

15. 스피커구동 열음향 냉동기의 제작 및 성능평가

냉동공조공학과 진 창 열
지도교수 김 동 혁

각종 냉동기에 사용되고 있는 프레온가스(CFC)계열의 냉매는 환경 오염원으로 사회문제가 되고 있어 이에 대한 대체물질과 함께 새로운 냉동기술들이 개발되고 있다. 비교적 최근에 개발된 기술로서 증기 압축식 냉동기에 비해 큰 동력을 필요로 하지 않는 극저온 특수냉동기 중 하나인 것이 열음향 냉동기이다.

스피커와 같은 음향 발생장치가 기존 냉동기의 압축기로 대체되어 있으며 CFC를 냉매로 사용하는 대신에 헬륨, 아르곤 등 환경에 무해한 기체를 사용하며, 구조가 비교적 간단하여 유지 보수가 쉽고 기계적 신뢰도가 높다.

지난 20년 동안 열음향 냉동기는 새로운 냉동기술로서 연구되어져 왔다. 또한 냉각기술에 관한 특허출원동향을 보면, 미국은 1988년에도 음향냉각장치가 출원된 이후 매년 7~8건씩 꾸준히 출원되고 있고, 일본은 1997년 이후 최근까지 활발하게 특허를 출원하고 있으며, 미국보다 더 발전된 형태의 냉각장치 개발에 힘을 쏟고 있다. 국내에서도 1999년에 2건, 2000년에 2건, 2002년에 2건의 특허가 출원되었으나, 선진국에 비하여 연구개발이 늦은 관계로 기술의 격차가 있다. 다만, 일부 분야에서 실용화 가능성이 있는 특허가 출원되고 있는 것으로 보아 앞으로 경쟁력이 있는 음향냉각기술이 개발될 수도 있을 것으로 기대된다. 열음향 냉동기는 냉동을 하기위하여 음파를 이용하는 시스템이고, 그 기술은 음향학, 열전달 및 열역학에 대한 많은 지식을 요구하며 시스템을 설계하기 위해서는 이들 모든 분야에 대한 전문지식이 필요하다.

열음향 냉동기는 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 하나는 맥동관 식으로서 충전가스의 압력에 변화를 주기 위하여 압축기를 사용하고 있다. 또 다른 하나는 공명관 식인데 공명관내의 밀폐시스템 내에 정재파를 형성시키기 위하여 적절한 음향 발생장치를 이용한다. 본 연구에서의 연구 초점은 공명관 식에 맞추고 있는데 공명관 식은 구동부의 형식에 따라 스피커 구동식과 열 구동식으로 나누어진다. 스피커 구동식은 전기에너지를 음향에너지로 바꾸는 형식이고 열 구동식은 파이프 양단에 온도차가 존재할 때 적절한 장치를 이용하여 음향을 발생시킬 수 있다는 원리를 이용하여 열에너지를 음향에너지로 바꾸는 형식이다. 열 구동식 열음향 냉동기의 장점은 폐열 등을 이용 할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 공명관식 중에서 스피커 구동식에 의한 열음향 냉동장치를 설계 제작하여 그 성능 시험을 하고자 하였다. 스피커구동 공명관식 열음향 냉동기는 밀폐된 공명관 내부에 설치된 스피커가 공명관의 길이와 냉매의 음속에 의해 산출된 구동주파수를 발생시킨다. 공명관 내부의 충전 가스는 단일 압축과 팽창의 과정을 반복하면서 온도진폭을 형성하게 된다. 이러한 온도진폭에 박판

집적체를 온도 구배가 완만한 곳에 개재시켜 열펌핑 효과를 유도하여 냉동을 하는 방식이다.

본 연구에서는 실험용 열음향 냉동기를 제작하여 음향동력, 스택의 위치, 주파수를 변화시켜가면서 공명관에서의 온도 구배를 관찰하여 주파수마다의 설계기준을 잡고자 하였다.

또한 최적의 조건에서 음향동력을 변화 시켜가면서 COP를 관찰하였다. 여기서 사용한 열음향 냉동기는 관의 직경이 일정한 열음향 냉동기로 스위프트 논문[8]을 참고하여 제작하였으며 제작 방법과 과정을 설명하고 열음향 냉동기의 구성 부품을 소개하고 실험 결과를 비교 검토하여 결론 부에서는 앞으로의 연구 진행 방향을 제시하려고 한다.

16. 이중효용 담수화 장치의 시뮬레이션 프로그램 개발

냉동공조공학과 문 경 록
지도교수 정 형 호

물은 생명의 근원이며, 물을 떠난 인간생활은 상상할 수 없을 정도로 인간생활과 불가분의 관계에 있다. 과거에는 맑고 깨끗한 물을 자연으로부터 쉽게 구할 수 있었으나 인구가 급속도로 증가하고, 사회의 산업이 급격히 발달되고, 생활환경의 개선으로 공업용수와 생활용수의 부족을 겪고 있다. 우리나라의 수자원은 연간 강수량이 1,283mm로 세계평균(973mm)의 1.3배나 크나 좁은 국토면적에 높은 인구밀도로 인해 1인당 수자원 강수량은 2,705m³/년으로 세계평균(22,096m³/년)의 12%에 지나지 않아 국제적으로 물 부족국가로 분류되고 있다. 이러한 물 부족 문제를 해결하기 위한 방법으로 바닷물을 담수화하는 방법이 있다.

해수로부터 담수를 얻는 방법에는 감압증발법(distillation process), 역삼투막법(reverse osmosis process), 전기투석막법(electrodialysis process), 냉동법(freeze desalination)등의 4가지 방법들이 있다.

본 연구의 대상인 감압증발식 담수화 방법은 해수에 열원을 가하고 압력을 낮추어 낮은 온도에서 증발시키고 유입되는 해수로 증발된 물을 응축시키는 방법으로 잉여 열원을 이용할 수 있으므로싼 값에 담수생산이 가능하며, 장치가 견고하여 운전 및 유지보수가 용이하고, 생성된 담수는 매우 순수하다는 장점이 있는 반면 제조단가가 비싸며, 대형 증량인 단점이 있다.

본 연구에서는 2단의 감압증발식 담수장치의 주요부분의 입출구를 노드로 정하고, 각 노드에서 간단한 열역학적 관계식, 열전달과 유체역학적인 지식을 적용하여 담수장치의 작동상황을 수치적으로 시뮬레이션 하였다. 그리고 외기온도와 가열열원의 온도변화에 따른 담수량의