

초음파 진동에 의한 압력형성이 열전달에 미치는 영향에 관한 연구

양 호 동, 오 울 권*

조선대학교 대학원, *조선대학교 기전공학과

A Study of the Effect of Pressure Formation on Heat Transfer via Ultrasonic Vibration

Ho-Dong Yang, Yool-Kwon Oh*

Graduate School, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

*Department of Mechatronics Engineering, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

요 약

초음파 진동은 이미 컷팅이나 용접, 세척분야를 비롯한 의약분야에서 그 우수성이 인정되고 있으나 이를 활용한 상변화 열전달 향상에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 음장의 형성을 위해서 Kim⁽¹⁾이 물의 비등열전달 촉진에 활용한 초음파 진동을 사용하여, 단열된 사각형 용융용기를 채운 고상 파라핀(n-octadecane)에 일정량의 열유속을 가하고 초음파 진동을 용기내에 가진하여 열전달 증진원인을 규명해 보고자 한다. 세부적으로 초음파 진동의 가진시 액상 파라핀에서 발생하는 물리적 거동을 입자영상추적계(particle image velocimetry, PIV)로 측정하여 확인하고, 유동장 내의 열전달 촉진요소로 명백히 드러난 음향흐름⁽²⁾은 바로 초음파 진동이 매질을 통과할 때 발생하는 음압에 기인하는 것으로 알려져 있는 바⁽³⁾, 열전달 증진과 초음파 진동에 의해 형성된 압력과의 관계를 고찰해 보았다. 발생하는 압력형성의 해석은 결합형 유한요소-경계요소 기법(coupled FE-BEM)을 사용하여 계산한 뒤 열전달과 상호관계를 규명하고자 하였다.

파라핀(n-octadecane)을 상변화 물질로 선정하고 실험 및 수치해석을 이용한 연구결과를 살펴보면, 초음파 출력강도가 70W, 185W, 340W로 증가되었을 때 열전달 계수는 증가하였다. 특히 초음파 출력강도가 340W일 때 초음파 진동자 부근에서 대략 28%정도의 높은 열전달이 향상됨을 실험으로 확인할 수 있었다. 또한, 수치해석을 통한 음압의 계산결과 초음파 출력강도가 각각 340W, 185W 그리고 70W였을 때 340W의 출력강도에서 약 60.3%의 최대압력 변화율을 나타내었다. 즉, 불완전한 상태의 유동이 파괴된 이후, 초음파 진동자 부근에서의 높은 압력형성은 격렬한 유동을 발달시키고 열전달의 증감과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다.

참고 문헌

1. Kim, Y. G., Kim, H. Y., and Kang, B. H., 2002, Fundamental Mechanism of Boiling Heat Transfer Enhancement via Ultrasonic Vibration, Proceedings of the KAMES 2002 Joint Symposium, pp. 1522-1528.
2. Hong, K. D., 1995, Study on turbulent flow in a duct, Korean Journal of Air- Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 18, No. 6, pp. 507-514.
3. Oh, Y. K., Park, S. H., and Cha, K. O., 2001, An Experimental Study of Accelerating Phase Change Heat Transfer, KSME international Journal, Vol. 15, pp. 1882-1891.