

고온수 제조용 하이브리드 히트펌프에 적용된 DAHX 사이클의 평가

백 영 진, 박 성 룡*, 김 성 진*, 장 기 창, 라 호 상
한국에너지기술연구원 미활용에너지연구센터, *한국과학기술원 기계공학과

Evaluation of DAHX cycle in a hybrid heat pump hot water maker

Young Jin Baik, Seong Ryong Park[†], Sung Jin Kim^{*}, Ki Chang Chang, Ho Sang Ra
*Unutilized Energy Research Center, Korea Institute of Energy Research(KIER),
Yeosung P.O Box 103, Taejeon 305-600, Korea*
^{}Department of Mechanical Engineering, KAIST, Taejeon 305-701, Korea*

요 약

순수냉매를 사용하는 증기압축식 히트펌프 사이클의 경우, 냉매의 응축이나 증발시 온도구배를 지닌 열원과 열교환을 할 경우 작동유체간의 온도구배가 잘 맞지 않음으로 인한 필연적 성능 저하 요인이 발생하며, 흡수식 히트펌프 사이클에 비해 용량조절이 수월하지 않다는 단점이 있다. 흡수식 히트펌프 사이클은 동일 작동 온도 범위에서 증기압축식 히트펌프 사이클에 비해 성능계수가 낮다는 단점이 있다.

하이브리드 히트펌프 사이클은 증기압축식과 흡수식 사이클의 단점들을 보완하고자 개발된 사이클로서, 많은 학자들에 의하여 다양한 형태로 진보되어 왔는데, VCCSSC(Vapor Compression Cycle with Single stage Solution Circuit), VCCTSC(Vapor Compression Cycle with Two stage Solution Circuit), DAHX(Desorber-Absorber Heat eXchange) 및 용액 바이패스 회로를 갖는 DAHX 사이클 등에 관한 연구가 진행되었다.

이러한 하이브리드 히트펌프 사이클은 낮은 압력비로 넓은 온도 구간에 걸쳐 사용 가능하며, 흡수기와 발생기에서 작동유체의 온도구배를 이용함으로써 성능계수를 크게 향상 시킬 수 있다. 그러나, VCCSSC 하이브리드 히트펌프를 염색 공정에 적용할 경우, 대부분의 운전 범위에서 매우 높은 압축기 토출가스 온도를 가질 것으로 예상되어, 높은 성능에도 불구하고 실제 구현에는 매우 어려움이 많을 것으로 사료되었다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 한 방안으로 DAHX(Desorber-Absorber Heat eXchange) 사이클을 고려하였으며, 이를 위하여 시스템 모델링 및 시뮬레이션을 수행하였다. 또한, 동일 조건에서 VCCSSC와 비교하여 DAHX 사이클이 어떠한 특징을 갖는지를 살폈다.

시뮬레이션 결과, DAHX 사이클의 경우, 생산온수 온도가 높을수록 F_{in} 를 증가시켜 압축기 토출가스 온도를 큰 폭으로 낮출 수 있었다. 그러나, 70°C 근처의 온수 생산시에는 VCCSSC 사이클과 DAHX 사이클 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 또한, DAHX 사이클을 응용하여 토출가스 온도를 낮출 수 있으나, 오일-윤활 왕복동 압축기를 사용하여 시스템을 구성할 경우, 항상 운전을 보장하기 위해서는 추가적인 압축기의 냉각이 필요함을 알았다. F_{in} 를 증가시켜 내부 열교환량을 증가시킬수록 압력비가 감소하고 압축기 효율이 증가하여 토출가스 온도는 낮아지나, 압축 유량이 증가하는데, 이는 DAHX 사이클을 구현하려면 동일 조건의 VCCSSC 사이클에 비해 큰 압축기가 필요할 수도 있다는 것을 의미한다.

시스템 성능계수는 생산 공정수의 온도와 F_{in} 에 따라 변화하나, DAHX 사이클을 적용하면 VCCSSC 사이클에 비해 최대 약 32%의 성능계수 향상을 기대할 수 있음을 관찰하였다.