

# 소형 암모니아 흡수식 냉난방기의 난방성능 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>

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

## 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

<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

**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:** Heating performance(난방성능), Ammonia absorption system(암모니아 흡수식 냉동기), COP(성능계수)

### 기 호 설 명

ABS : 흡수기  
 CON : 응축기  
 EVA : 증발기  
 GEN : 재생기  
 RECT : 정류기  
 E.V. : 팽창밸브  
 Q<sub>h</sub> : 난방열량 [kW]

i : 엔탈피 [kJ/kg]  
 h : heating  
 G<sub>r</sub> : 암모니아 냉매 질량 유량 [kg/h]  
 COP<sub>h</sub> : 난방 성능계수

### 1. 서 론

주요 흡수식 사이클은 물-리튬브로마이드 사이클을 기초로 하고 있음에도 불구하고, 특히, 저온용으로 암모니아-물계 사이클을 이용한 많은 적용사례들이 있다<sup>(1)</sup>.

† Corresponding author

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

E-mail address: chaosfactor@nate.com

암모니아-물계 흡수식 냉동기는 암모니아를 냉매로 물을 흡수제로 사용하는 시스템으로 1800년대 중반에 등장하여 주로 냉동용으로 사용되어 왔다. 1960년대 들어 가정용 냉방을 위한 기기가 개발되었고, 1970년대에는 가정용 및 상업용 냉방으로 그 적용 범위가 확대되었다. 오늘날 CFC 및 HCFC 냉매의 지구오존층 파괴문제에 대한 대체 냉매로 암모니아의 중요성이 부각되어 가정용 및 소형 빌딩에 대한 냉방 및 난방을 위한 히트펌프 개발이 활발하게 진행되고 있다.

암모니아 흡수식 히트펌프의 소형·공냉화에 적합한 특성을 가지고 있어 미국에서는 ORNL를 중심으로 실용화를 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며<sup>(2,3)</sup>, 일본의 경우, 가정용 가스 냉난방기의 실용화 기술 개발을 위해 통산성 및 일본 가스협회 등이 주관하여 연구개발이 활발히 진행되고 있다<sup>(4,5)</sup>.

한편, 우리나라에서는 암모니아의 독성 및 가연성문제 등으로 인한 법적 제약으로 이에 대한 연구개발이 부진하였다. 최근 들어 전기식 에어컨의 수요가 증가함에 따라 하절기 냉방 전력수요가 매년 급증하면서 전력 공급의 불균형이 점점 심화되고 있으며, CFC계 냉매에 의한 오존층 파괴 등 환경문제도 크게 대두되고 있는 실정이다<sup>(6)</sup>. 이러한 문제들을 해소하고 에너지 공급의 균형을 위하여 흡수식 냉난방기의 연구 개발이 추진되고 있으나 현재까지는 기초기술에 관련된 연구가 대부분이다.

본 연구는 소형 암모니아 흡수식 냉난방기의 기초 실험으로 소형 암모니아 흡수식 냉난방기의 난방 운전의 난방특성에 대해 소개하고자 하며, 이번 연구는 설계된 난방운전 조건을 중심으로 한 기초 실험이며, 이후 체계화 된 조건으로 난방운전 및 냉방운전 실험을 진행할 것이다.

## 2. 실험장치 및 데이터 분석

### 2.1 실험장치

Fig. 1은 실험장치의 개요도를 나타낸 것이다. 보일러에서 고온의 포화 수증기를 재생기로 보내어 열교환을 통해 암모니아 수용액이 재생되어 정류기로 보내어진다.

정류기에서 고순도로 농축된 고온의 암모니아

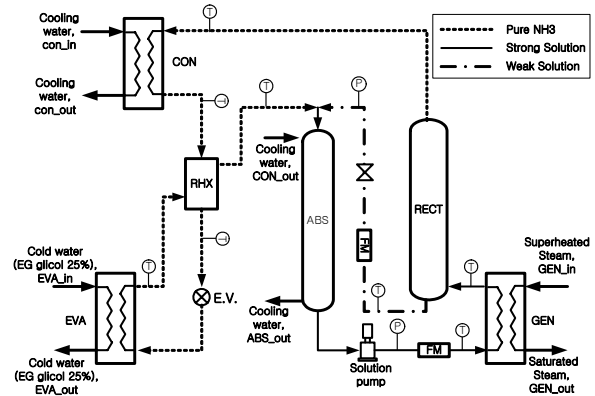


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

증기는 응축기로 보내어져 냉각수에 의해 응축이 되고, 냉매팽창밸브를 거쳐 저온저압의 상태로 증발기에 유입된다. 증발기에 유입된 냉매액은 냉수(부동액, Ethylene Glycol 25%Vol)에 의해 증발한다. 증발기를 나온 냉매증기는 흡수기로 보내어져 흡수제인 물에 흡수되며, 이 때 냉매가 흡수제에 흡수 되는 과정에서 발열이 일어난다. 흡수기를 나온 암모니아 수용액은 용액펌프에 의해 재생기로 흘러들어가 재생되어 정류기로 보내어져 정류된 고순도의 암모니아 냉매는 응축기로, 흡수제인 물은 흡수기로 보내어지는 과정을 반복하며 사이클이 이루어진다.

실험장치의 사이클에서 난방효과는 응축기에서 응축을 하기 위해 열교환 시켜주는 냉각수를 이용한다. 응축기에서 열교환을 한 냉각수를 다시 흡수기에 보내어 암모니아가 물에 흡수되면서 발생하는 열과 열교환 시킴으로써 얻어지는 온수를 얻을 수 있다.

### 2.2 데이터 분석

실험을 통해 얻어진 열량계산은 다음과 같은 식으로 계산할 수 있다.

$$Q = G_r(i_{out} - i_{in}) \quad (1)$$

식(1)에 의해 계산된 흡수기에서의 열량과 응축기에서의 열량을 합산하여 난방열량을 구한다.

$$Q_h = Q_{ABS} + Q_{CON} \quad (2)$$

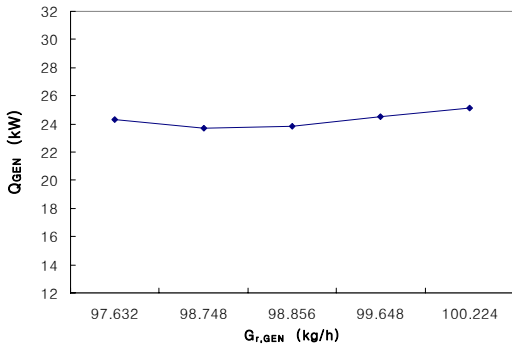


Fig. 2 Heat capacity as function of mass flow rate in generator

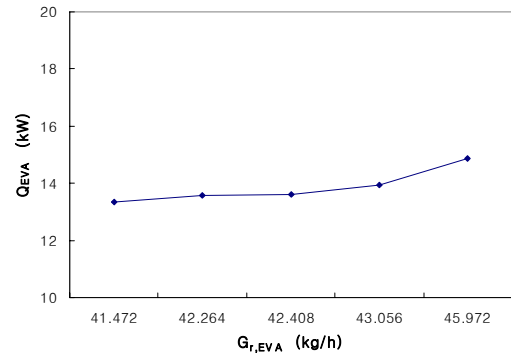


Fig. 4 Heat capacity as function of mass flow rate in evaporator

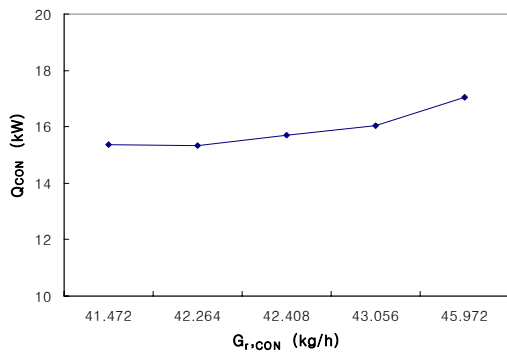


Fig. 3 Heat capacity as function of mass flow rate in condenser

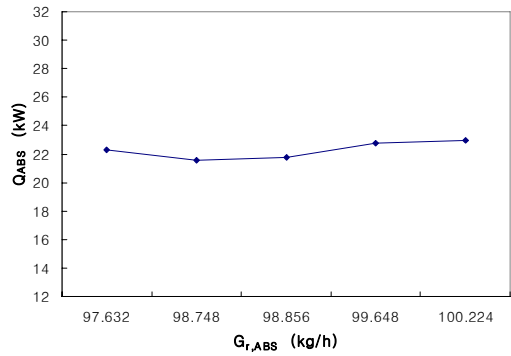


Fig. 5 Heat capacity as function of mass flow rate in absorber

식(2)를 이용하여  $COP_h$ 은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$COP_h = \frac{Q_h}{Q_{GEN}} \quad (3)$$

### 3. 실험결과

재생온도는 암모니아/물 흡수식 냉동기에서 암모니아 재생농도에 영향을 끼침으로 재생열량을 일정하게 유지 하여 재생되는 암모니아 농도를 일정하게 유지 할 수 있도록 하였다.

Fig.2는 포화 증기에 의해 장치내로 입력되는 재생열량을 나타낸 그래프이다. 재생기로 흘러들어가는 냉매유량 변화에 대해 재생열량은 오차범위 1kW 이내로 유지하였다. 재생기에서 재생된 암모니아수용액은 정류기를 통해 고순도의 암모니아 증기가 응축기 입구로 흘러 들어가 응축기에 흐르는 냉각수와 열교환을 하게 된다.

Fig. 3는 암모니아 냉매 유량에 따른 응축열량에 대한 그래프로 암모니아 냉매가 증가할수록 응축열량도 증가함을 볼 수 있다. 이는 응축기에 일정한 농도의 암모니아 증기가 유입되고, 충분한 냉각수가 흐름으로써 암모니아 냉매가 충분히 응축할 수 있게 하여 응축기 입출구 엔탈피차를 일정하게 유지됨으로써 질량유량이 증가 할수록 응축열량이 증가하게 된다.

Fig. 4는 증발기 내로 흐르는 암모니아 냉매 유량에 따른 증발열량을 나타낸 그래프이다. 응축기에서와 동일한 냉매 농도와 냉매 질량유량을 가진다. 응축기와 마찬가지로 질량 유량이 증가함에 따라 증발열량이 증가하는 경향을 보이고 있다.

Fig. 5는 흡수기에 대한 흡수열량을 흡수기에 흐르는 냉매 유량에 대해 나타난 그래프이다. 흡수기에 흐르는 냉매 유량은 재생기에서 흡수기로 흐르는 냉매 유량과 응축기, 증발기를 흐르는 냉매 유량의 합으로 정의한다. 정류기에서 응축기로 흐르는 냉매유량이 증가하고, 재생되어 나오

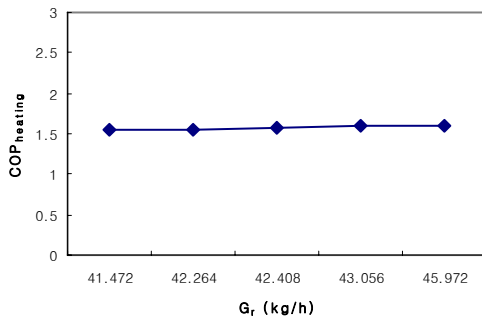


Fig. 6  $COP_h$  as function of mass flow rate

는 암모니아 희용액(Weak Solution) 유량이 증가하여 흡수기에서 흡수되는 암모니아의 양이 증가함에 따라 암모니아 냉매가 흡수제에 흡수되면서 발생하는 발열량이 증가함으로써 흡수열량이 증가하는 것으로 판단된다.

Fig. 6은 응축기로 흐르는 암모니아 냉매 질량 유량에 따른  $COP_h$ 를 알아본 그래프이다. 응축기로 흐르는 암모니아 냉매 유량이 늘어날수록  $COP_h$ 이 소폭 상승하였다. 이는 질량 유량이 증가할수록 응축열량과 흡수열량의 증가로  $COP_h$ 가 상승하였음을 알 수 있다.

#### 4. 결론

소형암모니아 흡수식 냉동기의 난방운전 시  $Q_{GEN}$ 이 일정하게 유지 될 때, 암모니아 냉매의 질량 유량이 증가할수록 응축기, 증발기, 흡수기의 열량이 증가함을 알 수 있었다.

질량유량이 증가함에 따라 응축열량, 흡수열량이 증가함으로써  $COP_h$  이 증가함을 알 수 있었다.

본 실험은 현재 기초 실험 단계 중에 있으며, 앞으로 소형 암모니아 흡수식 냉동기의 난방운전

의 특성에 관한 실험이 수행할 것이며, 난방운전에 대한 특성 연구가 더욱 세밀하게 진행할 것이다.

#### 참고 문헌

1. D. W. Hudson, 2002, Ammonia Absorption Refrigeration Plant, The Official Journal of AIRAH, August2002, pp.26-30.
2. Phillipis, 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.