

EE3

안정한 수평 다공성유체층에서 이중확산에 의한 이온의 물질전달 Double-Diffusive Ionic Mass Transfer in a Stable Horizontal Porous Layer

신승일, 윤도영, 오성근*

광운대학교 화학공학과, 한양대학교 화학공학과*

자연대류는 중력장하에서 온도 또는 농도차에 의하여 유발되는 부력 및 표면 장력의 변화가 점성 및 확산력을 극복할 때 발생한다. 다공성 매질층에서의 자연대류는 충전탑에서의 물질전달, 농산물 저장계, 지하에서의 오염물질의 이동, 원자로의 냉각등과 밀접한 관련이 있다. 따라서 자연대류의 발생에 의한 전달특성의 변화는 공정의 설계 및 제어에서 중요한 역할을 한다. 전기화학계에서 이온의 물질전달현상은 자연대류와 관련하여 폭넓게 연구되어 왔으며, 전기화학계, 태양못 및 결정성장 공정 같은 계에서는 온도 및 농도차에 의한 이중확산대류가 발생하게 된다. 다공성 매질층에 포화된 유체가 유동할 때 유동방정식이 다양하게 나타날 수 있으므로, 열 또는 물질전달이 발생하는 계면에서의 전달량에 대한 예측은 매우 복잡하다. 본 연구에서는 열적으로 성층화되어 있는 수평다공성 유체층에서 유발되는 이온의 이중확산대류의 전달특성을 이론적으로 또한 실험적으로 조사하였다. 이론에서는 구분된 경계층내의 농도분포로부터 전달상관식의 원형을 도출하는 Cheung 의 방법을 적용하였으며, 실험을 통하여 이론의 자료를 보완하였다. 본 연구에서 채택한 전기화학계에서는 화학적인 안정성이 높고, 물성치가 잘 알려져 있는 황산구리-황산수용액을 전해용액으로 사용하였다. 전극으로는 양극과 음극 모두 구리판으로 구성하여, 두 수평전극간에 전위차가 주어지면 전극면에서 구리이온이 산화/환원반응이 일어나는 전기도금계를 채택하였다. 실험장치는 컴퓨터 제어용 Potentiostat/Galvanostat (EG&G Parc. Model 263A, 94option), 전극셀, 그리고 PC로 구성되었다. 열적으로 안정한 계를 구성하기 위하여 상부면이 가열되며, 하부면은 일정온도로 유지시켰다. 다공성매질은 일정규격의 유리구를 사용하였으며, 유리구의 크기, 양극간의 온도차와 전해액의 농도를 바꾸면서 실험조건들을 변화시켰다. 실험방법으로는 각 조건에 대한 한계전류를 측정하고, 한계전류에 해당되는 전위차를 전극에 부여하여 전류의 방향에 대한 대류 및 확산 그리고 확산만의 물질전달량을 측정하였다. 실험적 자료들은 이중확산대류계에서 요구되어지는 주요무차원수들로 환산이 되어 이론에서 유도한 Sherwood 수 전달상관식에 적용할 수 있다. 본 연구는 성층화된 온도장을 이용하여 이중확산대류의 발생을 정량적으로 조절하는 데 필수적인 전달상관식을 이론적으로 제시하는데 그 의의가 있다. 따라서 본 연구의 결과들은 전기화학계를 비롯한 다양한 다성분계에서 물질전달량을 예측하고, 자연대류의 발생을 억제하는 방안을 모색하는데 있어 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.