

Experimental Study of the Superheat and Control of the Refrigerant Flow-Rate in the Evaporator of a Multi-type Air-Conditioning System

김태섭*, 홍금식**, 손현철*

* 부산대학교 대학원 지능기계공학과(Tel : 82-051-510-1481; Fax : 82-051-514-0685; Email: tskim99@hyowon.pusan.ac.kr)

** 부산대학교 기계공학부 및 기계기술연구소(Tel : 82-051-510-2454; Fax : 82-051-514-0685; Email:kshong@hyowon.pusan.ac.kr)

Abstract: The heat exchange part in a modern multi-type air-conditioning system employs multiple-pass heat exchangers. The heat-transfer performance of an each pass in such an exchanger depends strongly on the length of the two-phase region and the mass flow of the refrigerant. The total length and diameters of the pipes, the exit conditions, and the arrangement of each pass as well as the geometrical shape of the distributor at the branching sections are considered to be major factors affecting the heat-transfer performance. The refrigerant commonly used in these systems is HCFC-22. The two objectives of this paper are to investigate the characteristics of the refrigerant flow rate and the superheat in the evaporator of a multi-type air-conditioning system for a single or simultaneous operating conditions and to control the superheat and the refrigerant flow rate of the evaporator.

Keywords: multi-type air-conditioning system, heat exchanger, refrigerant flow, two-phase flow, super-heated region.

I. 서론

최근 산업의 고도화와 생활수준의 향상에 따라 에너지를 적게 소비하며 쾌적하고 안락한 생활환경을 제공하여 주는 개별 공조 시스템에 관한 연구가 지속적으로 진행되고 있으며 온/습도 제어와 공기청정 등 다양한 기능을 가진 공조시스템이 개발되고 있다. 현대의 도시는 점점 더 고층화·과밀화 됨에 따라 실외기의 설치 공간 등의 문제점이 대두되고 한 건물에 여러 개의 방을 각각 냉방 하고자 하는 수요가 증가함에 따라 이러한 문제점을 해결하기 위하여 최근에 멀티형 공조시스템이 등장하였다. 특히, 하나의 압축기에 대하여 각 실마다 개별적인 실내 열교환기를 설치되는 멀티형 공조시스템으로 구성할 경우, 에너지를 효율적으로 이용할 수 있을 뿐만 아니라 설치비용과 공간을 줄일 수 있는 장점이 있다. 많은 장점에도 불구하고 멀티형 공조시스템의 연구는 미흡하고, 복잡하여 용량조절이 어렵기 때문에 실생활에서의 적용에 어려움이 있다.

멀티형 공조시스템의 압축기는 모든 실내의 최대부하에 대비한 용량으로 설계되어야 하지만, 방의 일부분만 냉난방을 시키는 부분부하 운전에서는 냉매유량이나 압력을 능동적으로 조절해서 부분부하 변동에 대응하여 용량이 크게 줄어들게 설계되어야 한다. 멀티형 공조시스템의 운전에서 중요한 사항 중의 하나는 냉매의 유량을 적절하게 조절하고, 각 실에 필요한 용량을 분배 및 제어하는 것이다.

본 논문에서는 2실 멀티형 공조시스템(그림 1)의 운전조건(단독, 동시운전)에 따른 증발기에서의 2상 냉매 유동특성 및 과열도에 관한 실험적 연구를 수행하고, 냉매유량 조절을 통한 증발기의 과열도제어에 관하여 서술하고자 한다. 냉동공조시스템의 효율을 높이고, 각부 냉매의 상태량을 과도적으로도 적절하게 제어하기 위해서 많은 시스템이 고려되고 있지만, 그 중에서도 증발기의 과열도제어가 가장 중요하다. 또한, 증발기의 과열도제어 이외에 최근의 인버터 구동 가변 용량형 냉동공조시스템에서는 압축기 회전수를 조작하여 용량제어를 하거나, 고속 회전시의 압축기 과열방지를 위한 제어, 증발온도의 제어, 증발기 열부하 외란을 검출하여 냉매의 유량을 제어하는 앞먹임제어 등 많은 시스템이 고려되고 있다. 그러나 이들의 조작과 제어는 어느 것이나 기본적으로는 증발기를 제어대상으로 하고 있으므로 증발기 과열도제어가 적절하지 못하면, 응축기의 응답도 좋지 못하게 된다[2][5].

중기 압축식 냉동 시스템의 제어 요소 중에서 증발기의 과열도제어는 그 냉동장치의 효율과 안정성에 큰 영향을 미친다. 즉, 압축기 및 증발기의 과열도가 급격히 변하면 냉동공조시스템을 불안정하게 하고, 압축기 파손 등 문제점이 발생한다. 현재 냉매 유량의 제어를 목적으로 냉동공조시스템에 사용되고 있는 교축 팽창기구로서는 모세관, 온도식 팽창밸브, 전자식 팽창밸브 등 여러 가지 종류가 있다. 증발기 출구의 과열도제어를 위하여 종래에는 모세관 및 온도식 팽창밸브가 널리 사용되었으나, 모세관 및 온도식 팽창밸브는 간단한 냉매 유량제어기구이며, 냉동공조시스템의 운전 범위가 고정된 증발기의 열부하 변동이 심한 멀

티형 공조시스템에 신속한 유량제어가 어려우며, 효율적인 냉동공조시스템의 제어가 불가능하다[6]. 이와 같은 결점을 보완하고 냉동공조시스템의 효율적인 운전을 위하여 전자 팽창밸브가 개발되었으나 멀티형 공조시스템에 대한 전자팽창밸브의 적용에 관한 연구는 전무한 실정이며, 이 분야에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다. 따라서 본 논문에서는 실제 제품의 증발기 유동특성과 과열도에 관한 실험적인 연구를 수행하여 문제점을 분석하고 이를 개선하기 위한 전자식 팽창밸브를 이용한 멀티형 공조시스템의 운전상태변화에 따른 증발기의 냉매 유량제어에 관한 연구를 수행하여 멀티형 공조시스템의 최적제어 시스템 구축을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

II. 멀티형 공조시스템

본 논문에서는 멀티형 공조시스템 중에 특히, 2실 멀티형 공조시스템에 대해서 기술하고자 한다. 2실 멀티형 공조시스템은 그림 1과 같이 구성되며, 크게 한 대의 실외기와 두 대의 실내기로 이루어져 있다. 실내기와 실외기는 배관과 전선으로 연결되어 있으며 실내기는 열교환기(증발기), 크로스 플로우 팬(cross flow fan), 제어상자로 구성되어지고, 실외기는 열교환기(응축기), 압축기, 냉각 팬, 팽창기, 제어상자로 구성되어진다.

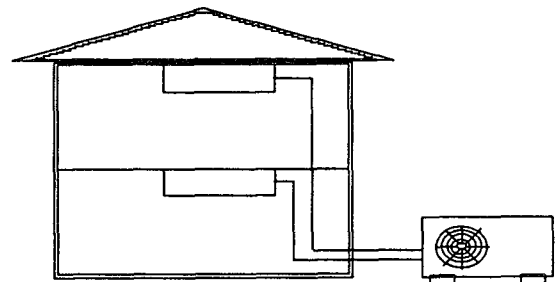


그림 1. 2실 멀티형 공조시스템.

Fig 1. Two-room multi-type air-conditioning system.

멀티형 공조시스템의 운전원리와 냉매의 흐름은 그림 2의 사이클도로 알 수 있다. 2실 멀티형 공조시스템의 A, B실 동시 운전 시에서의 냉매 유동은 압축기로부터 토출된 고온고압 상태의 냉매가 실외 열교환기(응축기)로 유입되고 실외 열교환기(응축기)에서 실외 공기와 열 교환되어 기상에서 액상으로 상 변환을 일으키게 된다. 액상으로 된 냉매는 분지관을 거쳐 각각의 팽창장치와 솔레노이드 밸브를 거쳐 저온저압의 증발하기 쉬운 상태로 되어 각 실내기에 유입된 후, 각각의 실내 열교환기(증발기)에서 실내공기와 열 교환되어 증발된다. 실내 열교환기(증발기)를 거쳐 나온 가스 상태의 냉매는 다시 분지관에서 합쳐져 압축기로 회수되어 사이클을 순환하게 된다. A실 단독 운전 시에는 B실로 들어가는 냉매를 솔레노이드 밸브를 닫아 A실로만 냉매