

스크류 2단 압축 열펌프 시스템의 운전 제어에 따른 성능특성에 관한 실험적 연구

김 지 영, 백 영 진, 이 영 수[†], 나 호 상

한국에너지기술연구원(KIER) 미활용·지열에너지연구센터

An Experimental Study on the Performance of a 2-Stage Screw Heat Pump System over Operating Condition Variations

Ji-Young Kim, Young-Jin Baik, Young-Soo Lee[†], Ho-sang Ra

Unutilized and Geothermal Energy Research Center, Korea Institute of Energy Research(KIER),

Yeosung P.O Box 103, Taejeon 305-600, Korea

요 약

우리나라의 에너지 수요는 꾸준히 증가해 오고 있으며, 경제적인 성장과 더불어 생활의 안락함과 쾌적함을 추구하고자하는 경향이 더욱 뚜렷해져 가정 및 상업용 냉난방 및 급탕을 위한 에너지 수요가 큰 폭으로 상승되어 왔다. 현재 이와 같은 수요를 공급하기 위한 방법으로서 화석연료와 같은 고밀도 에너지원을 사용하는 방법이 주로 사용되어져 왔다. 그러나 폭발적인 에너지 사용량 증가로 인한 화석원료의 무분별한 사용은 환경오염뿐만 아니라 고유가와 에너지 수급의 불균형과 같은 문제를 일으킴으로써 우리나라 경제에 많은 어려움을 주고 있다. 이와 같이 냉난방 및 급탕 에너지를 줄이기 위하여 현재 많은 연구가 수행되고 있으며 본 연구센터에서는 도심지역에 산재해 있는 미활용에너지를 적극 활용하기 위한 방법의 하나로서 고온수 생산을 위한 다단 압축 열펌프 기술 관련 연구를 수행하고 있다.

대표적인 미활용에너지라 할 수 있는 하천수는 일반적으로 공기에 비해 매우 안정적인 열원으로서, 국내 하천수에 대한 수온 조사 결과를 보면 동절기 3~16℃, 하절기 22~28℃로 동절기에는 외기보다 약 10℃ 높고 하절기에는 5℃정도 낮아 공기에 비해 열원으로서 좋은 특성을 갖는다. 그러나, 동절기의 경우, 공기보다 우수한 하천수 열원을 이용한다 하더라도, 원활한 난방 및 급탕을 위해서는 생산 온수의 온도가 적어도 50~60℃ 이상은 되어야한다. 결국 열원의 온도를 고려하면 결코 작지 않은 온도차가 존재하며, 이는 열펌프 성능저하의 주요 원인이 된다. 이와 관련하여, 본 연구에서는 시스템의 효율을 높이기 위한 방법으로 2단 압축 방식을 고려하였으며, 이에 대한 다양한 운전조건에서의 실험을 통해 시스템의 성능특성을 파악하고, 이를 통해 최적의 운전 제어 방법 및 운용 방법을 도출하고자 한다.

본 연구는 하수처리수/하천수 열원 대용량 고효율 스크류 2단 압축 열펌프 시스템 개발을 위한 선행 연구로써, 시스템의 부하율 변화에 따른 성능 변화 및 동작 특성을 고찰하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

최적의 효율을 갖는 중간압력 또는 부하율이 존재하며, 이를 위하여 압축기를 능동제어 할 필요가 있다. 본 연구에서의 가장 극한 실험조건인 70℃ 온수 생산의 경우, 고단 압축기 부하율 75%에서 최적의 성능을 나타내었다.

온수 생산 온도가 높을수록, 그리고 압축기 부하율이 증가할수록 오일 회수 루프의 동작 횟수가 증가하였으며, 동작 횟수는 주로 저단압축기의 부하율에 의존한다.

고단압축기의 부하율을 증가시킬 때 보다 저단압축기의 부하율을 증가시킬 때 더 큰 폭으로 시스템의 난방능력이 증가한다.

50℃ 온수 생산의 경우, 오일냉각이 전혀 필요 없었으며, 70℃ 온수 생산의 경우에도 간헐적인 오일 냉각을 통하여 고단 압축기 토출 가스의 온도를 90℃ 이내로 유지시킬 수 있음을 확인하였다.