

계면활성제의 미셀흡착을 이용한 한외여과시스템에서의 중금속 제거

한 광 희 , 양 현 수

충남대학교 대학원 공업화학과

Removal of Heavy Metals using Surfactant Micellar-Enhanced Ultrafiltration

Kwang-hcc. Han and Hyun-soo. Yang

Dept. of Industrial Chemistry, Graduate School

서 론

산업폐수는 종종 희석용액 내에 많은 유독성 물질을 함유하고 있다. 산업폐수를 처리하는 분리공정으로 역삼투막과 한외여과와 같은 막분리 기술은 분리공정이 간단하고 상변화없이 폐수용량을 크게 감소시킬 수 있고 에너지 소모가 작은 장점을 가지고 있어 그 적용이 확산되고 있다. 계면활성제의 흡착성을 이용한 한외여과 막분리는 높은 막투과속도와 계면활성제의 높은 선택성이 결합된 것인데, Sodium Dodecyl Sulfate(SDS)와 같은 계면활성제를 이용하여 폐수로부터 불용성 중금속 이온과 독성의 유기물질을 분리하는 데에 적용할 수 있다.

임계미셀농도(CMC) 이상에서의 농도에서, 60~200 계면활성제 분자들이 거대분자나 미셀을 형성하면서 서로 응집된다. 그러므로 음으로 하전된 미셀과 결합된 금속 음이온은 2,000에서 10,000 범위의 분자량을 가지는데 역삼투막(RO)보다 작은 압력에서 상당히 큰 막투과속도를 가진 한외여과막에 의해 선택적으로 제거될 수 있다.

본 연구의 목적은 중공사 한외여과막의 막투과속도에 미치는 인자들의 영향과, 계면활성제의 흡착성을 이용한 중공사 한외여과 막분리계 성능에 미치는 금속의 형태, S/M 몰비등의 효과를 결정하는데 있다.

실 험

1. 실험 재료

본 연구에서 사용된 계면활성제는 Sodium Dodecyl Sulfate(SDS) 또는 Sodium Lauryl Sulfate (Duksan Pharmaceutical Co., Ltd., Lot. No. 61111)로서 First Grade를 사용하였다. 시약은 분석용 시약급으로 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 그리고 $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 가 사용되었다. 모든 실험에서 사용된 물은 증류되고 탈이온된 물이었다.

2. 실험 장치

본 연구에서 사용된 한외여과막 장치는 중공사막 모듈, Peristaltic Pump, Dual Jacket, 항온조, 압력게이지, 유량계 등으로 이루어져 있다. 본 연구에 사용된 한외여과막은 분획분자량이 3,000인 것으로 재질이 Polysulfone이다. 유효막면적은 0.6 m²이고 중공사막의 내경은 0.5 mm이었다. 모든 실험은 25 ℃에서 실행되었다.

3. 실험 방법

실험은 아래의 순서로 수행되었다.

① 용액의 막투과속도, 제거율

농도를 알고 있는 중급속이 포함되어 있는 용액 저장조에 계면활성제를 첨가하면서 압력차변화에 따른 (낮은 압력차부터 수행) 막투과속도 및 막투과액의 중급속이온의 제거율을 보고자 투과액중의 농도를 측정하였다.

② S/M 몰비 영향

S/M 몰비 변화가 막투과속도와 제거율에 미치는 영향을 살펴보기 위해 일정한 농도의 중급속 이온에 계면활성제를 계속해서 첨가하였다.

③ 시료채취

정상상태의 실험값을 얻기 위해 막투과액 및 투과액 농도는 실험 시작후 약 30분 이상이 경과된 뒤에 측정하였다. 실험도중 도입용액의 농도를 일정하게 유지시키기 위해 배출액을 용액 저장조로 순환시켰으며, 막투과액도 농도측정에 사용될 시료량을 제외하고는 모두 용액 저장조에 다시 넣어주었다.

④ 분석

도입용액 및 투과액 중의 음이온 계면활성제는 HPLC나 TLC-FID (Iatron Co., Ltd. Japan)로 분석하였고 중급속이온은 ICP로 분석하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서 합성 계면활성제 중의 하나인 Sodium Dodecyl Sulfate(SDS)를 가지고 임계미셀농도(CMC)에서의 흡착성을 이용하여 폐수중의 중급속이온을 제거하는 실험을 수행하였다. 중공사 한외여과막의 초기 순수 투과속도 실험을 추진력인 압력차 변화에 따르는 영향을 관찰하였고, 순환유속이 클수록 막투과속도가 증가하는 것으로 보아 막투과속도에 영향을 미치는 인자는 보통 압력차, 농도, 순환유속 등인 것으로 알 수 있었다. 분리 효율성이 계면활성제와 급속의 형태, 계면활성제와 급속이온의 몰비(S/M), 계면활성제와 중급속과의 결합 특성, 운전압력 등에 의해 영향을 받았다. S/M비가 5인 곳에서의 제거율이 90%을 보였고 S/M비가 8인 곳에서의 제거율이 95% 이상인 것을 보였다. 이는 계면활성제의 농도가 임계미셀농도에 이르고, 이 미셀의 전하밀도가 급격하게 증가하였다. 음이온 계면활성제의 미셀은 음으로 하전을 띠고 양이온을 정전기적인 힘에 의해 끌어당겨 결합하였다. 이때에 분자의 크기가 커진 계면활성제가 적당한 공극크기의 한외여과막에 제거되었다.

참고 문헌

1. H. M. Yen and T. W. Cheng, *Separation Science and Technology*, 28(6), 1341-1355 (1993).
2. Yi-Chu Huang, B. Btchelor and S. S. Koscoğlu, *Separation Science and Technology*, 29(15), 1979-1998 (1994).