

두 개의 증발기를 가진 냉동시스템의 성능해석

이 종 석, 김 철 수*

강릉대학교 정밀기계공학과, *(주)케이티이엔지

Performance Analysis of Refrigeration System with Two Evaporators

Jong Suk Lee, Chul Soo Kim*

Department of Precision Mechanical Engineering, Kangnung National University

*Korea Technology Eng. Co., Ltd.

요 약

공조냉동 산업체의 냉동장치와 자동제어 시스템의 대부분이 대형이고 내장형으로 되어 있어서, 냉동 장치의 냉동원리와 기능 그리고 수동 및 자동운전 등에 대한 실험·실습이 어렵고 한계가 있다. 그러므로 냉동장치의 구성과 다양한 운전방식에 대한 이론과 실습을 동시에 그리고 단계적으로 학습할 수 있는 시스템이 필요하다.

(주)케이티이엔지가 최근에 개발한 증발압력 병렬제어 냉동실험장치(Model: KTE-2000EP)는 1개의 증발기를 가지고 있는 기존의 냉동시스템에 1개의 증발기를 병렬로 추가함으로써, 1개의 압축기와 응축기에 2개의 팽창밸브와 증발기를 갖는 시스템으로 구성된다. 따라서 증발기가 설치되는 체임버가 2개로 되어 기존의 실험·실습장비보다 2배 이상의 교육효과를 갖게 된다. 또한 이 장비는 교육뿐만 아니라 가변증발압력 냉동시스템에 대한 연구장비로도 활용될 수 있다.

본 연구에서는 두 개의 증발기를 가진 냉동사이클에서 수동팽창밸브와 증발압력조절기의 개도 변화에 따른 운전상태 및 성능에 대해 조사하였다. 이를 위해 저온증발기 입구에 있는 수동팽창밸브의 개도를 일정하게 한 상태에서 고온증발기 출구측의 증발압력조절기 개도를 변화시키는 방법으로 실험을 수행하였다.

증발압력조절기(EPR)의 개도가 변할 때 다른 온도와 압력에 비해서 고온증발기에서의 입구와 출구온도 및 압력이 현저하게 변하는 것을 볼 수 있다. 이것은 고온증발기의 출구측에 설치되어 있는 EPR이 고온증발기의 성능에 직접적인 영향을 미치기 때문이다. 한편, 저온증발기에서의 입구와 출구온도 및 압력은 EPR의 개도에 관계없이 각각 -16°C , -22°C , 1.3 bar(Case I)와 -4°C , -8°C , 2.7 bar(Case II)로 거의 일정한 것을 볼 수 있다.

냉동 시뮬레이션 프로그램인 Coolpack을 이용하여 각 상태에서의 엔탈피를 계산하고, 다음의 식들을 이용하여 냉동효과와 압축일량, 응축열량, 압축비, 냉매분배율과 이를 고려한 냉동효과 그리고 성능계수를 순차적으로 계산하였다. 증발기가 2개인 냉동시스템에서는 냉매가 양쪽으로 나누어지기 때문에 냉매 분배율을 계산해야 한다. 냉매분배율은 저온증발기와 고온증발기에서 나온 냉매증기의 단열혼합과정을 이용하여 계산한다. 순환냉매 1kg당의 냉동효과는 저온증발기와 고온증발기에서의 냉동효과에 각각 냉매분배율을 곱해서 더한 값이 된다.

저온증발기 입구에 있는 수동팽창밸브 개도가 50%(Case I)일 때의 압축비(평균 4.68)가 75%(Case II)일 때의 압축비(평균 2.92)보다 높는데, 이것은 수동팽창밸브가 많이 열림에 따라 응축기와 저온증발기 사이의 압력강하가 줄어들기 때문이다. 증발압력조절기의 개도에 따른 냉동효과, 압축일량, 성능계수의 변화는 일정한 경향을 보이지는 않으나, 성능계수의 변화는 냉동효과보다는 압축일량에 더 영향을 받으며, 반비례의 관계로 나타나는 것을 볼 수 있다. 고온증발기로의 냉매분배율이 변함에 따라 고온증발기에서의 과열도는 반비례하여 변하는 것을 볼 수 있는데, 이것은 전자팽창밸브의 개도가 증가함에 따라 증발기 출구의 과열도가 감소하는 결과와 비슷하다.