

증발온도가 다른 두개의 증발기가 장착된 소프트 아이스크림 제조기의 성능 해석

김 내 현*, 김 현 진
인천대학교 기계공학과

Performance Analysis of the Soft Ice-cream Maker Having Two Evaporators Operating at Different Temperatures

Nae-Hyun Kim*, Hyun-Jin Kim

*Department of Mechanical Engineering, University of Incheon, Incheon, 402-749, Korea

요 약

최근들어 국민 식생활 문화가 개선되고 생활수준이 향상됨에 따라 아이스크림, 슬러시와 같은 냉동 유제품의 소비가 급증하고 있다. 이들은 소형 냉동사이클을 돌려 식품원액을 냉각시켜 원하는 상태로 만든다. 아이스크림 제조기에는 두개의 증발기가 사용되는데 증발기는 원관으로 하나는 원액통 (mix tank) 을 둘러싸고 있어 원액을 냉각하고 다른 하나는 냉각통 (freezer)을 둘러싸고 있다. 원액통은 우유와 유지방이 섞이는 곳으로 품질유지를 위하여 적절히 (4°C정도) 냉각시켜 주어야 하고 냉각통에서는 -8°C정도의 아이스크림이 생산된다. 냉각통은 외측을 둘러싼 증발관으로부터 냉열을 받아 내벽에 얼음이 형성되는데 스크레이퍼가 회전하며 이 얼음을 깎아내어 아이스크림을 만든다. 아이스크림 제조기에서는 원액통과 냉각통의 증발온도가 다른데 이는 Fig. 1과 같이 세 개의 모세관을 이용하여 구현하기도 한다. 증발기의 냉동능력은 모세관을 통과하는 냉매의 온도와 유량에 따라 좌우되는데 모세관이 둘 이상이면 이들이 서로 유량에 영향을 미치므로 냉동사이클의 설계가 까다롭게 된다. 아이스크림의 경우 제조온도가 -8°C에서 너무 올라가면 얼음이 형성되지 않고 너무 내려가도 얼음성분이 너무 많아 맛이 떨어지게 된다. 또한 여름부터 겨울까지 판매가 가능하여야하고 압축기 소비전력도 규제를 받는 등 설계조건에 제약이 많다.

본 연구에서는 두개의 다른 온도에서 작동하는 증발기를 가진 소프트 아이스크림 제조기에 대해 성능 해석을 수행하였다. 압축기는 효율 모델, 모세관은 1차원 유동 모델, 증발기와 응축기는 UA-LMTD 모델을 적용하였고 엔탈피, 압력 및 질량의 평형을 적용하여 전체 사이클에 대한 시뮬레이션 프로그램을 개발하였다. 시뮬레이션 결과는 실제 제품에 대한 측정자료와 잘 일치하였다.