

# 소형 암모니아 흡수식 냉난방기의 냉방성능 특성

진 병 주<sup>†\*</sup>, 오 승 태<sup>\*</sup>, 윤 정 인<sup>\*\*</sup>, 황 준 현<sup>\*\*\*</sup>, 진 심 원<sup>\*\*\*</sup>,  
경 익 수<sup>\*\*\*\*</sup>, Donald C Erickson<sup>\*\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>부경대학교 대학원 냉동공조공학과, <sup>\*\*</sup>부경대학교 기계공학부, <sup>\*\*\*</sup>LG전자, <sup>\*\*\*\*</sup>ECC

## The Characteristics of Heating Performance on Small Sized Ammonia Absorption System

Byoung-Ju Jin , Seung-Taek Oh , Jung-In Yoon , Jun-Hyeon Hwang ,  
Sim-Won Jin , Ick-Soo Kyung , Donald C Erickson

<sup>\*</sup>Department of Refrigeration and Air-conditioning Engineering, Pukyong National University, Korea

<sup>\*\*</sup>College of Engineering, School of Mechanical Engineering, Pukyong National University, Korea

<sup>\*\*\*</sup>LG Electronics, Chang-won, Korea

<sup>\*\*\*\*</sup>Energy Concepts Co., Annapolis MD, USA

**ABSTRACT:** Refrigeration plants using absorption principles have been around for many years with initial development taking place over 100 years ago. Although the majority of absorption cycles are based on water-LiBr cycle, many applications exist where ammonia-water can be used, especially where lower temperatures are desirable. In both systems water is used as working fluid, but in quite different ways: as a solvent for the ammonia system, and as refrigerant for the lithium bromide system. This explains that the lithium bromide absorption system is strictly limited to evaporation temperatures above 0°C. The main industrial applications for refrigeration are in the temperature range below 0°C, the field for the binary system ammonia-water.

**Key words:** Chilling performance(냉방성능), Ammonia absorption system(암모니아 흡수식 냉동기), COP(성능계수), Heat exchanger(열교환기)

### 기 호 설 명

ABS : 흡수기  
CON : 응축기  
EVA : 증발기  
GEN : 재생기  
RECT : 정류기  
E.V. : 팽창밸브

Q : 열량 [kW]  
i : 엔탈피 [kJ/kg]  
h : heating  
m : 질량 유량 [kg/h]  
COP<sub>hot water</sub> : 온수 성능계수  
COP<sub>chilling</sub> : 냉방 성능계수

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-51-621-6802; fax: +82-51-621-6802

E-mail address: chaosfactor@nate.com

### 1. 서 론

주요 흡수식 사이클은 물-리튬브로마이드 사이



$$Q_{CON} + Q_{ABS} = Q_{EVA} + Q_{GEN} \quad (1)$$

그리고 각 열교환기의 열량 계산은 각 열교환기의 입출구 온도와 압력에 의해 결정되는 암모니아/물 혼합액의 엔탈피를 EES 프로그램<sup>(7)</sup>에서 구하여 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다.

$$Q = m(i_{out} - i_{in}) \quad (2)$$

식(2)를 이용하여 계산된  $Q_{EVA}$ 와  $Q_{GEN}$ 의 관계에서 냉방  $COP_{chilling}$ 은 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$COP_{chilling} = \frac{Q_{EVA}}{Q_{GEN}} \quad (3)$$

또한, 온수열량  $Q_h$ 와 난방  $COP_{hot\ water}$ 는 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$Q_h = Q_{CON} + Q_{ABS} \quad (4)$$

$$COP_{hot\ water} = \frac{Q_h}{Q_{GEN}} \quad (5)$$

### 3. 실험결과 및 고찰

모든 실험의 재생온도는 보일러에서 동일 운전율으로 운전되어 암모니아/물 흡수식 냉동기에 재생 열원을 155 °C의 스팀을 동일한 유량으로

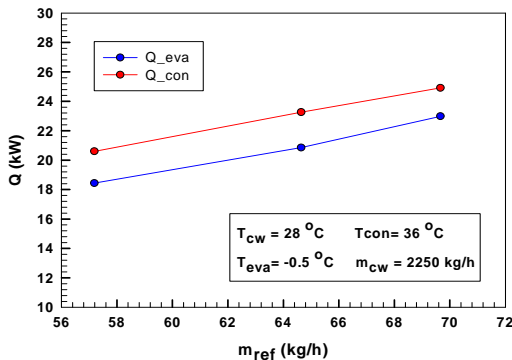


Fig. 2 Heat capacity as increase of refrigerant mass flow rate in evaporator and condenser

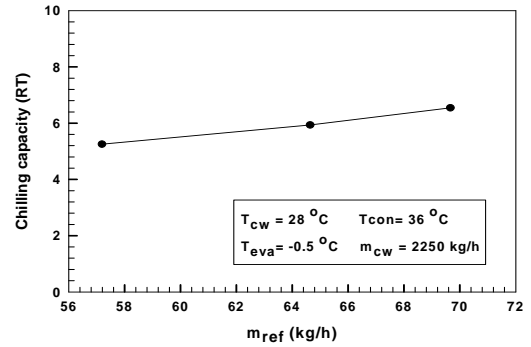


Fig. 3 Chilling capacity as increase of refrigerant mass flow rate

재생기에 보내어 농용액(strong solution)을 약용액(weak solution)으로 재생시킴으로써 시스템을 유지시켰다.

Fig.2는 암모니아 냉매 질량유량에 따른 응축기와 증발기의 열량을 나타낸 그래프이다. 동일 냉각수 유량, 동일 냉각수 입구 온도에서 암모니아 냉매 질량유량이 증가할수록 응축열량과 증발열량이 증가하는 경향을 보이고 있다. 이는 응축기와 증발기에 일정한 농도의 암모니아 증기가 유입되고, 응축기에는 충분한 냉각수가 그리고 증발기에는 냉수가 흐름으로써 암모니아 냉매가 충분히 응축할 수 있게 하여 응축기 입출구 엔탈피차를 일정하게 유지됨으로써 질량유량이 증가할수록 응축열량과 증발열량이 증가하게 된다.

Fig. 3는 암모니아 냉매 질량유량 증가에 따른 냉동 능력에 대해 나타난 그래프이다. 냉매 질량유량이 증가함에 따라 냉동 효과를 내는 증발기에서 증발열량이 상승하기 때문에 냉동 능력이 상승하게 된다.

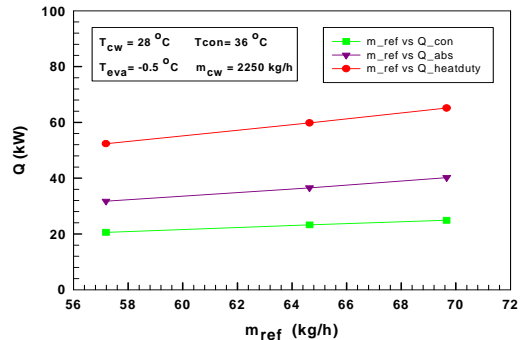


Fig. 4 Hot water capacity as increase of refrigerant mass flow rate

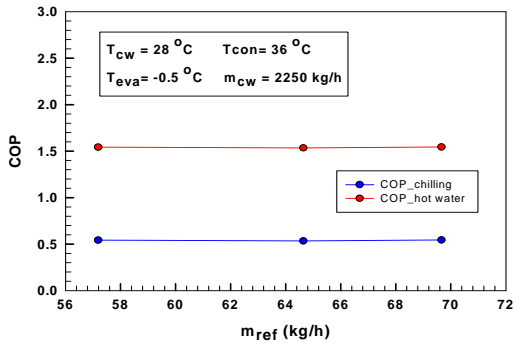


Fig. 5  $COP_{chilling}$  and  $COP_{hot\ water}$  as increase of refrigerant mass flow rate

Fig. 4는 암모니아 냉매 질량 유량 증가에 따른 온수 열량에 대해 나타낸 그래프이다. 온수 열량은 응축열량과 흡수열량의 합으로 나타낼 수 있다. 따라서 냉매 유량이 증가에 따라 응축열량이 증가하고, 흡수기의 농용액의 유량이 증가하게 되어 흡수열량 또한 증가하기 때문에 온수 열량이 증가하게 된다.

Fig. 5는 암모니아 냉매 질량 유량 증가에 따른  $COP_{chilling}$  와  $COP_{hot\ water}$ 를 나타낸 그래프이다. 질량 유량의 증가에도  $COP_{chilling}$ 은 약 0.5,  $COP_{hot\ water}$ 는 약 1.5 정도로 일정하게 나타났다. 이는 증발열량이 증가하는 비율 그리고 온수 열량의 증가 비율이 재생열량의 증가 비율과 거의 동일 때문에 이와 같은 현상이 나타났다고 판단된다.

Fig. 6은 냉각수 입구 온도에 따른 각 열교환기 별 열량을 나타낸 그래프이다. 냉각수 유량을

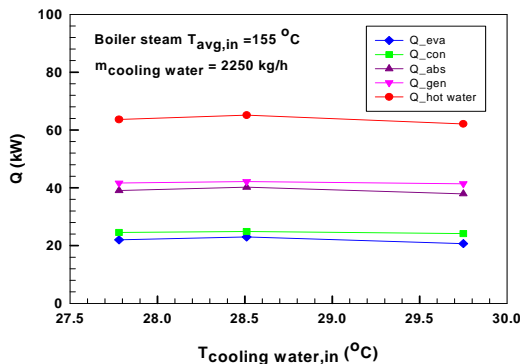


Fig. 6 Heat capacity as increase of cooling water temperature in.

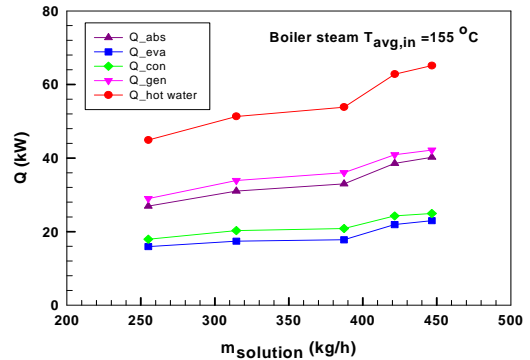


Fig. 7 Heat capacity as increase of solution mass flow rate

일정하게 유지하고 냉각수 입구 온도가 상승하였을 때 각 열교환기의 열량은 28.5°C까지 거의 동일하다 약 29.5°C에서는 소폭 감소하는 경향을 보이고 있다. 냉각수 입구 온도는 범위가 2°C로 좁아 거의 동일한 열량을 나타내고 있지만, 냉각수 입구 온도차가 범위가 더 넓게 된다면 각 열교환기 별 열량의 차가 더 날 것으로 판단된다.

Fig. 7은 농용액 질량유량의 증가에 따른 각 열교환기 별 열량을 나타낸 그래프이다. 농용액 질량유량이 증가함에 재생되어 나오는 냉매/흡수제 혼합액의 질량유량이 증가하고 이에 따라 응축기로 들어가는 암모니아 냉매의 질량유량이 증가함으로써 각 열교환기들의 열량이 증가하게 된다. 또한, 증발열량의 상승은 농용액 질량유량에 증가에 따라 냉동 능력이 상승한다는 것을 의미한다.

Fig. 8은 농용액 질량 유량 증가에 따른

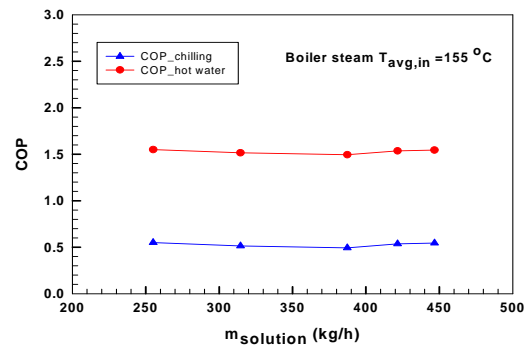


Fig. 8  $COP_{chilling}$  and  $COP_{hot\ water}$  as increase of solution mass flow rate

$COP_{chilling}$  와  $COP_{hot\ water}$ 를 나타낸 그래프이다. Solution 질량 유량의 증가에도  $COP_{chilling}$ 은 약 0.5,  $COP_{hot\ water}$ 는 약 1.5 정도로 일정하게 나타났다. 이는 암모니아 냉매 질량 유량 증가 때와 마찬가지로 증발열량이 증가하는 비율 그리고 온수열량 증가 비율과 재생열량의 증가 비율이 거의 동일 때문에 이와 같은 현상이 나타났다고 판단된다.

#### 4. 결 론

소형 암모니아 흡수식 냉난방기의 냉방 운전 성능에 대한 결론은 다음과 같다.

(1) 소형 암모니아 흡수식 냉난방기의 냉방 운전은 암모니아 질량유량 증가에 따라 각 열교환기의 능력이 상승하였으며, 냉동 능력 및 온수열량 또한 상승함을 알 수 있었다.

(2) 암모니아 냉매 질량 유량 증가함에도 불구하고  $COP_{chilling}$  와  $COP_{hot\ water}$ 는 각각 약 0.5, 약 1.5정도로 일정하게 나타났으며, 이는 증발열량 및 온수열량의 증가 비율과 재생열량의 증가 비율이 거의 동일하기 때문이다.

(3) 냉각수 유량을 일정하게 유지하고 냉각수 입구 온도가 상승하였을 때 각 열교환기의 열량은 28.5℃까지 거의 동일하다 약 29.5℃에서는 소폭 감소하는 경향을 보이고 있다. 하지만 냉각수 입구온도차 범위를 더 넓게 가진다면 각 열교환기의 열량 차이도 확연히 보일 것이라 판단된다.

(4) 농용액(strong solution) 질량유량이 증가함에 재생되어 나오는 냉매/흡수제 혼합액의 질량 유량이 증가하고 이에 따라 응축기로 들어가는 암모니아 냉매의 질량 유량이 증가함으로써 각 열교환기들의 열량이 증가하게 된다. 또한, 증발열량의 상승은 농용액 질량유량에 증가에 따라 냉동 능력이 상승한다는 것을 의미한다.

(5) 농용액 질량 유량의 증가에도  $COP_{chilling}$ 은 약 0.5,  $COP_{hot\ water}$ 는 약 1.5 정도로 일정하게 나

타났다. 이는 암모니아 냉매 질량 유량 증가 때와 마찬가지로 증발열량이 증가하는 비율 그리고 온수열량 증가 비율과 재생열량의 증가 비율이 거의 동일 때문에 이와 같은 현상이 나타났다고 판단된다.

#### 참 고 문 헌

1. D. W. Hudson, 2002, Ammonia Absorption Refrigeration Plant, The Official Journal of AIRAH, August2002, pp.26-30.
2. Phillpis, B. A., 1990, Development of a High-Efficiency Gas-Fired Absorption Heat Pump for Residential and Small Commercial Application, Phase 1 Final Report, ORNL Report, ORNL/Sub/86-24610/1
3. Bassols. J. et al., 1998, 1st Operation Result of a Gas-Fired 250kW absorption Heat Pump with Plate-Fin Heat Exchanger, New Orleans, Proceedings of the International Absorption Heat Pump Conference, ASME AES-Vol. 31, pp. 73-78.
4. Fuhimaki. S. et al, 1994, Analysis of Technical Tasks for Improving the Safety of Ammonia Absorption Heat Pumps, Proceedings of the International Absorption Heat Pump Conference, ASME AES-Vol. 31, pp. 279-286.
5. Inoue. N. et al., 1994, COP Evaluation for Advanced Ammonia-Based Absorption Cycle, Proceedings of the International Absorption Heat Pump Conference, ASME AES-Vol. 31, pp. 1-6.
6. In-Seak Kang et al. 2001, Operating Characteristics of Ammonia-water Absorber Heat Exchange Cycle, Energy Engg. J(2001), vol. 10, No. 4, pp.357-362.
7. EES Ver.7.651.#2026