열펌프용 R-134a 관외 응축열전달에 관한 연구

박 준 석†, 박 일 환, 이 영 수*, 장 기 창*

한기대 대학원, 한기대 기계공학부, KIER 미활용에너지연구센터*

A Study on Condensation Heat Transfer of R134a on smooth and enhanced Tubes for Heat Pumps

Jun-suk Park†, Il-hwan Park, Young-soo Lee*, Ki-chang Chang*

Department of Mechanical Eng. Korea University of Technical and Education, Chonan 330-708, Korea

**Unused Energy Research Center, Korea Institute of Energy Research, Daejon 305-343, Korea*

요 약

하천수, 하수처리수 및 공장 폐열 등 미활용에너지의 활용을 위한 고온수 제조용 대용량 열펌프 시스템의 응축기 최적 설계기술개발의 일환으로 각종 전열관에 대한 R134a의 고온 응축열전달 특성을 파악하기 위한 실험을 수행하였다. R-134a의 외부응축 열전달에 관련한 최근의 연구들로는 세관에 대한 응축 및 압력강하에 관한 실험[1]과, 핀이 부착된 평관 및 사다리꼴 성형 환관의 외부응축에 관한 연구[2] 등이 있으며, 수평관에서 응축열전달 성능평가에 대한 수치 해석적 연구도 있다[3]. 그러나 이들 R-134a에 관한 연구들은 대부분 외부응축 실험의 경우 포화온도가 그리 높지 않은 편이며 열펌프에 적용하기 위한 비교적 고온에서 외부응축에 대한 연구는 부족한 설정이다.

본 연구에서는 산업현장에서 많이 쓰이는 관경 19.05 mm의 수평 나관, Low-fin 관 및 Turbo-C관의 3가지 전열관에 대하여 R134a의 관외 고온응축실험을 수행하였다. 실험의 결과를 과냉각도, 냉각수 입구온도, 시험부 내의 평균건도 등에 대하여 분석하고 전열촉진관의 성능을 확인하였다.

본 응축실험의 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 수평 나관에 있어서 응축열전달 계수는 과냉각도가 높을 때 즉 냉각수 입구온도가 낮을 때는 Nusselt 상관식의 해보다 더 작은 값을 나타내며, Low-fin관 및 Turbo-C 관의 응축열전달 계수는 나관에 비해 실험 범위에 따라 1.2-3.4배의 높은 값을 나타내었다. ② 냉각수 출구온도를 높이면 응축열전달계수는 작아진다. 난방용 냉각수 출구온도를 높이면 응축열전달계수는 떨어진다. 특히 과냉각도가 작은 구역에서는 급격히 줄어들므로 고온수 출력은 성능을 떨어뜨릴 가능성이 크다. ③ 냉각수관 입구온도에 따라 응축량의 최대 가 되는 점이 있다. 최대 응축량은 냉각수 유량변화에 따라 변한다. Low-fin관의 응축량은 나관에 비해 1.2-2배까지 많다. ④ 평균건도가 작아지면 열전달계수가 낮아지며, 건도가 0.92일 때에 비해 0.62로 감소하면 응축열전달계수가 약 67% 낮게 나온다.

참고문헌

1. Yi-Yie Yan, Tsing-Fa Lin, 1999, Condensation heat transfer and Pressure drop of refrigerant R-134a in a small pipe, Int. J. of Heat and Mass Transfer, Vol. 42, pp. 697-708.
2. Ravi Kumar, et al, 2002, Augmentation of heat Transfer during film-wise condensation of steam and R-134a over single horizontal finned tubes, Int. J. of Heat and Mass Transfer, Vol. 45, pp. 201-211.
3. Park, J,S,. Park, I,H., 2003, Evaluation of the condensation performance on horizontal tubes, Proceedings of the SAREK 2003 Summer Annual Conference, pp. 30.