

일반강연II-12

투과증발을 이용한 알코올 농축

임근택, 김현일, 김성수
 경희대학교 공과대학 화학공학과

Concentration of Alcohols in Dilute Aqueous Solution by Pervaporation

Kun Taek Lim, Hyun Il Kim, Sung Soo Kim
 Department of Chemical Engineering, College of Engineering,
 Kyunghee University

1. 서론

투과증발을 이용한 분리공정은 현재 산업적으로 다양하게 응용되고 있다. 사탕수수에서 발효, 증류된 93 % 에탄올을 99.8 % 이상의 무수에탄올로 농축 하기 위해 물을 탈수하는 공정이 이미 상업화 되어 있으며, 또, 반도체 웨이퍼나 LCD 세정제로 사용되는 IPA 회수공정, 폐수나 대기중에 함유된 방향족, 염소계 탄화수소 등의 휘발성 유기성분(VOC)을 제거, 회수하는 유기물 농축공정에도 사용되고, 이밖에 기존의 증류로 분리하기 힘들고, 에너지 사용량이 높은 유사한 유기 혼합물의 분리에 사용되며 현재 메탄올/MTBE 및 에탄올/ETBE 등의 혼합물을 분리하기 위해 투과증발 system 개발이 진행되고 있다. 투과증발공정에 사용되는 분리막으로 탈수공정은 물의 특성상 고분자와 강한 수소결합을 형성할 수 있는 친수성 고분자인 PVA, PVP, PAA과 PAN, PTFE 공중합체등이 사용되며, 유기물 농축은 물보다 유기용제에 대한 친화력이 높은 소수성 고분자인 silicon rubber, PDMS, PMSP, polystyrene-polyfluoro alkylate copolymer composite 등이 사용되고 있다. 유기물 분리는 두 용제 사이의 극성차와 같은 물리·화학적 성질에 따라 적당한 막을 선택하여야 한다.

생물 발효 공정으로부터 생성되는 알코올류 특히 부탄올은 기존에 연료로써 연구되어진 메탄올이나 에탄올보다 단위 몰당 발열량이나 물리·화학적 특성이 우수하고, 완전연소시 가솔린이나 경유보다 질소화합물이나 황화합물 등의 공해물질의 배출을 감소 시킬수 있다. 이런 부탄올을 효과적으로 농축시키기 위해 투과증발공정이 연구되어 왔고, flux와 selectivity를 향상시키기 위해 다양한 분리막의 개발이 이루어지고 있다.

본 연구에서는 PDMS membrane과 PP-substrate에 여러 가지 monomer을 plasma coating하여 막의 표면을 개질시켜 그 분리능을 조사하였고, 알코올의 종류, 조업 온도, feed의 알코올 농도등의 조업조건을 변화시켜가며 flux와 selectivity의 변화를 조사하였다.

2. 실험

PDMS membrane은 MTR사의 제품을 사용하였고, methanol, ethanol, propanol, butanol등의 네가지 알코올을 Fig.1의 투과 증발 장치로 비교 실험 하였다. 조업 온도는 40, 50, 60 °C로 변화 시켰고, butanol의 농도를 1, 2, 3, 4, 5 wt%로 변화 시켜 flux와 selectivity에 대한 영향을 살펴보았다. PP substrate에 butanol, styrene, phenyl ether, ethyl ether, methanol등의 monomer를 사용하여 plasma coating한 후 그 분리능을 조사하였다. plasma 처리 조업 조건으로 plasma coating 반응 시간은 10, 20, 30 분으로, 공급 power는 5, 10, 15 W로 변화 시켜 실험을 하였다. 제조된 plasma coating 막의 특성은 SEM과 FT-IR로 조사하였다.

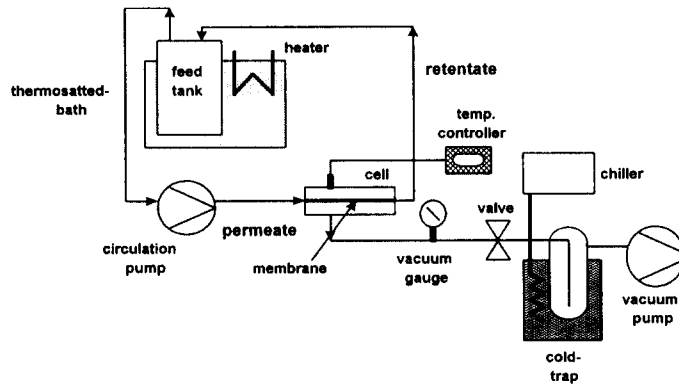


Fig. 1 Pervaporation apparatus

3. 결 과

Fig.2에서 보는바와같이 조업 온도에 따라 butanol flux와 water flux가 증가 하였고, separation factor는 감소한 것으로 나타났다. 온도의 증가는 polymer chain의 mobility를 증가시켜 free volume이 커지게 하여 butanol뿐만 아니라 water flux도 크게 증가한 것으로 보인다. Fig. 3은 butanol 농도 변화에 따른 flux와 separation factor 영향을 살펴 본 것으로, 물보다 butanol이 PDMS 막에 대한 plasticizing 효과가 높기 때문에 butanol의 농도가 높을수록 전체적으로 flux와 separation factor가 향상된 것으로 나타났다.

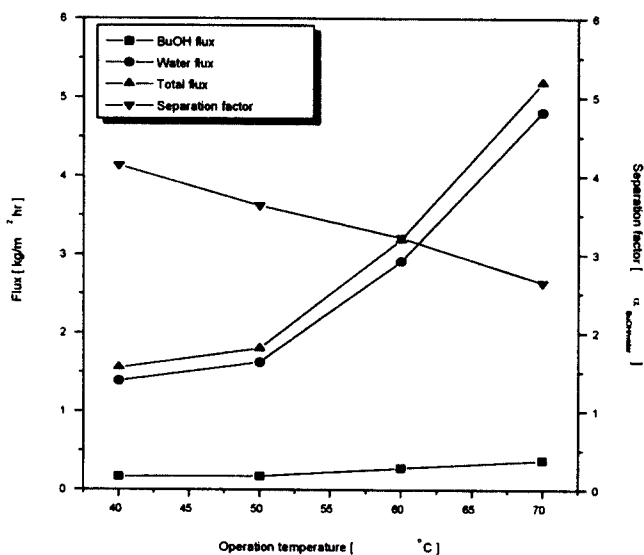


Fig.2 Effects of operation temperatures on flux and separation factor for PDMS membrane

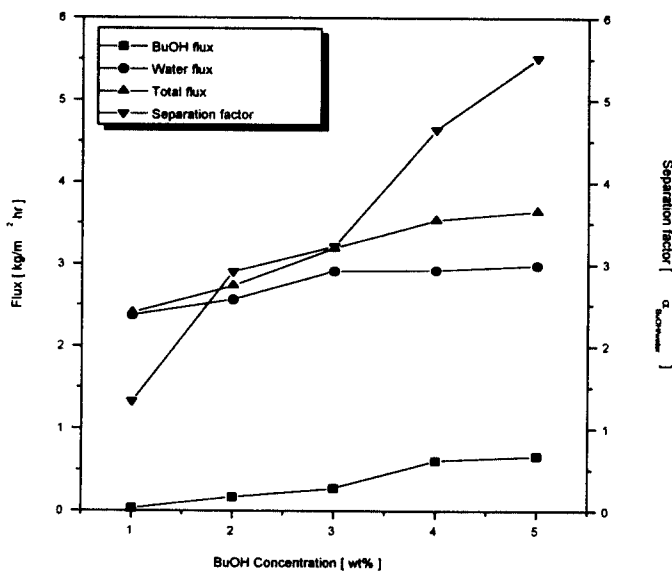


Fig.3 Effects of butanol concentrations on flux and separation factor for PDMS membrane

4. 참고 문헌

1. Anne Jonquieres, Anthony Fane, J. Membr. Sci., 125, 245 (1997)
2. T.KASHIWAGI, K.OKABE, K.OKITA, J. Membr. Sci., 36, 353 (1988)
3. M. Bennett, B.J. Brisdon, J. Membr. Sci., 137, 63 (1997)
4. J. Neel, pervaporation, Membrane Sci. Technol. Ser., 2 (1995)
5. H.Yasuda, Plasma Polymerization, Academic Press, Orlando, FL, 1985
6. O.Gorbig, S.Nehlsen, J.Muller, J. Membr. Sci. 138, 115 (1998)
7. D.Roizard, R.Clement, P.Lochon, J.Kerres, G.Eigenberger, J. Membr. Sci. 113, 151 (1996)