

염-암모니아계 화학열변환기의 성능특성

백일현, 김영일, 최익수, 최승훈*
 한국에너지기술연구소, 한국이동에너지연구소*

Characteristics of performance in chemical heat transformer with Salt-Ammonia system

Baek, I.H., Kim, Y.I., Choi, I.S., Choi, S.H.*
 Korea Industrial Energy Research, Korea Institute of Mobile Energy*

서론

제철, 요업, 금속 및 화학 등 국내 대규모 장치산업에서 소비되는 에너지 총량의 약 2/3 정도가 유용한 에너지로 활용되지 못하고 자연계에 손실 또는 폐기되고 있으며 이러한 산업폐열을 회수 또는 활용하여 에너지 절약을 기대할 수 있는 기술로서 화학열펌프가 주목받고 있다[1].

본 화학열변환기는 STELF식 열펌프[2,3]의 일종으로 금속염과 암모니아간의 화학반응열을 이용하여 저급의 열원을 일정온도 승온시킬 수 있는 장치이다.

화학열변환기는 작동사이클에 따라 생산단계와 재생단계를 반복하면서 단속적으로 승온시킬 수 있는데 본 실험에서는 타 열펌프와 성능비교를 위하여 비교적 고온인 170°C의 열원을 승온시키고자 하였다.

이론 및 실험

본 실험은 활용하려는 온도 조건하에서 $MnCl_2 - NiCl_2 - NH_3$ 계를 선택하였으며 Clapeyron도표상에서 다음식에 따른 고체-기체 평형선으로부터 완전한 사이클(그림1)을 나타낼 수 있다.

$$\ln \frac{P}{P_0} = -\frac{\Delta H_r^0}{RT_{eq}} + \frac{\Delta S_r^0}{R} \quad (1)$$

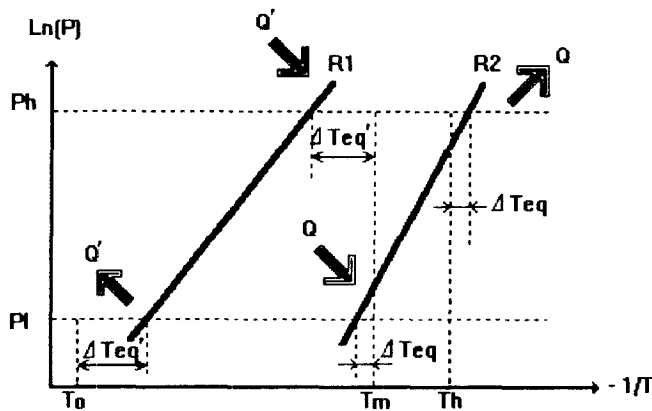


Fig.1 Operating mode at thermodynamic equilibrium of heat transformer

한편 타 화학열펌프에서 흔히 발생하는 열 및 물질전달을 개선하기 위해 반응기내 반응물질의 지지체(binder)로서 팽창흑연을 사용한 것이 본 시스템의 주요 특성 중 하나이다. 따라서 팽창흑연에 염이 함침되도록 한 후 실린더형 블럭을

제조하여 반응기내에 삽입하였는데 지지체의 혼합비가 재생기의 경우는 42.8%, 발생기는 45%였다.

화학열변환기의 용량이 1kW-1h급이 되도록 작동압력, 반응기내 반응물질의 양 및 반응기의 크기 등을 정적계산 절차에 따라 설계하였다.

장치구성후 승온이 일어나는 생산단계에서 온도특성 실험과 발생기로부터 열 교환되어 열유체가 얻는 출력에 대한 실험을 수행하였다.

실험 결과 및 토론

1. 온도특성

작동압력은 저압 0.5bar에서 고압5.9bar의 범위이고 암모니아가 재생기에서 발생기로 이동하면서 발생기내 NiCl₂와 합성반응에 따른 발열로 인해 반응혼합물 및 반응기 외부 열유체의 온도가 그림 2과 같이 증가하였다.

온도 증가폭은 암모니아의 반응전화율에 따라 달라지며 순환되는 가스량을 제어함으로써 이후 출력을 조절할 수 있었다.

2. 출력

실제 시스템을 작동하여 출력을 얻은 시간은 30-60분 정도이고 초기 10분 이내에 최대 860W를 나타내었으며 1시간 동안 평균출력은 그림 3와 같이 얻을 수 있었다. 이는 반응기내 들어있는 열의 양에 대한 이론적 출력의 35-40%에 해당하는 것이며 출력향상을 위해 재생단계의 작동시간에 대한 영향을 검토하며 산업공정의 적용 가능성을 검토하였다.

인용문헌

1. 이철수: 미활용에너지 종합이용 시스템 개발, 상자부과제 보고서(1993)
2. Goetz,V., Elie,F. and Spinner,B.: Heat Recovery Systems & CHP, 13(1), 79(1991)
3. Rockenfeller,U.and Kirol,L.D.: Proceedings of International Absorption Heat Pump Conference, 31, 433(1993)
4. Coste,C.,Crozat,C.and Mauran,S.: US patent No. 5,595,774(1986)
5. Mauran,S.,Prades,P.and L'Haridon,F.: Heat Recovery Systems & CHP ,13(4), 315 (1993)

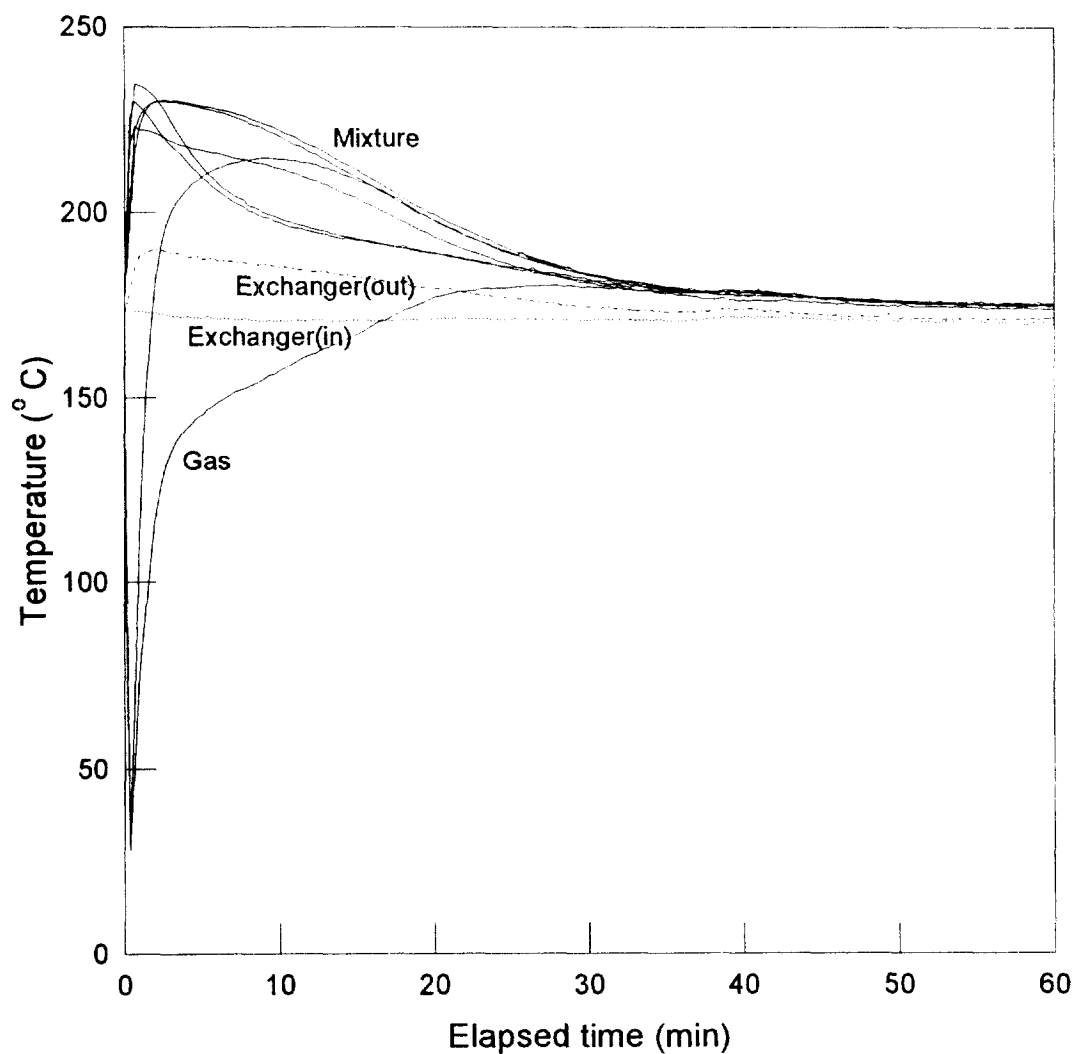


Fig.2 Temperature profile of generator at production phase

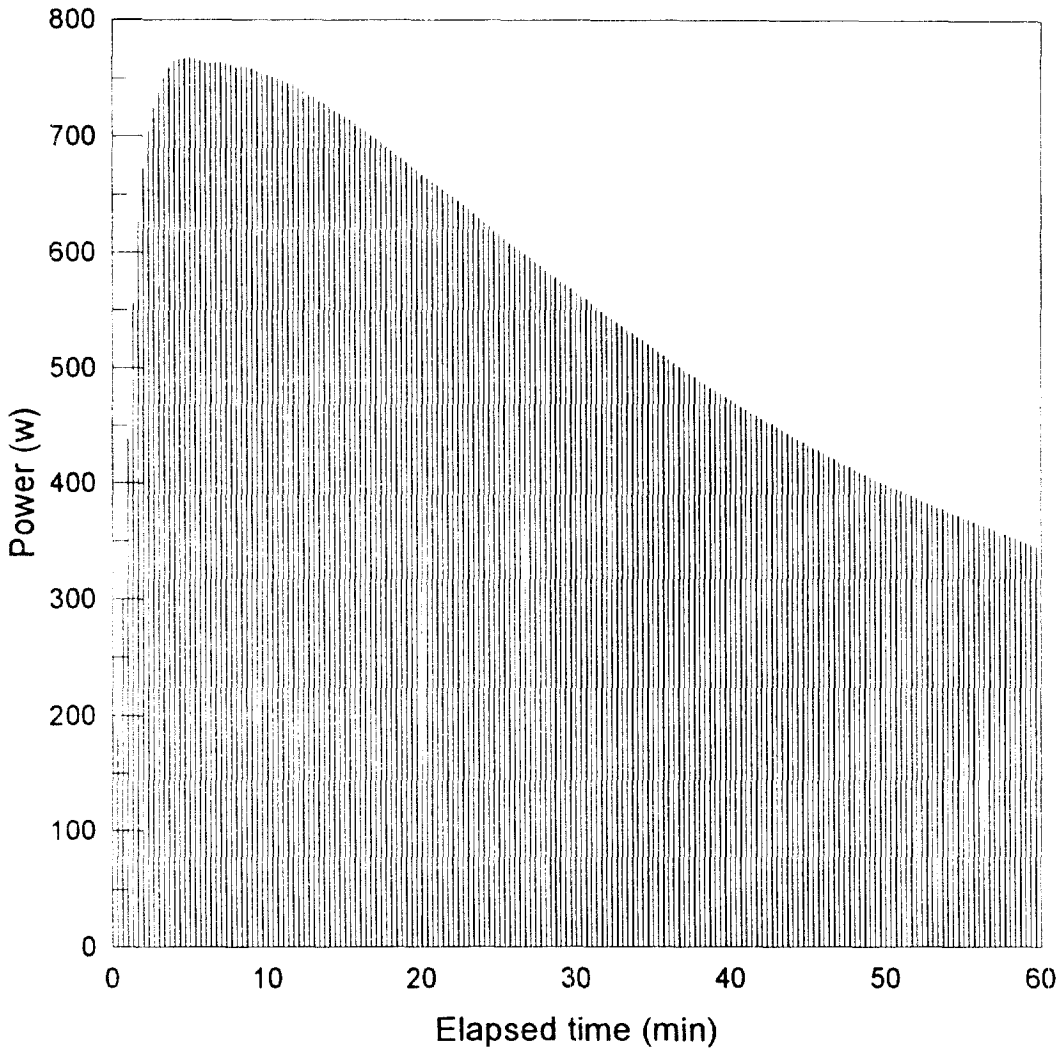


Fig.3 Mean power profile of heat transformer at production phase