

수평관내에서 이산화탄소 초임계 가스냉각 과정의 열전달 특성에 관한 실험적 연구

최 이 철, 강 병 하*, 박 경 근*, 김 석 현*

국민대학교 대학원, *국민대학교 기계자동차공학부

An Experimental Study on Heat Transfer Characteristics during Supercritical Process of Carbon Dioxide in a Horizontal Tube

Yi Cheol Choi, Byung Ha Kang*, Kyoung Kuhn Park*, Sukhyun Kim*

요 약

환경친화적인 자연냉매로 이산화탄소는 최근에 냉동기, 공조기, 열펌프 등의 다양한 분야에서 각광 받고 있다. 이산화탄소는 오존층 파괴지수가 '0'이고 지구 온난화지수가 '1'로 환경적인 장점을 갖는다⁽¹⁾. 이에 더불어 낮은 표면 장력이나 낮은 액체 점성과 같은 열물성적인 특성 또한 매력적인 점이다^(2,3). 그러나 이산화탄소의 임계점이 낮아 냉·난방 사이클을 위하여 이산화탄소를 이용한 시스템은 초월임계사이클을 이루고 있다. 냉매로서 이산화탄소의 최근 많은 연구는 열역학적 사이클 분석으로 이론적인 성능의 효율 해석과 시스템의 설계를 위한 정보들이다. 그러나 상대적으로 초임계영역에서 등압과정으로 초임계 열방출과정에서의 국부 열전달과 압력강하특성에 관한 연구는 드물다⁽³⁾.

본 연구는 초임계 이산화탄소의 냉각과정에서 관내의 열전달 특성을 실험적으로 규명하고자 한다. 본 실험을 위해서 이중관 대향류 열교환기를 제작하였다. 열교환기는 길이가 각각 455 mm인 소시험부 6개로 냉매관은 외경 6.35 mm, 내경 4.15 mm의 동관으로 구성하였다.

실험장치는 100℃, 10 MPa의 고온, 고압으로 작동하기 때문에 이를 고려하여 설계하였다. 배관은 고압피팅으로 연결하였고, 구성요소는 압력과 온도를 충분히 고려하여 선택하였다. 실험조건의 온도는 간접가열을 통해서 조절하였다. 압력은 수액기측 온도와 충전량, 그리고 압력조절기를 통해 조절하였고 질량유량은 마그네틱 기어펌프의 출구측 바이패스 밸브를 이용하여 조절하였다.

초임계 이산화탄소의 수평관내 열전달 계수는 가스냉각 과정에서 온도가 감소함에 따라서 증가하여 최대값을 갖고 주어진 압력에 따라 다른 값을 갖는다. 또한 질량유량의 증가에 따라 열전달도 향상되었다. 이때 최대 열전달 계수는 정압비열이 최대가 되는 유사 임계온도와 잘 일치하고 있다. 이산화탄소의 열전달은 열물성값에 많은 영향을 받고 있다.

참고문헌

1. S. Kim, Y. K. Jang, and D. K. Kim, 2002, Development of Outdoor Heat Exchanger and Components for Cooling / Heating System using CO₂, Report of KIST.
2. Yin. J. M., Bullard. C. W., and Hrnjak, P. S., 2000, Design Strategies for R744 Gas Cooler, IIF-IIR Commission B1, B2, E1, and E2, Purdue University, pp. 315-322.
3. S. H. Yoon, and M. S. Kim, 2002, Studies on the Characteristics of Evaporation and Supercritical Gas Cooling Heat Transfer of Carbon Dioxide, Seoul National University, Seoul, Korea.
4. Pitla. S. S., Robinson. D. M., Groll. E. A., and Ramadhyani. S., 1998, Heat Transfer from Supercritical Carbon Dioxide in tube flow : A Critical Review, HVAC & R Research, Vol. 4, No. 3, 281-301.