

순차적인 압축-팽창 과정을 이용한 새로운 개념의 냉동기에 대한 연구

변 정 주[†], 정 제 현, 정 상 권*

한국과학기술원 기계공학과 대학원, *한국과학기술원 기계공학과

A Novel Refrigerator Concept Utilizing Sequential Compression and Expansion Process

Jung Joo Byun[†], Je-Heon Jung, Sangkwon Jeong*

Graduate School of Mechanical Eng., Korea Advanced Institute of Science & Technology, Daejeon 305-701, Korea

*Department of Mechanical Eng., Korea Advanced Institute of Science & Technology, Daejeon 305-701, Korea

요 약

본 논문에서는 프레온을 사용하지 않고 친환경적이면서 무한한 자원인 공기를 이용한 냉각기 개발을 위한 초기 단계로서, 이상기체의 거동을 보이는 공기의 압축-팽창 과정을 먼저 알아보고자 하였다. 또한 이러한 개념을 이용하는 냉각기에 대한 실험적인 연구를 통해 그 가능성을 알아보았다.

순차적인 압축-팽창 과정은 임의의 관의 한쪽 끝을 막은 상태에서 다른 한쪽 끝에 압축공기를 넣어 압축시키고, 다음 과정에서 압축 공기가 들어온 끝을 막고 닫혀 있던 끝을 열어 압축된 공기를 팽창시키는 과정이다. 이상기체로 가정된 공기의 등엔트로피 과정에 대한 해석을 통해 순차적인 압축-팽창 과정을 거치는 동안의 공기의 온도변화를 예측하여, 주입구 부분의 팽창되는 공기가, 전 과정인 압축 과정에서 가장 작은 압력비로 압축되어 적게 온도가 상승된 공기이므로 팽창 후 가장 낮은 온도를 나타내는 저온부로 형성될 수 있음을 예상하였다.

또한, 단일 압축-팽창 실험을 통해 연속 압축-팽창 과정을 겪을 경우 관의 한쪽이, 적은 압력비로 압축된 상대적으로 낮은 온도의 공기로부터 팽창할 때 가장 많은 일을 하며 팽창하여 저온부로 구현될 수 있음을 확인하였다.

마지막으로 연속 압축-팽창 실험에서 지속적인 온도 감소 효과를 얻기 위해 다공성 물질로 이루어진 하나의 통로를 통해 순차적으로 고온과 저온의 기체를 흐르게 하여 열교환을 일으키는, 열교환기의 일종인 재생기(regenerator)를 사용하였지만 차가운 공기뿐만 아니라 고온의 공기도 재생기를 통과하는 문제 때문에 효과적인 냉각 효과를 얻지 못하였다. 하지만, 재생기가 없는 상태의 실험으로 본 논문의 실험을 통하여 팽창과정에서 배출되어 나오는 상온보다 낮은 공기만 선택적으로 재생기를 통과시켜 재생의 효과를 얻는다면 더 낮은 온도를 구현할 수 있는 냉각기를 만들 수 있다는 가능성을 확인하였다.

참고 문헌

1. Timmerhaus, K. D., et al., 1983, Cryocoolers, Plenum Press · New York and London, pp. 95-183.
2. R.F. Barren, 1985, Cryogenic Systems, 2nd ed., Oxford University Press, New York, pp. 270-276.
3. Jeong, Eun Soo, 1992, Pulse Tube Refrigerator, The Magazine of the Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea, Vol. 21, No. 2, pp. 75-87.
4. Moran, J. M. and Shapiro, H. N., 2000, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 4th ed., John Wiley & Sons, INC., p. 277.