

채널 입구 유동의 음향 가진에 의한 사각 발열체 배열의 강제 대류 열전달 촉진

문 정 우, 김 서 영[†], 조 형 희^{*}

한국과학기술연구원 열유동제어연구센터, ^{*}연세대학교 기계공학과

An Experimental Study on Forced Convection from a Rectangular Heated Block Array in Pulsating Channel Flow

Jeong Woo Moon, Seo Young Kim[†], Hyung Hee Cho^{*}

Thermal/Flow Control Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 139-791, Korea

^{}Department of Mechanical Engineering, Yonsei University, Seoul, Korea*

요 약

전자 통신 기술의 발전에 따라 고집적화, 고성능화 되고 있는 전자기기의 발열 문제가 심각해지고 산업용 열교환기의 성능이 고도화되면서 고발열 칩이나 열교환기의 핀과 같이 한정 유로 내에 설치된 돌출 발열체 배열의 대류 열전달에 대한 연구가 활발하게 수행되고 있다. 그러나 이러한 대부분의 연구들은 국한 유로 내에서 시간 주기적 맥동 유동 성분이 없는 정상상태 유동에 의해 대류 열전달이 발생하는 경우에 대해서만 다루고 있고 와류가 없고, 안정한 층류흐름에 와류생성을 촉진시켜 대류열전달을 증가시키는 방향에 국한되어 왔다. 그러나 최근의 소형화, 경량화 추세에 비추어 볼 때 이러한 방법은 소음, 신뢰성, 비용의 측면에서 많은 문제점을 안고 있다.

최근의 연구에서는 기존의 열시스템의 구조를 변화시키지 않고 정상상태의 주유동에 시간 주기적 맥동 유동 성분을 더하여 열전달을 촉진시키는 연구가 활발하게 수행되고 있다. 이러한 연구들은 유동에서 자연적으로 발생하는 자연발생 와류(self-sustained oscillation)이나 맥동유동에 의해 생성되는 유동의 불안정성이 존재함에 기인한 것으로 맥동 유동을 이용하여 전단층의 유동 불안정성을 증가시킴에 따라 유동의 혼합이 증가하여 열전달을 향상시킬 수 있다는 것을 보였다. 그러나 이러한 대부분의 연구는 제한된 형상의 그루브 채널이나 발열 블록에 국한되어 있기 때문에 실제 전자 장비의 냉각(PCB위에 설치된 여러 가지 형상의 발열 IC칩 냉각)이나 복잡한 열교환기에 적용하기 위해서는 더 다양한 형상의 발열체에 대한 실험적 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 그루브 채널과 같이 국한유로에 발열체가 주기적으로 설치된 경우 맥동 유동이 발열체의 대류열전달에 미치는 영향에 대해서 실험적으로 살펴보고자 한다. 맥동유동은 정상유동에 우퍼 스피커를 통해 발생하는 맥동 성분을 추가시켜 생성시켰다. 전기적으로 가열되는 9개의 발열 블록을 서로 다른 설치 간격으로 채널에 설치한 후 정상상태의 유동과 맥동 유동을 가하여 맥동 유동이 발열체의 대류 열전달에 미치는 영향을 고찰하고 그에 따른 공진 주파수의 변화를 밝혀내고자 한다.

맥동유동을 가하였을 때 발열블록의 열전달 성능은 입구 맥동유동에 의한 유동 혼합의 증가로 인하여 발열블록의 전면에 걸쳐 향상된다. 맥동 유동에 의한 열전달 향상은 첫 번째 블록에서 발열 블록의 설치 간격에 상관없이 가진 주파수 $f_F \sim 80$ 의 영역에서 최대가 되었으며, 후류의 블록에서는 블록 설치 간격이 $l=0.3D, 1.0D, 3.0D$ 으로 변함에 따라 각각 $f_F \sim 60\text{Hz}, f_F \sim 40\text{Hz}, f_F \sim 30\text{Hz}$ 으로 변화였다.