

이산화탄소의 임계점 부근에서의 증발 열전달 및 압력 강하 상관식 개발

윤 석 호, 조 은 석*, 김 민 수*, 김 용 찬**

LG전자 DA연구소, *서울대학교 기계항공공학부, **고려대학교 기계공학과

Correlation Development of Evaporative Heat Transfer and Pressure Drop of Carbon Dioxide Near the Critical Point

Seok Ho Yoon, Eun Seok Cho*, Min Soo Kim*, Yongchan Kim**

Digital Appliance Research Laboratory, LG Electronics Inc., Seoul 153-802, Korea

*School of Mechanical and Aerospace Eng., Seoul National Univ., Seoul 151-742, Korea

**Department of Mechanical Eng., Korea Univ., Seoul 136-701, Korea

요 약

최근 들어 이산화탄소는 기존의 냉매에 비해 대단히 낮은 오존층 파괴지수(ODP) 및 지구 온난화계수(GWP) 및 우수한 열역학적 물성으로 인하여 대체냉매로서 각광받고 있다. 특히 독성과 가연성이 없으며 냉매의 단위체적당 용량(VCR, volumetric capacity of refrigeration)이 커 시스템의 소형화가 가능한 장점이 있다.^(1, 2) 그러나 이산화탄소를 냉매로 적용하기 위한 많은 연구들은 열역학 사이클 해석에 중점을 맞추고 있어 상대적으로 증발 과정에 있어서 이산화탄소의 열전달 계수 및 압력 강하에 대한 연구는 적은 실정이다. 본 연구는 이산화탄소의 증발 과정에서 나타나는 열전달 특성 및 압력 강하 특성을 실험적으로 규명하고 이에 대한 각각의 상관식을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 시험부는 길이 5 m, 관의 내경이 7.53 mm 인 틸새가 없는 스테인리스 관(seamless stainless steel tube)을 사용하였으며 전기를 직접 가열방식으로 가하여 증발 실험을 수행하였다. 포화 온도 -4~20 °C, 열유속 12~20 kW/m², 질량유속 200~530 kg/m²s 의 범위에서 실험이 수행되었다.

기존의 열전달 상관식은 실험값보다 작은 값을 나타내었으며 압력강하의 경우에는 실험값보다 큰 값을 나타내고 있으며 실험 결과를 바탕으로 새로운 열전달 상관식과 압력강하 상관식을 개발하였다. 임계점 부근에서 관상부에서 부분적인 드라이 아웃 현상이 나타나는 이산화탄소의 증발 과정에서의 특성을 반영하기 위하여 상관식에 무차원수 Weber 수, Bond 수, Boiling 수를 도입하였다. 기존의 냉매들에 있어서 드라이아웃 현상은 일반적으로 건도가 0.9 이상에서 나타나지만⁽³⁾ 이산화탄소의 경우에는 실험조건에 따라 저건도 지역에서도 이러한 현상이 관찰되었다. 본 상관식에서 예측된 값은 열전달 계수의 경우 15.3%, 압력강하의 경우에는 16.2%의 절대평균오차(absolute average deviation)를 보였다.

참고 문헌

1. Hesse, U., Kruse, H., 1993, Alternatives for CFC's and HCFC 22 based on CO₂, IF-IIR Commission B1/B2, pp. 317-325.
2. Lorentzen, G., Pettersen, J., 1993, A New, Efficient and Environmentally Benign System for Car Air-conditioning, Int. J. Refrigeration, Vol. 16, No. 1, pp. 4-12.
3. Kattan, N., Thome, J. R., Favrat, D., 1998, Flow Boiling in Horizontal Tubes: Part 1-Development of a Diabatic Two-phase Flow Pattern Map, Journal of Heat Transfer, Vol. 120, pp. 140-147.