

수직 액막 유동변화에 따른 흡수성능 변화에 관한 해석적 연구

김 정 국, 조 금 남*

성균관대학교 대학원, *성균관대학교 기계공학부

Analytical Study on the change of Absorption Characteristics by Change of Flow in the Vertical Falling Film

Jungkuk Kim, Keumnam Cho**

Graduated school of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, 440-746, Korea

*School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

요 약

최근 하절기 전력수요의 급증과 CFC계 냉매에 의한 환경오염이 국제적인 문제로 대두됨에 따라 열구동 시스템인 흡수식 냉동시스템의 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 흡수식 시스템 개발은 크게 주요 구성품인 흡수기의 성능향상과 용액 열교환기 및 시스템 제어에 의한 성능향상으로 나뉘며 특히, 전달현상에 대한 기본 메카니즘과 액막의 유동변화에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있다. Shkadov⁽¹⁾는 액막 유동 경계층 방정식에 푸리에 변환기법을 적용, 액막파동을 해석하였으며, Morioka 등⁽²⁾은 몇가지 가정조건에서 액막두께가 최소가 되는 유동골(troughs of wave)에서 최대흡수질량이 나타나며, 실제 검증실험에서는 흡수성능이 액막 레이놀즈수에 민감한 변화를 보여주었다. 본 연구에서는 흡수기내 유동특성 파악과 시스템 공냉화 방안으로 민관 및 스프링 장착관에 대한 실험⁽³⁾에 이어서 민관, 해칭관, 스프링삽입관 등 다양한 수직형 흡수기에 대한 이론적 해석과 더불어 수직액막의 유동변화에 따른 흡수특성을 이론적으로 관찰하고 최적값을 계산하고, 실험 결과와 비교함으로써 흡수성능에 대한 예측자료를 제시하였다.

기하학적 변수로는 민관, 해칭관, 스프링삽입관 등의 흡수기 내벽면이며, 동적 변수는 수용액의 유량, 액막 유동(균일액막, 주기파 유동)조건이다. 총류유동, 초기 온도/농도 균일분포, 균일 물성치 등 몇가지 가정조건하에서 균일액막, 주기파 및 스프링에 의한 균일액막 유동에 대한 해석모델을 통해 임계 파장, 액막 파고, 흡수기내 온도/농도 profile등을 계산하고, 열전달계수와 흡수질량유속을 통해 이론적으로 예측한 열 및 물질전달특성을 기존 실험결과와 비교함으로써 해석결과에 대한 오차와 그 원인을 분석하였다. 균일 액막조건 하에서 전달 특성은 “민관<해칭관<스프링관”의 순으로 향상되었으며, 균일 액막에 비해 주기파의 전달특성 향상폭은 최대 9.1~10.2%정도였다. 주기파 유동의 경우, 일정 액막 파장($\lambda=0.02\text{m}$)이후 액막 진폭은 임의의 임계값($t_s=0.318\text{cm}$)으로 수렴하였으며, 평균액막 두께는 약 3.2~3.8% 정도 증가되었다. 균일 액막과 주기파 조건의 해석과 기존 실험결과와의 오차정도는 유량 변화에 따라 최대 12.5~25%정도였으며, 저유량 조건($Re_r<100$)에서는 낮은 유량과 액막 불안정으로 인해 실험치가 최대 45%정도 낮게 나타났다.

참고문헌

1. V. K. Shkadov, 1967, Wave Flow Regimes of a Thin Layer of Viscous Fluid Subject to Gravity, Fluid Dynamics, pp. 43~51.
2. I. Morioka and M. Kiyota, 1991, Absorption of water vapor into a wavy film of an aqueous solution of LiBr. JSME International Journal Series II, Vol. 34, No. 2, pp. 183~188.
3. Kim, J. K. and Cho, K. N., 2002. Influence of Spring on The Absorption Performance of a Vertical Absorber Tube, Transaction of SAREK, Vol. 14, No. 10, pp.825~832.