

폐수열 히트펌프 재생에너지 시스템 설계

추연규* · 김봉기* · 김성두**

*경남과학기술대학교, ** (주)모던텍

Design of Heat Pump Renewable Energy System Using Wastewater with a Heat Source

Yeon-Gyu Choo* · Bong-Gi Kim* · Sung-Du Kim**

*Gyeongnam National University of Science and Technology, **Moderntec Corporation

E-mail : ygchoo@gntech.ac.kr

요 약

본 연구에서는 폐수열 회수 보일러에서 버려지는 폐수열을 재생하여 에너지를 재활용하기 위하여 퍼지제어 알고리즘을 사용한 지능제어기를 설계하고자 한다. 폐수유입온도의 변화와 폐수유입량의 변화를 파라미터로 하여 컴프레서의 정속운전 대수와 토출온수온도의 특성곡선을 전문가의 지식으로부터 얻을 수 있다. 폐수열 회수 보일러에 유입되는 폐수부하에 따른 컴프레서의 정속운전 대수를 최소화 하기위해 폐수유입온도와 유입량의 변화를 측정하여 최적의 정속운전 대수 및 인버터 운전량을 실시간으로 결정하는 지능제어기를 설계하여 폐수 열 부하의 변동을 실시간으로 추정하여 최소의 컴프레서 운전대수 및 조작량을 제어함으로써 에너지 효율과 경제성을 극대화할 수 있다.

키워드

히트펌프(Heat Pump), 폐수(Wastewater), 재생에너지(Renewable Energy System)

1. 서 론

최근 유가 및 원재료비의 지속적인 상승으로 인한 에너지 문제가 전 세계적으로 대두되고 다양화 방법으로 에너지 사용에 대한 규제를 실시하고 있다. 이러한 각종 에너지와 관련된 규제에 효과적으로 대응하기 위해서는 에너지 효율이 높은 제품을 산업 및 일반분야로의 확대보급이 필요하다. 특히 지열, 태양열, 풍력 등 자연에서 발생하는 에너지를 이용하는 기술들에 대한 관심이 높아지고 있을 뿐만 아니라, 제품 자체의 에너지 효율 성능을 극대화하는 기술들 또한 선보고 있다.

대중목욕탕과 같이 상시 고온수를 필요로 특정 공간에서는 에너지 절약이 절실히 요구되고 있는데, 에너지 소비 과정을 통해서 고온의 다량의 폐수가 발생하고 있지만 대부분 미 활용된 상태로 방류하고 있는 실정이다.

그러나 고온 폐수열을 열회수 장치를 설치하고 회수하여 온수나 급수가열 등으로 재활용하면 연료사용량을 절감함과 동시에 이산화탄소 배출량 감소 등의 환경보호적인 측면의 효과도 기대할 수 있다.

폐수열 회수시스템은 안전성과 편리성에도 불구하고, 기계적 시스템으로는 각각의 부품에 대한 개선과 이에 따른 부품이 다양하게 구비되어 있으나 정작 이들의 기계적 부품을 유기적이고 효율적으로 제어할 수 있는 폐수열 회수 시스템의 전용컨트롤러 개발이 되어 있지 않아, 폐수열 히트펌프 재생에너지 시스템 전용 컨트롤러를 개발과 가동과 정지를 자동적으로 수행하여 최소의 소비전력으로 최적의 폐수열을 회수할 수 있도록 하는 인공지능형 알고리즘을 탑재한 지능형 홈네트워크 기반에서의 폐수열 히트펌프 재생에너지 시스템을 구성하는 것이 필요 하다.

본 논문은 폐수열의 부하에 따른 최적의 컴프레서 운전 대수를 결정하여 에너지의 효율을 최대화하기 위한 제어기를 설계하는 것이다. 실제 폐수열 회수 시스템

* 본 연구는 지시경제부 지역산업기술개발사업 (70007446)지원으로 수행되었음

유입량 변화의 멤버쉽 함수를 나타내고 그림 6은 U_c 의 멤버쉽 함수를 나타낸다. 폐수열 온도 변화량의 실제 입력범위는 -12° 에서 $+12^\circ$ 이고, 폐수열 유입량 변화의 실제 입력범위는 $-90[l/min]$ 에서 $+90[l/min]$ 이다.

전문가의 경험적 지식을 바탕으로 폐수유입량이 증가하면 히트펌프의 토출열량은 증가하여 폐수열 부하가 증가되었다고 판단하여 컴프레서의 정속운전 대수를 증가한다. 폐수유입량이 감소하면 히트펌프의 토출열량은 감소하여 폐수열 부하가 감소되었다고 판단하여 컴프레서의 정속운전 대수를 증가한다. 최적의 에너지 효율을 얻기 위해 퍼지 규칙을 만들었다.

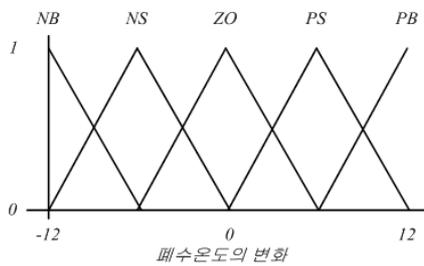


그림 4. 폐수온도 변화의 멤버쉽 함수

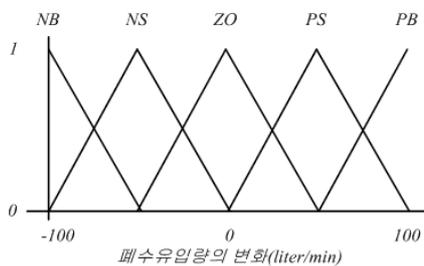


그림 5. 폐수유입량 변화의 멤버쉽 함수

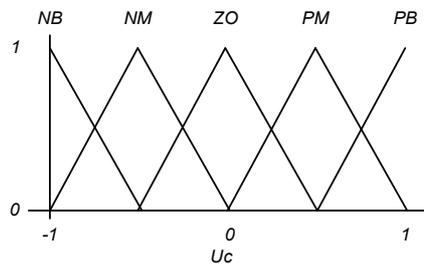


그림 6. Membership function U_c

지능형 홈 네트워크 기반 폐수열 히트펌프 재생에너지 시스템의 제어기는 마이크로컨트롤러 제어부, 정속컴프레서 제어부, 일반밸브 제어부,

온도감지입력부, 컴프레서 과전류센서 입력부, 고/저 압력센서 입력부 및 RS485 통신부 구성으로 하였으며, 전용 Controller의 하드웨어 구성상에서 폐수열 히트펌프 재생에너지시스템의 3장에서 설계된 가변제어가 가능한 제어 알고리즘을 마이크로컨트롤러에 탑재하였다. 현재 폐수열 회수 시스템은 안정성과 편리성에도 불구하고, 기계적 시스템으로는 각각의 부품에 대한 개선과 이에 따른 부품이 다양하게 구비되어 있다. 하지만 이들 기계적 부품을 유기적이고 효율적으로 제어할 수 있는 전용 컨트롤러가 개발 되어 있지 않다. 따라서 본 논문에서는 폐수열 히트펌프 재생에너지 시스템의 전용 컨트롤러를 개발하여 현재의 시스템에 맞는 최적의 제어 알고리즘을 구현하기 위해 그림 7과 같이 히트펌프 시스템을 제작하였다. 그림 8은 폐수열 회수 시스템의 제어기 및 컴프레서이고, 컴프레서의 대수는 4대이며, 각 7.5[kW]급이다.

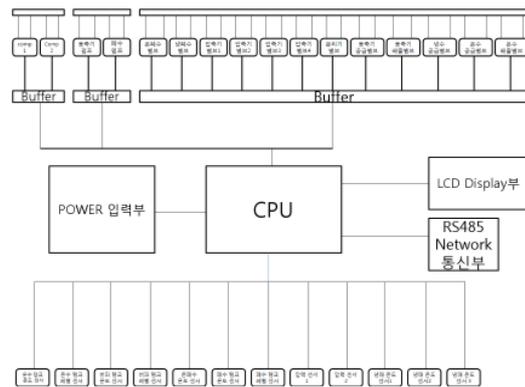


그림 7. 히트펌프 시스템 회로 블록도



그림 8. 컴프레서 기구부 제작도

IV. 결 론

본 연구에서는 폐수열 회수 보일러 시스템에서 컴프레서의 정속운전 및 인버터 출력을 최적화하기 위하여 퍼지 제어 알고리즘을 사용한 지능제어기를 설계하였다.

폐수열 부하의 변화를 추정하기 위한 토출온도와 폐수열 온도 및 유입량의 변화에 대한 전문가의 경험적 지식으로부터 특성곡선에 따라 퍼지규칙을 제시하였다. 폐수유입량과 온도의 변화량을 입력으로 취한 퍼지 제어기는 폐수열 부하의 변동을 실시간으로 추정하여 최소의 컴프레서 운전대수 및 조작량을 제어함으로써 에너지 효율과 경제성을 극대화할 수 있다.

참고문헌

- [1] 백남춘, 신우철 "온천폐수를 이용한 급탕용 축열식 히트펌프 시스템 분석" 대한건축학회논문집, Vol. 19, No.4, pp.187 - 194, 2003.
- [2] 최영돈, 한성호, 조성환, 김주성, 엄철준. "숫박업소 건물의 히트펌프 영난방 시스템 적용을 위한 시뮬레이션 연구" 대한설비공학회 2006 하계학술발표대회논문집, PP. 915- 920. 2006.
- [3] 한도영, 권형진 "멀티형 히트펌프 시스템 존 온도 제어" 공기조화 냉동공학회 '99 동계학술발표회 논문집, pp.611-616. 1999.