

이산화탄소를 이용한 열펌프의 용량조절에 관한 연구

김 동 원, 김 윤 조, 김 민 수[†]

서울대학교 기계항공공학부

Studies on the capacity control of a heat pump system using carbon dioxide as a working fluid

Dong Won Kim, Yoon Jo Kim, Min Soo Kim[†]

School of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University, Seoul 151-744, Korea

요 약

지난 수십년 동안, 다양한 분야의 많은 연구자들은 급속한 과학 기술의 발달로 인한 지구 환경에 대한 부작용을 줄이기 위해 꾸준한 노력을 기울여 왔다. 특히, 공기조화 및 냉동 분야에서는 기존의 냉매의 생산 및 소비에 따른 이산화탄소 발생량을 감소시키고자 하는 노력을 기울여 왔으며, 이러한 노력은 친환경적인 대체 냉매인 이산화탄소를 이용한 열펌프 시스템의 개발 및 효율 개선에 많은 부분 투자되어 왔다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고, 이산화탄소를 이용한 열펌프 시스템의 운전효율에 대한 관심은 상대적으로 미비하였고, 성능향상을 위한 부가장치가 부착된 이산화탄소를 이용한 열펌프 시스템의 운전 성능 및 동적 특성은 기초적인 열펌프 시스템의 성능과는 많은 차이를 나타낸다.

따라서 본 연구에서는, 내부열교환기가 부착된 이산화탄소를 이용한 열펌프 시스템에 대하여, 팽창밸브 개도, 압축기 속도, 냉매 충전량 등의 제어변수의 변화에 따른 시스템의 성능을 고찰하고 성능향상 방안을 고찰해보고자 하였다. 또한, REFPROP 6.0⁽¹⁾에서 제공하는 이산화탄소의 열물성치를 이용하여 정상상태 성능을 파악할 수 있는 시뮬레이션 프로그램을 구성하였다. 실험 및 시뮬레이션을 통하여 얻어진 자료는 이산화탄소를 이용하는 열펌프 시스템의 성능을 향상시키고 운전효율을 최적 제어하기 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것이다. 실험 및 시뮬레이션을 통하여 다음의 결과를 얻을 수 있었다.

(1) 인버터 주파수가 감소할수록, 냉방 및 난방 조건 모두에서 COP가 증가하였다. 인버터 주파수가 감소함에 따라 인버터와 모터의 효율이 감소하게되나, 시스템 순환 손실(cycling loss)의 감소 및 상대적으로 효율적인 열교환으로 인하여 낮은 인버터 주파수에서 시스템 성능이 더 좋은 것으로 나타났다.

(2) 시스템 COP와 용량이 최대가 되는 최적 팽창밸브 개도 또는 과열도가 존재하는 것으로 나타났다. 또한, 내부열교환기의 압축기 소요동력 변화에 대한 완충역할로 인하여 최대 COP와 냉방 및 난방용량이 나타나는 최적 팽창밸브 개도 및 과열도가 일치하는 것으로 나타났다.

(3) 냉방조건에서 냉매 충전량이 COP에 미치는 영향이 미미하였으나, 난방조건에서는 상대적으로 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 계절 변화에 따른 시스템 부하를 맞추기 위하여 계절별로 다른 냉매 충전량 제어 로직의 적용이 필요하다.

(4) 내부열교환기가 부착된 이산화탄소를 이용한 열펌프 시스템의 시뮬레이션 프로그램을 개발하였으며, 실험 결과를 비교적 잘 예측하는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. McLinden, M. O., Klein, S., Lemmon, E., and Peskin, A., 1998, NIST thermodynamic and transport properties of refrigerants and refrigerant mixtures database (REFPROP), Version 6.0, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA.