

관형투과증발막에 의한 무수알콜의 분리

송 규민, 홍 원희
한국과학기술원 화학공학과

Alcohols dehydration by pervaporation using tubular type membrane

Kyu Min Song, Won Hi Hong
Department of Chemical Engineering,
Korea Advanced Institute of Science and Technology

서론

투과증발에 대한 연구는 많은 연구자들에 의해 연구되어왔다. 이러한 연구의 주된 관심사는 무엇보다도 물에 선택성을 갖고 높은 플럭스를 유지하면서 기계적으로 안정된 막의 제조에 있었다. 그러나 이와 더불어 연구되어야 할 것이 모듈의 형태에 따른 영향을 살피고 이에 대해 이론적으로 고찰하는 것이다. 본 연구에서는 다공성의 세라믹관에 투과증발용 고분자막을 dip-coating하여 이를 이용한 투과증발실험과 이론적 고찰을 수행하였다.

이론

관형막을 사용하였을 경우 관안에서 이루어지는 물질수지식은 다음과 같다[1].

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} + v_z \frac{\partial C_A}{\partial z} = D_{AB} \nabla^2 C_A - Q_A$$

여기서 Q_A 는 관형투과증발막을 통해 밖으로 제거되는 것을 말한다. 또한 액상의 경계층에서는 다음의 상관관계식이 성립된다[2].

$$Sh = aRe^b Sc^c \left(\frac{d_H}{L} \right)^d$$

여기서 d_H 는 관의 수력학적 지름이며, L 은 길이이다. 일반적으로 laminar영역에서는 $a=1.62$, $b=0.33$, $c=0.33$, $d=0.33$ 의 값을 갖는 것으로 알려져 있다. Turbulent에서는 $a=0.34$, $b=0.75$, $c=0.33$ 그리고 $d=0$ 의 값을 갖는다. 따라서 유속이 증가함에 따라 물질전달이 커져 플럭스가 증가하는 현상을 보인다.

실험

(1) 실험재료

사용된 시약은 알콜로 ethanol, IPA 그리고 TBA를 사용하였다. 세라믹관의 제원은 외경 10mm, 내경 7mm이고 길이는 150mm이다.

(2) 실험방법

장치는 Figure 1에서 보듯이 일반적 투과증발 장치와 동일하며 투과증발되는 부분만이 관형을 사용했다는 것이 다르다. 투과증발막은 기공크기가 $0.1\mu\text{m}$ 인 세라믹관을 고분자용액에 담가 안쪽 또는 바깥쪽을 코팅하여 사용하였다.

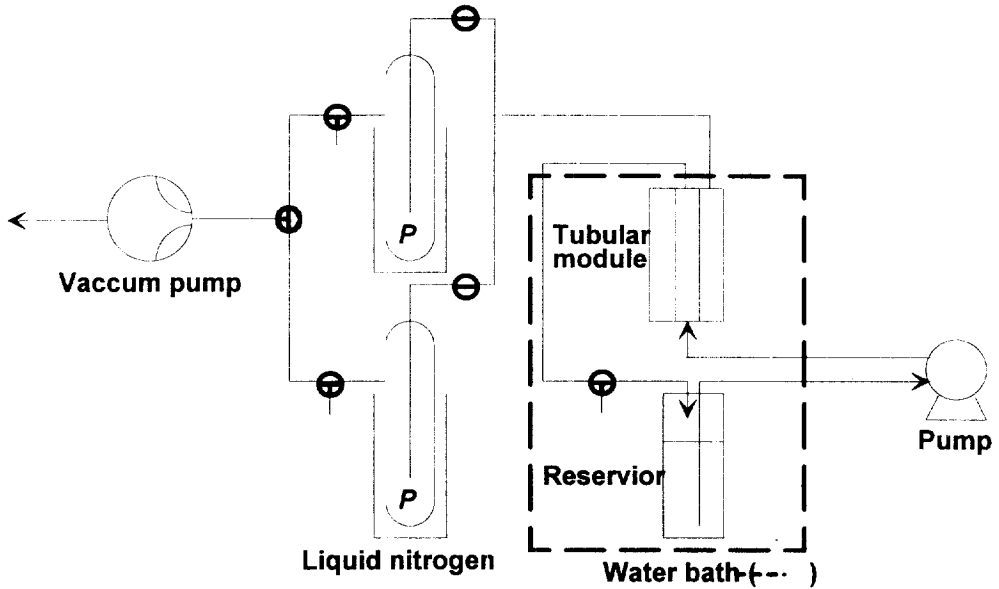


Figure 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

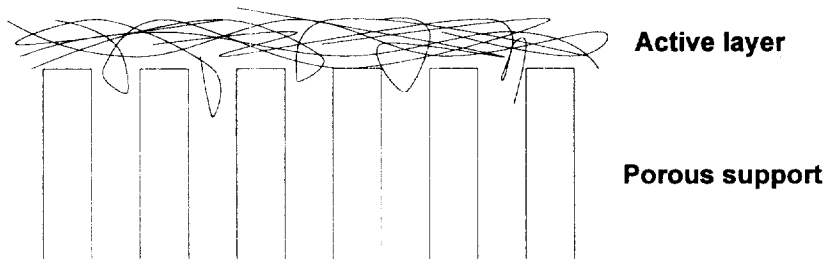


Figure 2. Structure of tubular type membrane.

결과 및 토론

(1) 막의 구조

다공성의 세라믹관을 고분자용액에 담가 코팅하는 과정에서 기공사이로 고분자가 어느 정도 흘러들어가기 때문에 Figure 2와 같은 구조를 갖게 될 것이고 이것이 막의 두께를 두껍게하는 역효과가 있으나 지지역활을 하는 세라믹관으로부터 막이 떨어져나오는 것을 방지하는 잇점이 있다. 일반적으로 유리관등에 코팅된 막은 쉽게 떨어지지만 이 경우에는 전혀 그렇지 않게 된다. 막약 기공의 크기를 제어할 수 있다면 기공에 따른 기계적 특성의 강화와 반대효과인 막의 두께에 대한 최적값을 찾을 수있을 것이다.

(2) 온도에 따른 영향

온도가 증가함에 따라 모두 플럭스가 증가하였다. IPA와 TBA의 경우 온도가 증가함에 따라 선택도는 떨어졌으나 ethanol의 경우 많은 차이가 없었다. 이것은 Figure 3의 물에 대한 상대확산계수를 보면 쉽게 알 수 있다.

(3) 유속에 의한 영향

유속이 증가함에 따라 경계층에서의 저항이 감소되는 영향이 있으며, 이는 막에서 걸리는 저항의 약 10분의 1에 해당된다. 또한 유속에 따른 열전달의 영향이 막내에서의 확산속도에도 영향을 주는 것으로 추측된다.

참고문헌

1. R.B.Bird, W.E.Stewart and E.N.Lightfoot, "Transport phenomena", John Wiley & Sons, New York (1960).
2. H.O.E.Karlson and G. Tragadh, *J.Mem.Sci.*, 81, 163-171 (1993).

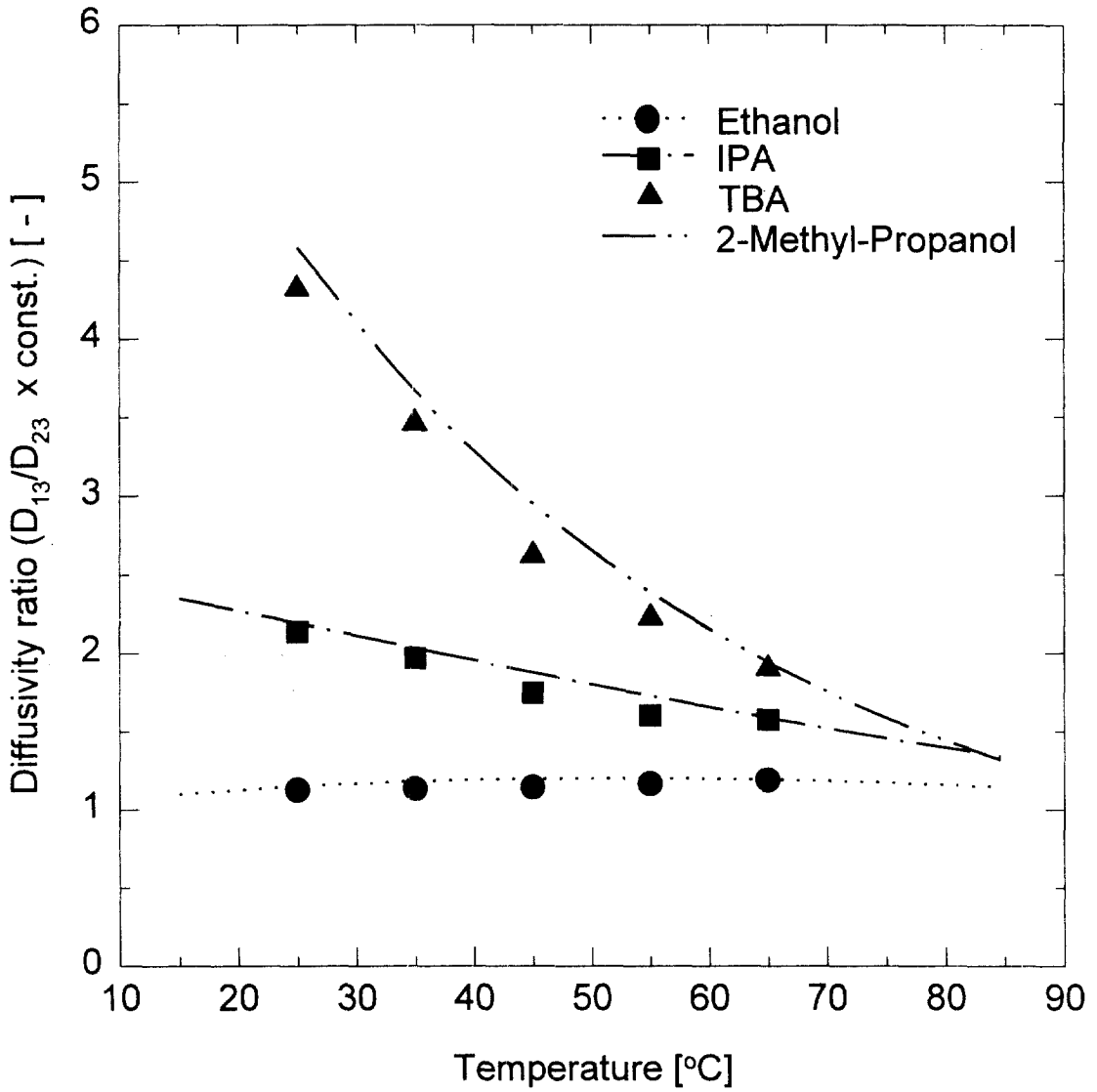


Figure 3. Diffusivity ratio of alcohols to water.