

2차냉매로서 상변화물질을 사용한 냉동시스템의 특성에 관한 연구

정 동 주, 최 병 권, 최 은 수*, 남 기 영**, 박 인 규**
명지대학교 대학원, 명지대학교 기계공학부*, 위니아만도,**

A study on Characteristics of a Refrigeration System with a Phase Change Material as a secondary Refrigerant

Dongju Jung, Byoungkwon Choi, Eunsoo Choi[†], Ingyu Park^{**}, Giyoung Nam^{**}
Graduate school, Myongji University, Yongin 449-728, Korea
[†]Devisioint of Mechanical Engineering, Myongji University, Yongin 449-728, Korea
^{**} R&D Team, Winiamando Inc., Asan 336-843, Korea

요 약

일부 냉동 시스템은 정밀한 온도 제어가 요구되어지며, 그 대표적인 예로 대중화된 김치 냉장고를 들 수 있다. 우리나라의 전통적인 발효 식품인 김치는 주위의 미세한 온도 변화에도 민감하게 반응하여, 그 숙성 상태가 달라져 맛이 바뀌기 때문에 세밀한 온도 제어가 필요하다.

본 연구에서는 2차냉매로서 상변화물질을 냉동 시스템에 적용하였을 경우에 발생하는 저장고 내의 온도 변화를 포함한 여러 가지 열적 특성을 실험적으로 고찰하기 위하여 수행되었으며, 냉동 시스템으로는 일정 농도의 염수가 채워진 실리콘 팩이 부착된 김치 냉장고를 제작하여 사용하였다. 실험은 크게 상변화물질로 사용된 염수의 염화나트륨 첨가 농도 변화에 따른 열적 특성 실험과 제작된 김치 냉장고의 성능 실험으로 나누어 수행되었다. 성능 실험의 경우, 제작품과 원제품의 저장고 내벽 및 내부 중앙 공간에 열전대를 설치하여 온도 분포를 측정하였으며, 전력용 변환기를 설치해 전체 소비 전력을 측정하여 원제품과 비교 해석하였다.

염수는 첨가 농도가 1% 증가할 경우에 평균 -0.5°C 의 빙점 강하를 나타냈으며, 평균 -7.2°C 의 과냉을 보였다. 본 연구를 통해 측정된 염수의 첨가 농도는 0에서 5%까지다. 제작된 김치 냉장고의 압축기 제어 온도를 고려하면, 김치 냉장고에 적합한 염수의 첨가 농도량은 질량비로 2%인 것으로 나타났다. 첨가 농도가 2%인 염수의 빙점과 과냉은 각각 -1.1°C 및 -7.0°C 로 측정되었다.

제작된 김치 냉장고의 수직 방향으로의 저장고 내벽 온도 변화 범위는 최고 -0.5°C 에서 최저 -1.9°C 사이로 원제품에 비해 84% 감소한 것으로 나타났다. 또한 수직 방향으로의 저장고 내부 공기 온도 변화 범위는 최고 -0.5°C 에서 최저 -2.2°C 사이로 원제품에 비해 46% 감소한 것으로 나타났으며, 온도 변화 주기도 원제품에 비해 크게 증가한 것으로 나타났다. 이는 염수의 상변화 과정 시 나타나는 균일한 온도 분포에 기인한 것으로 염수가 일종의 온도 제어 기능을 수행하는 2차냉매의 역할을 하기 때문으로 추정된다. 제작품의 압축기 작동 주기는 원제품에 비해 178% 증가한 것으로 나타난 반면, 총 소비 전력은 정상 상태인 경우에 제작품이 원제품에 비해 4% 증가 하여 원제품의 소비 전력과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 염수의 응고 과정 시 필요한 냉열량의 증가로 인한 압축기 1회 작동 시간의 증가에 의해 실질적인 전체 소비 전력을 큰 차이가 없기 때문이다.