

저온의 외기온도에서 Heat Pump 시스템의 성능 특성

하 중 권[†], 정 규 하, 이 재 승, 오 상 경

(주)삼성전자 DA총괄 DA연구소

The Performance Characteristics of Heat Pump System on Low Temperature Condition

Jong-Kweon Ha[†], Gyoo-Ha Jung, Jae-Seung Lee, Sang-Kyoung Oh

요 약

일반적으로 열펌프 시스템은 실외 온도가 저하될수록 난방 부하는 증가하는데 반하여 사이클의 증발 온도와 응축 온도가 내려가서 난방 능력이 저하되는 단점을 가지고 있다. 이런 점에서 우리나라는 열펌프가 난방용으로 사용되는 겨울철에 기후가 추운 한랭지에 속하여 대전 이남의 일부 지역을 제외하고 대부분의 지역이 겨울철 외기 온도가 -10°C 이하로 낮기 때문에, 공조기 시장의 대부분을 차지하는 서울과 경기 지방에서 열펌프를 사용하기 위해서는 저온에서도 난방능력이 충분한 시스템이 필요하다. 이런 문제를 해결하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있으며, 특히 최근에는 외기 온도가 매우 낮은(-15°C 이하) 경우에도 난방 능력과 토출 공기 온도의 저하가 발생하지 않는 공냉식 열펌프 시스템에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이에 본 연구에서는 냉매 R22와 R407C를 적용한 열펌프 시스템의 외기 온도 변화에 따른 성능 특성을 용량가변형 압축기를 이용하여 밝히고, 압축기 용량 변화에 따른 저온에서의 에너지 소비 효율, 난방 성능, 실내기 토출 공기 온도 및 압력 변화에 대하여 밝혀 저온에서 난방 성능 개선을 위한 방향을 제시하고자 하였다.

시스템의 성능 실험은 사이클 특성을 분석하기 위하여 실내외 건/습구 온도를 변경하였고 시스템의 사이클 주요부에 T형 열전대를 부착하였으며 압축기 흡입, 토출구에 압력 센서를 장착하였다.

본 연구에서는 R22, R407C 냉매와 디지털 스크롤 압축기를 사용한 열펌프 시스템의 저온영역 특성을 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) R407C 시스템을 R22 시스템과 상온의 난방 조건에서 비교하면 난방 능력과 토출 온도는 유사하게 나타났지만 저온 영역(-10°C , -15°C)에서는 오히려 3~4% 정도 낮게 나타났으며 고압축 압력은 R22 시스템보다 높게 나타났다. 이런 결과로 R407C 시스템은 소비전력의 증가와 난방 능력의 감소로 COP가 나빠져 저온의 외기조건에서는 R22 시스템에 비해 적절하지 못한 것으로 판단된다.

(2) 디지털 스크롤 압축기 용량을 12% 증가시키면 저온 영역에서(-10°C , -15°C) 난방 능력은 10~15%, 소비 전력은 10~12% 증가하며 압력과 실내 토출온도도 선형적으로 증가하였다.

(3) VIS 시스템을 적용하면 저온 영역에서 (-10°C , -15°C) 동일 압축기 용량에 비해 난방 능력은 12~14%, COP는 1~4% 향상되었고 압축기 용량을 112% 증가시킨 시스템과 비교하면 난방능력과 실내토출 온도가 비슷한 능력을 나타내고 COP는 5~7% 높게 나타나므로 저온 영역에서 더 적합한 시스템으로 판단된다.