고온 범위 히트파이프 열교환기 성능 해석과 모사

정 의 국, 박 수 용, 부 준 홍†

한국항공대학교 대학원, 한국항공대학교†

Performance Analysis and simulation of a High Temperature Heat Pipe Heat Exchanger

Eui-guk Chung, Soo-Yong Park, Joon-Hong Boo

School of Aerospace and Mechanical Engineering, Hankuk Aviation University, Gyeonggi 412-791, Korea

요 약

본 연구에서는 스테인리스 스틸-나트륨 조합의 액체 금속 히트파이프를 사용하는 열교환기의 성능 해석과 모사를 수행하였다. 나트륨을 작동유체로 사용하는 고온 범위 히트파이프는 작동유체의 특성과 용기의 형상에 의해 결정되는 천이 온도 이상에서 작동하여야 한다. 그리고 히트파이프 용기로 사용한 스테인리스 스틸 316L은 820℃에서 급격한 고온 부식이 발생한다. 따라서 히트파이프를 이용한 열교환기 성능 해석에서 이에 대한 고려가 필요하다.

계산을 위해 외경 25.4 mm, 길이 1 m인 히트파이프를 고려하였는데, 외경 41 mm, 두께 1 mm, 그리고 피치 3.7 mm인 휜이 부착된 것으로 가정하였다.

열교환기 성능 해석을 위한 설계 변수로 부착한 휜의 효율, 고온부와 저온부의 면적비, 저온부 입구 속도, 고온부 입구의 속도와 온도를 고려하였고, 작동 천이 온도와 고온 부식 온도를 추가적으로 고려하여 열교환기 성능을 살펴보았다. 열교환기의 전체 열전달율은 100 kW가 되도록 하였으며, 이에 따른 열교환기 열 수 변화를 알아보았다. 전체 성능은 유용도 변화를 기준으로 살펴보았으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 휜 효율은 각 단의 온도 변화에는 상대적으로 적은 영향을 주었으며, 열전달 면적비와 저온부 입구 속도 변화는 저온부 각 열의 온도에 상대적으로 큰 영향을 주었다.

(2) 고온부 입구 공기의 속도와 온도는 고온부 각 단의 온도분포에 큰 영향을 주었다.

(3) 폐열 회수 시스템의 작동 인자들 중 고온부 입구 온도와 속도가 유용도에 가장 큰 영향을 주었으며, 온도가 낮을수록 그리고 속도는 느릴수록 열교환의 유용도는 증가하였다.

참고문헌

1. Silverstein, C. C., 1992, Design and technology of heat pipes for cooling and heat exchanger, Taylor & Francis.
2. Peterson, G. P., 1994, An introduction to heat pipes, John wiley & Sons, inc, 112-150.
3. Jang, J. H., 1995, "Startup Characteristics of a Potassium Heat Pipe from the Frozen State," J. of Thermophysics and Heat Transfer, Vol. 9, No. 1, pp. 117-122.
4. Davis, J. R. ASM Specialty Handbook - Stainless Steels, The Materials Information society, pp. 205-237.
5. Than, C. F., Kalal, M. O. M., and Ong, K. S., 2000, "Experimental and Theorietical Evaluation of Water-Filled Thermosyphon Heat Pipe Heat Exchangers," 6 International Heat Pipe Conference, pp. 133-139.