

폴리술폰 중공사막에 의한 산소농축 및 공정변수의 영향

조정식*, 김종수, 이광래
대성초저온연구소*, 강원대학교 공과대학 화학공학과,

Enrichment of oxygen and process engineering aspects using polysulfone hollowfiber membrane

Jung-Shik Cho*, Jong-Soo Kim, Kwang-Rae Lee
DAESUNG cryogenic research institute*
Dept. of Chem. Eng., Kangwon National University,

1. 서 론

현재의 막분리 기술로는 단 단계 분리공정(single-stage separation)으로 약 40%의 산소농축공기(oxygen-enriched air)를 얻을 수밖에 없지만 심냉법(cryogenic techniques)보다는 에너지 소비율이 적으며, 공정이 비교적 간단하기 때문에 용도에 따라 순 산소를 꼭 필요로 하지 않는 제철소, 발전소 등의 연소분야, 호흡기 환자를 위한 의료분야, 생물공학이나 항공기 분야 등에 편리하게 이용될 수 있다. 이와 같이 용도가 다양한 산소를 분리막을 이용하여 보다 편리하고 값싸게 얻기 위해서는 산소와 질소의 막투과에 대한 새로운 지식을 얻고 막투과가 기체의 어떤 성질에 지배되고 있는가를 조사할 필요가 있다.

본 연구에서는 고무상 고분자막(rubbery polymer membrane)에 대한 산소/질소의 수차특성과 순수한 기체의 투과율(permeation rate)을 기초로 하여 혼합기체의 투과율, 분리인자(separation factor), 막분리 공정변수에 의한 중공사 분리막에서의 기체분리특성에 대하여 연구하였다.

2. 실험

본 실험에서는 유리상 고분자로서 코오롱그룹 중앙연구소에서 제조한 폴리술폰 중공사막 (polysulfone hollow-fiber membrane)을 사용하였다. 여러 온도와 압력조건에서 순수한 기체의 수차도를 구하고 순수기체의 투과율을 온도와 유입·투과부에서의 압력을 변화시키면서 측정하였다. 또한 수분이 순수기체의 투과에 미치는 영향과 유입되는 혼합기체의 농도를 변화시켰을 때의 투과특성과 stage cut(θ)이 투과에 미치는 영향을 조사하고 이론식으로부터 얻은 값과 비교하였다.

3. 결과 및 토론

본 실험에서 사용한 유리상 고분자인 폴리술폰 중공사 분리막에 대한 순수한 산소와 질소의 수착량은 온도가 증가함에 따라 감소하고 압력의 변화에 대하여 비선형적인 형태의 sorption isotherms을 나타내었다. 이것은 기체/유리상 고분자계에 있어서 전형적인 dual-mode sorption임을 알 수 있었다. 순수한 산소와 질소의 폴리술폰 중공사 분리막에 대한 투과율은 온도가 증가(10~60°C)함에 따라 산소는 4배, 질소는 2배정도 증가하였다. 그리고 각각 일정 온도 하에서 압력이 증가함에 따라 산소와 질소의 투과율은 모두 조금씩 증가하는 경향을 나타냈다. 또한, 순수한 산소와 질소의 투과율로부터 구한 이상분리인자는 온도가 10°C에서 60°C로 증가함에 따라 1.6배정도 증가하였고, 압력이 1kg/cm²에서 4kg/cm²로 증가함에 따라 10% 정도 감소하였다. 이와 같이 압력이 증가함에 따라 순수한 산소와 질소의 투과율은 증가하고, 이상분리인자는 감소하는 것으로 보아 본 실험에서 사용한 분리막에 미세공과 같은 결함이 존재하는 것으로 판단되었다. 또한 기체에 대한 막분리 공정에서 투과율은 투과부의 진공여부에는 관계없으며, 유입부와 투과부의 압력 차이에만 의존함을 알 수 있었다.

4. 참고 문헌

- [1] W. J. Koros, D. R. Paul, A. A. Rocha, Carbon Dioxide Sorption and Transport in Polycarbonate, J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed., 14, 687 (1976)
- [2] W. J. Koros, D. R. Paul, CO₂ Sorption in Poly(ethylene Terephthalate) above and below the Glass Transition, J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed., 16, 1947 (1978)
- [3] W. J. Koros, G. N. Smith, V. Stannett, High-Pressure Sorption of Carbon Dioxide in Solvent-Cast Poly(methyl Methacrylate) and Poly(ethyl Methacrylate) Films, J. Appl. Polym. Sci., 26, 159 (1981)
- [4] D. R. Paul, Effect of Immobilizing Adsorption on the Diffusion Time Lag, J. Polym. Sci., A2, 7, 1811 (1969)
- [5] D. R. Paul and W. J. Koros, Effect of Partially Immobilizing Sorption on Permeability and the Diffusion Time Lag, J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed., 14, 675 (1976)
- [6] K.-R. Lee and S.-T. Hwang, Separation of propylene and propane by polyimide hollow-fiber membrane module, J. Membrane Sci., 73, 1992, 37-45.
- [7] I.-J. Chung, K.-R. Lee, S.-T. Hwang, Separation of CFC-12 from air by polyimide hollow-fiber membrane module, J. Membrane Sci., 105, 1995, 177-185.