

이산화탄소 사이클에서 팽창장치의 영향에 관한 수치적연구

김 무 근*, 김 옥 중**, 김 유 진*

인제대학교 기계자동차공학부*, 한국기계연구원 열유체환경연구부**

Numerical Study on the Effect of Expansion Device in CO₂ Cycle

Moo-Geun Kim*, Ook-Joong Kim**, You-Jin Kim*

*School of Mechanical & Automotive Engineering, Inje University, Kimhae 621-749, Korea

**Thermo-fluid Systems Department, Korea Institute of Machinery & Materials, Taejeon, Korea

요 약

기존에 냉매로 널리 사용되던 CFC계 냉매가 대기권의 오존층을 파괴한다는 사실이 알려지고 지구온난화에 대한 경각심이 커지면서 환경친화적인 냉매에 대한 관심과 연구가 진행되고 있다.⁽¹⁾ 여러 가지 천연냉매중 이산화탄소는 비열과 열용량이 크고 냉매로서의 열역학적 성질 및 기계적 성질이 우수하며, 액체 CO₂의 높은 열전도도, 낮은 동점성계수, 높은 비열은 열전달 거동에 유리하므로 많은 관심을 모으고 있다. 이산화탄소의 임계온도가 전형적인 열방출 온도보다 낮으므로 이것을 냉매로 사용하는 사이클은 초임계 사이클을 겪게 된다. 따라서 열흡수과정은 기존의 증기압축방식과 마찬가지로 상변화과정을 통해 일어나지만 열방출과정은 초임계압력에서 일어나므로 응축기 대신 가스냉각기를 통해 냉각된다. 일반적으로 증기압축방식에서 응축압력을 감소하면 성적계수가 증가하지만 초임계사이클 경우에는 온도와 압력이 독립적이므로 반드시 감소하지 않는다. Liao 등⁽²⁾은 각종 매개변수에 대한 사이클 모사를 하여 최적 열방출 압력에 관한 상관식을 유도하였으며, Robinson 등⁽³⁾도 CO₂사이클에 대한 매개변수 해석을 하여 최적 열방출 압력을 구하였다. 본 연구에서는 CO₂ 냉방 사이클을 이루는 각 구성요소에 대하여 열역학적으로 모델링한 후 사이클 모사를 통해 팽창장치의 성능이 사이클 성적계수에 미치는 영향에 대하여 알아보려고 한다.

초임계상태의 이산화탄소 물성치를 구할 수 있는 프로그램을 이용하여 팽창장치의 등엔트로피 효율이 이산화탄소 냉방 사이클 성능에 미치는 영향에 대한 수치적 모델링을 하였고, 주어진 증발온도, 냉각기 출구온도, 과열도에 대하여 성적계수를 구하여 최대가 되는 최적 열방출압력이 존재함을 알 수 있었으며, 팽창터빈 효율이 증가할수록 최적압력은 감소하였다. 증발온도가 성적계수에 미치는 영향은 모든 경우에 대하여 단조증가하였다. 팽창밸브를 사용하는 경우 과열도는 성적계수에 미치는 영향이 작았으며, 팽창터빈을 사용하는 경우에 과열도 증가에 따라 단조감소하였다. 특별히 과열도에 따라 성적계수 변화 경향이 팽창터빈 등엔트로피 효율이 증가하면서 반전하였다. 즉 등엔트로피 효율이 0인 경우 과열도가 증가할수록 성적계수가 증가하다가 효율이 1로 증가하면서 반대로 감소하는 경향을 나타내었다.

참고문헌

1. Peter Neska, 2002, CO₂ heat pump systems, Int J. of Refrig, vol. 25, pp. 421-427.
2. S. M. Liao, T. S. Zhao and A. Jacobsen, 2000, A correlation of optimal heat rejection pressures in transcritical carbon dioxide cycles, Applied Thermal Engineering, vol. 20, pp. 831-841.
3. D. M. Robinson and E. A. Groll, 1998, Efficiencies of transcritical CO₂ cycles with and without an expansion turbine, Int J. of Refrig, vol. 21, no. 7, pp. 577-589.