

## 작은 직경을 갖는 관내에서 이산화탄소의 냉각과정 열전달 상관식

최 이 철, 강 병 하<sup>\*\*</sup>, 김 석 현<sup>\*</sup>

국민대학교 대학원, <sup>\*</sup>국민대학교 기계자동차공학부

### Heat Transfer Correlation during Cooling Process of CO<sub>2</sub> in a Small Tube

Yi Cheol Choi, Byung Ha Kang<sup>\*\*</sup>, Sukhyun Kim<sup>\*</sup>

Graduate School, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

<sup>\*</sup>School of Mechanical and Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul, 136-702, Korea

#### 요 약

최근 화학냉매의 사용으로 인한 지구온난화와 오존층 파괴는 몬트리얼 및 교토 의정서와 같은 국제적 문제로 인식되고 있다. 이에 따라 자연냉매를 사용하기 위한 연구개발이 요구되고 있다. 특히 이산화탄소는 환경 친화적이고 열적 특성이 좋으며, 무독, 무취, 불연성을 갖고 있어 주목을 받고 있다. 그러나 이산화탄소의 임계점은 낮은 온도(304.21 K)에서 높은 압력(7.384 MPa)을 갖기 때문에 이산화탄소 시스템은 초월임계 사이클을 이루고 있다. 특히 열방출 과정은 초임계 상태에서 이루어져 관심의 대상이다. 이에 따라 적절한 열교환기 설계를 위한 기초자료로서 이산화탄소의 초임계 가스냉각과정의 열전달 상관식이 요구되고 있다.

본 연구는 내경이 2.18 mm인 열전달 시험부를 통해 이산화탄소의 초임계 가스냉각 과정의 열전달 및 압력강하 특성을 규명하고 열전달 상관식을 개발하는 것이 목적이다. 이를 위해 실험장치를 구성하여 입구압력과 질량유속의 변화에 따른 특성을 규명하였다. 초임계 이산화탄소의 수평관내 열전달 계수는 가스냉각 과정중 온도가 감소함에 따라 점차 증가하여 최대값을 갖고 주어진 압력에 따라 유사임계 온도의 근처에서 최대 열전달 계수를 갖는다. 또한 질량유속의 증가에 따라 열전달은 향상되었고, 유사 임계온도 영역에서는 다른 온도 영역보다 더 큰 열전달의 향상을 보이고 있다. 기존에 제안된 열전달 상관식<sup>(1-4)</sup>과 실험값을 비교하였고, Fang et al.<sup>(4)</sup>의 상관식을 수정한 형태로 새로운 열전달 상관식을 제안하였으며, 상관식의 오차범위는  $\pm 20\%$ , RMS편차는 12.9%로 나타났다.

#### 참고문헌

1. Krasnoshchekov, E. A., Kuraeva, I. V. and Protopopov, V. S., 1970, Local heat transfer of carbon dioxide at supercritical pressure under cooling conditions, High Temperature Institute (Translated from Teplofizika Vysokikh Temperatur), Vol. 7, No. 5, pp. 856-862.
2. Petrov, N. E. and Popov, V. N., 1985, Heat transfer and resistance of carbon dioxide being cooled in the supercritical region, Thermal Engineering, Vol. 32, No. 3, pp. 131-134.
3. Fang, X., Bullard, C. W. and Hrnjak, P. S., 2001, Modeling and analysis of gas coolers, ASHRAE Trans., Vol. 107, Part 1, Paper No. 4411.
4. Yoon, S. H., Kim, J. H., Hwang, Y. W., Kim, M. S., Min, K. and Kim, Y., 2003, Heat transfer and pressure drop characteristics during the in-tube cooling process of carbon dioxide in the supercritical region, Int. J. Refrigeration, pp. 857-864.