

스피커구동 열음향 냉동기의 제작 및 성능평가

진 장 열*, 김 동 혁*

한국해양대학교 냉동공조공학과

Construction and performance evaluation of a speak-driven Thermoacoustic Refrigerator

Chang-Youl Jin^{*}, Dong-Hyuk Kim^{*}

Department of Refrigeration & Air-Conditioning Engineering, Graduate School of Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약

열음향 냉동기술은 비교적 최근에 개발된 기술로서 현재 당면하고 있는 환경과피의 문제점을 해결할 수 있는 대안으로서 급격히 부상하고 있다. 공명관식 열음향 냉동기에 있어서는 스피커와 같은 음향발생장치를 기존의 압축기 대신 채택하여 기계적인 신뢰도를 향상시킬 수 있어 차세대 냉동기술로서 전혀 손색이 없는 기술이다. 최근 선진국에서는 우주 왕복선용 냉각기, 소형 냉장고가 실용화 되어가고 있다.

또한 냉각기술에 관한 특허출원동향을 보면, 미국은 1988년에도 음향 냉각기술 장치가 출원된 이후 매년 7-8건씩 꾸준히 출원되고 있고, 일본은 1997년 이후 최근까지 활발히 특허출원을 하고 있다. 국내에서도 1999년부터 계속 특허가 출원되었으나, 선진국에 비하여 연구개발이 늦은 관계로 기술의 격차가 있다. 일부분야에서 실용화 가능성이 있는 것으로 보아 경쟁력 있는 음향냉각기술이 개발될 수 있을 것으로 기대하며 이러한 배경에서 본 연구에서는 열음향 냉동기로 스위프트⁽¹⁾ 논문을 참고하여 관의 직경이 일정한 실험용 열음향 냉동기를 제작하여 스택의 위치에 따른 최적 구동주파수를 찾아 그 데이터를 기초로 하여 열음향 냉동기를 제작하여 성능평가를 수행 하였다. 열음향 냉동기는 스택(Stack of plates), 고온 열교환기(Hot heat exchanger), 저온 열교환기(Cold heat exchanger), 공명관(Resonator)으로 구성되어 있고, 이 부품들 각각의 길이는 80 mm, 9 mm, 6 mm, 620 mm이며, 직경은 모두 36 mm이다. 성능계수(COP) 측정을 하기위해 저온 열교환기에 테프론 절연전선을 590 mm 로 감고, 그위에 유리섬유를 다시 감았다. 열전도도가 낮으며 고온에 잘 견디는 재질의 플라스틱인 MC를 사용하여 저온 열교환기 전체를 감싸고 공명관 부분과 플랜지 이음으로 체결하였다. 열음향 냉동기에 공급되는 구동주파수는 함수 발생기로 정현파 신호를 발생시킨 뒤, 증폭기를 통하여 스피커를 구동 시키고, 스피커동력은 전력량계로 측정되었으며, 공명관 끝 지점에 마이크로폰을 설치해서 디지털 오실로스코프로 주파수를 관찰 하였다. 최적주파수는 267.855 Hz이며, 작동유체는 공기이다. 성능계수는 스피커 동력과 함께 냉동부하에 따라 증가하고, 성능계수(COP)의 기울기(Slope)는 스피커 동력이 증가함에 따라 감소했다. 최대효율을 나타내는 카르노 성능계수(COPc)와 대비스키 냉동기의 성능계수(COP)를 비교해 보았다. 스피커 동력이 50 W에서 COP/COPc는 0.26%로 나타났고, 열선으로 냉동부하를 인가시키지 않고 스피커 동력100 W인가지 저온부 온도가 -3.1℃에 도달할 수 있었다. 실험결과 냉동기의 효율이 극히 작음에도 불구하고 저온부 온도감소를 23.7℃로 이끌어 낸 점으로 미루어 냉동기의 효율을 향상시킨다면 향후 열음향 냉동기의 실용화에 한발 더 다가설 수 있을 것이라 사료된다.

참고문헌

1. Swift, G.W., 1988, "Thermoacoustic engines", J. Acoust. Soc. Am. Vol. 8, No. 4, pp. 1145-1180