

수송기계 CO₂ 히트펌프용 단열 모세관 길이 예측에 관한 연구

오후규⁺·최광환¹·손창효¹·전민주¹

Prediction of adiabatic capillary tube length of a vehicle heat pump using carbon dioxide

Hoo-Kyu Oh⁺, Kwang-Hwan Choi¹ · Chang-Hyo Son¹ · Min-Ju Jeon¹

요약: 본 논문은 CO₂ 히트펌프용 모세관의 기초 설계자료를 제공하기 위해서 모세관 길이 예측에 대해서 이론 및 실험적으로 조사하였다. 본 연구에서 고려된 작동변수로는 증발온도, 가스냉각기 냉각압력, 냉매유량, 모세관의 관경 등이다. 몇몇연구자들의 자료를 바탕으로 CO₂ 모세관 길이를 예측할 수 있는 수학적 모델식을 작성하였다. 그리고 단열 모세관 팽창장치내 CO₂의 증발온도, 냉매유량, 냉각압력 등에 대해서 실험한 결과, Fig. 1에 나타낸 것처럼, 모세관 길이가 증가할수록 증발온도는 감소하는 것을 알 수 있다. 그리고 증발온도에 대한 실험값과 예측값의 비교 결과, 실험값이 예측값보다 약간 높게 나타났다. CO₂냉매가 모세관내를 통과할 때 플래쉬 가스(flash gas)의 발생으로 인해 액상의 양보다 기상의 양이 많아지고 액상의 압력강하보다 기상의 압력강하가 훨씬 더 크기 때문이다. 또한 증발온도에 대한 실험값과 예측값은 6.5~9.9% 이내에서 좋은 일치를 보였다. Fig. 2에 나타낸 것처럼, 모세관 길이가 증가할수록 냉매유량은 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 전술한 바와 같이 모세관 길이가 증가할수록 냉매 압력강하가 더욱더 증가하기 때문이다. 그리고 냉매유량에 대한 실험값과 예측값의 비교 결과, 실험값이 예측값보다 약간 높게 나타났다. 이는 전술한 증발온도와 동일한 이유로 실제 CO₂냉매가 모세관내를 통과할 때 플래쉬 가스의 발생량이 많아지기 때문이다. 또한 냉매유량에 대한 실험값과 예측값은 0.64~10.9% 이내에서 좋은 일치를 보였다. Fig. 3에 나타낸 것처럼, 모세관 길이가 증가할수록 냉각압력은 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 증발온도가 일정한 경우 모세관 길이가 증가할수록 냉매유량이 감소하여 압축기 토출측 온도(압력)가 상승하기 때문이다. 그리고 냉각압력에 대한 실험값과 예측값의 비교 결과, 실험값이 예측값보다 약간 낮게 나타났으며 실험값과 예측값은 1.04~3.7% 이내에서 좋은 일치를 보였다. 따라서 본 연구에서는 수송기계용 CO₂ 열펌프 단열 모세관에 대한 기초설계 자료로서, 냉각압력, 증발온도, 모세관 직경, 냉매유량 등의 조건으로부터 모세관 길이를 계산해낼 수 있는 예측 상관식을 제안하였다.

주제어: 이산화탄소, 히트펌프, 모세관, 팽창장치

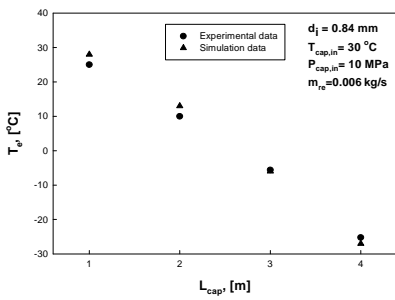


Figure 1: Comparison of evaporation temperature for experimental and simulation result with capillary tube.

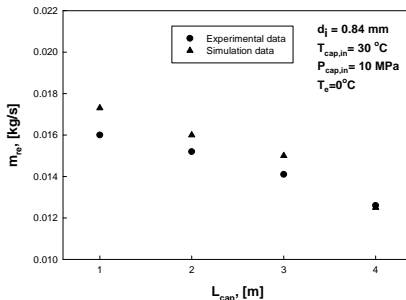


Figure 2: Comparison of mass flowrate for experimental and simulation result with capillary tube.

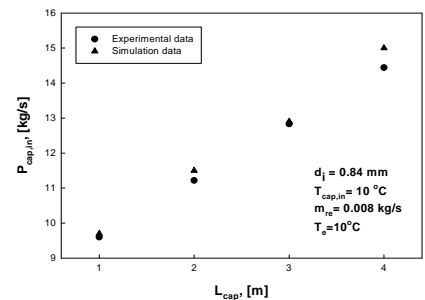


Figure 3: Comparison of cooling pressure for experimental and simulation result with capillary tube.

후 기

본 과제(결과물)는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 광역경제권 선도산업 인재양성 사업의 연구결과입니다.(과제번호:2010-REF15)

+ 오후규(부경대학교 냉동공조공학과), E-mail:headam@pknu.ac.kr, Tel: 051)629-6175
1 부경대학교 냉동공조공학과