

유동방향에 따른 T형 분지관 내 냉매이상유동 분배예측모델

태 상 진, 조 금 남*

성균관대학교 대학원, *성균관대학교 기계공학부

Prediction model for flow distribution of two-phase refrigerant in T-junction with varying flow direction

Sang-Jin Tae, Keumnam Cho*

Graduate School, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

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

요 약

최근들어 그 적용 범위가 확대되고 있는 냉동시스템 내의 다분지 열교환기의 경우, 각 분지로 유입되는 냉매의 유량을 인위적으로 조절할 수 없을 뿐만 아니라 증발기의 경우 이상 상태의 냉매가 분배되므로 경우에 따라서 각 분지관 별로 극심한 유량 및 건도의 불균형을 초래할 수 있다. 이는 열교환기의 성능을 급격히 떨어뜨릴 뿐만 아니라 과열되지 않은 냉매 액적의 압축기 유입으로 인한 압축기 파손 등 시스템 신뢰성에 막대한 영향을 끼칠 수 있다. 따라서, 이러한 이상 유동 다분지 시스템은 설계 초기부터 냉매 이상 유동의 조건별 분배 현상을 정확히 예측하여 설계에 반영해야만 한다.

이를 위해, 본 연구에서는 물리적 해석 결과를 토대로 단일 분지관에서의 입구 유동 조건 및 유동 방향에 따른 냉매 이상 유동의 유량분배 예측모델을 제시하고 이를 기존의 실험 결과⁽¹⁾와 비교하였다. 실험 및 해석 대상의 분지관은 입구관과 출구관, 분지관의 관 내경이 모두 8.12 mm (O.D. 9.52 mm)인 단일 T형 분지관이다. 실험 및 해석 모두 입구관 방향과 분지관 방향이 각각 수평, 수직 상향, 수직 하향인 경우에 대하여 수행하였다. 입구관의 질량 유속 및 건도는 일반 냉동공조기의 증발기 입구 조건을 고려하여 200-500 kg/m²s, 0.1-0.4의 범위를 각각 취하였다. 실험 및 해석 결과는 기상과 액상 각각의 입구관 유량에 대한 분지관의 유량의 비로 정의된 질량유량분배비(F_G, F_L)로 나타내어 비교하였다.

입구관 및 분지관의 방향이 변화하는 단일 T형 분지관에 대하여 연속 방정식 및 운동량 방정식, 그리고 기존의 연구자들로부터 도입된 분배영역(Zone of influence) 개념을 이용하여 유량분배 예측모델을 제시하였다. 기상과 액상 각각에 대하여 분지관측 관표면으로부터 거리 a_G, a_L 만큼 떨어진 유량분배선(Dividing streamline)을 정의하였으며 이 유량분배선 안쪽의 기상 또는 액상의 냉매는 모두 분지관측으로 유입된다고 가정하였다. 이 유량분배선의 거리는 각 상에 대하여 작용하는 작용력(압력 구배 및 중력에 의한 힘)과 각 상의 입구관 내 운동량의 크기에 따라 달라지게 된다.

이렇게 구해진 유량분배선의 거리는 분배영역 모델의 기하학적 형상에 대한 계산을 통해 각 상의 질량유량분배비(F_G, F_L)로 계산되어지며, 기존의 실험 결과⁽¹⁾와 약 $\pm 20\%$ 이내에서 일치하였다.

참고문헌

1. Tae, S. J. and Cho, K., 2002, Two-phase flow characteristics of refrigerant in T-branch with horizontal and vertical inlet tube, Korean Journal of Air-Conditioning Refrigeration Engineering, Vol. 14, No. 9, pp. 741-748.