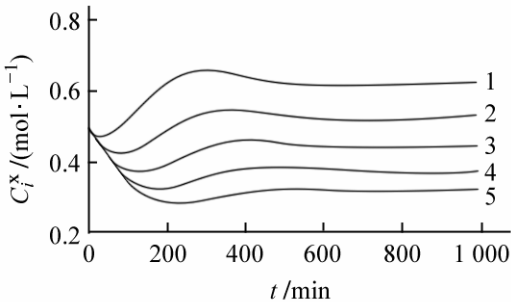


그림 4. LiOH용액에서 프로필아민의 농도가 5%이상  
일 때 Li(Hg)에서 시간에 따르는 리튬의 농도변화  
1–5는 분리단의 번호

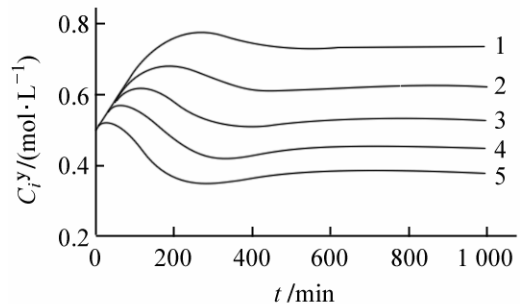


그림 5. LiOH용액에서 프로필아민의 농도가 5%이상일 때 시간에 따르는 LiOH의 농도변화  
1–5는 분리단의 번호

그림 4와 5에서 보는바와 같이 매 분리단의 Li(Hg)와 LiOH용액에서 시간에 따르는 리튬과 LiOH의 농도변화모양은 그림 2, 3에서와 같지만 분리단들사이의 농도차는 작아진다. 따라서 1단의 Li(Hg)에서 리튬농도의 최대값과 5단의 Li(Hg)에서 리튬농도의 최소값사이의 차는  $0.37\text{mol/L}$ 이고 1단의 LiOH용액에서 LiOH농도의 최대값과 5단의 LiOH용액에서 LiOH농도의 최소값사이의 차는  $0.44\text{mol/L}$ 로서 프로필아민을 첨가하지 않았을 때(각각  $0.43$ ,  $0.52\text{mol/L}$ )보다 작다.

### 맺는 말

1) 매 분리단의 Li(Hg)와 LiOH용액에서 리튬과 LiOH의 농도는 시간에 따라 임플스모양으로 변하면서 일정한 평형값으로 접근하며 분리단들사이의 농도차는 Li(Hg)에서 보다 LiOH용액에서 더 크다.

2) LiOH용액에서 프로필아민의 농도가 5%이상일 때에는 분리단들사이의 농도차가 작아진다.

### 참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 55, 1, 98, 주체98(2009).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 57, 2, 78, 주체100(2011).
- [3] M. Wolfsberg et al.; Isotope Effects, Springer, 267~277, 2010.

주체110(2021)년 4월 5일 원고접수

## Influences of Propylamine on the Transient State of Li(Hg)-LiOH Solution System Circulating by the Countercurrent

*Kim Chol Hyok, Han Kyong Chan*

We mathematically simulated the concentration change process in Li(Hg)-LiOH solution system circulating by the countercurrent and considered the influences of propylamine on the transient state theoretically.

When the concentration of propylamine is more than 5% in LiOH solution, the concentration differences between the separation plates decrease.

Keywords: transient state, propylamine