

액체식 제습시스템을 위한 재생기와 제습기의 높이에 따른 성능특성에 관한 연구

이 수 동[†], 박 문 수^{*}, 정 진 은^{**}, 최 영 석^{*}

한국기술교육대학교 대학원, ^{*}한국생산기술연구원 청정설계기술팀, ^{**}한국기술교육대학교 기계공학부

Study on the Performance Characteristics with the Height of a Regenerator and Dehumidifier for Liquid Desiccant Dehumidification System

Su-Dong Lee[†], Moon-Soo Park^{*}, Jin-Eun Chung^{**}, Young-Seok Choi^{*}

Graduate School, Korea University of Technology & Education, Chonan 300-708, Korea

^{*}Department of Energy System Team, Korea Institute of Industrial Technology, Chonan 330-825, Korea

^{**}Department of Mechanical Engineering, Korea University of Technology & Education, Chonan 300-708, Korea

(Received January 15, 2004; revision received April 19, 2004)

ABSTRACT: Liquid desiccant dehumidification systems have the ability to provide efficient humidity and temperature control while saving the electrical energy requirement for air conditioning as compared to a conventional system. The dehumidifier and the regenerator form the heart of this system. The latent part of the cooling load is overcome using liquid desiccant. The model regenerator has been designed to study the absorption characteristic of the aqueous triethylene glycol (TEG) solution which is in the flow range from 20 to 50 LPM. Also, this system designed that was able to change the height of the regenerator and dehumidifier. Because the effect of performance have different result according the height. The effect of performance factors of the regenerator with inlet solution flow rate, air flow rate, solution concentration, solution temperature, brine temperature, air temperature and inlet air relative humidity have been analyzed. Data obtained are useful for design guidance and performance analysis of the hybrid air conditioning system.

Key words: Liquid desiccant(액체 건조제), Dehumidification(제습), Dehumidifier(제습기), Regeneration(재생), Regenerator(재생기), Triethylene glycol(트리에틸렌 글리콜)

기 호 설 명

1 H : 10 Row 열교환기
2 H : 14 Row 열교환기
3 H : 18 Row 열교환기

D : 제습량 [kg/h]
 P : 대기압 [Pa]
 P_w : 수증기 분압 [Pa]
 Q : 공기질량유량 [kg/h]
 R : 재생량 [kg/h]
RH : 상대습도 [%]
 X : 공기 절대습도 [kg W/kg da]
 X_i : 입구공기 절대습도 [kg W/kg da]
 X_o : 출구공기 절대습도 [kg W/kg da]

[†] Corresponding author

Tel.: +82-41-589-8338; fax: +82-41-589-8330

E-mail address: kc3700@kitech.re.kr

하첨자

- i* : 입구공기
o : 출구공기
w : 수증기

1. 서 론

최근 각 산업 분야에서 제품의 제조공정, 품질 관리 및 보관 업무에 있어서 제습의 필요성이 크게 강조되고 있다. 특히, 우리 나라의 여름 기후는 고온 다습한 특징을 갖고 있다. 습도가 높으면 온도가 그다지 높지 않더라도 쉽게 불쾌감을 느낀다. 이러한 계절적 특성으로 인해 생활의 질적 향상과 더불어 제습기, 에어컨과 같은 공기조화장치의 수요가 매년 두드러지게 증가하고 있다. 고온 다습한 기후에서는 습공기의 잠열부하가 크기 때문에, 습공기의 잠열부하를 효율적으로 처리함으로써 냉방에 필요한 막대한 에너지를 절약할 수 있다.^(1,2)

최근 주목받고 있는 제습냉방시스템의 하나인 복합식 액체 건조제 제습냉방시스템은 냉방해야 할 고온 다습한 습공기의 잠열부하를 액체건조제 제습기로 처리하고 현열부하는 냉각코일 또는 증발식 냉각기로 처리하여 쾌적한 냉방공기를 만들어내는 것이다.^(3,4)

낮은 압력강하와 등온제습이 장점이며 제습과 냉방을 동시에 행할 수 있는 핀-튜브형 액체건조제 제습시스템에서 제습과정으로 인해 농도가 낮아진 TEG 수용액을 재사용하기 위하여 용액의 재생과정이 필수적이다. 이러한 액체 건조제를 이용한 재생과정은 높은 온도에서 주위공기로 수분을 방출하여 낮은 온도에서 공기 중의 수분을 흡수하는 건조제의 성질을 이용하여 이루어진다. 최근 국내에서 염화리튬(LiCl)과 TEG 수용액을 이용한 액체 건조제 제습 냉방장치에 대한 성능특성 연구가 활발히 진행되고 있다.⁽⁵⁻⁸⁾

특히, 본 연구에 사용된 액체건조제 TEG 수용액(Triethylene glyco)은 제습액으로써 기존에 가장 널리 사용되고 있는 염화리튬(LiCl)보다 부식성이 적고 살균성이 있으며,⁽⁹⁾ 비용 면에서도 저렴한 장점이 있다. 본 연구는 핀-튜브형 액체 건조제 제습시스템(이하 액체식 제습시스템이라 함)에서 단면적이 같은 열교환기의 높이를 변화시켜

재생성능 결과를 분석하여 제습성능과 비교해 봄으로써 복합식 공조시스템 설계를 용이하게 하고자 하는 데에 목적을 두고 있다.

2. TEG 수용액의 제습 및 재생원리

액체 건조제인 TEG 수용액이 공기 중의 수분을 흡수하는 원리는 접촉하는 주위공기의 수증기 분압과 TEG 수용액 표면의 증기압력 사이의 상대적인 크기에 의해 조절된다.⁽¹⁰⁾ 즉, TEG 수용액 표면의 증기압력이 이와 접촉하는 주위공기의 수증기 분압보다 작을 경우 제습이 일어나게 되며, 이때 공기 중의 수분을 흡수한 TEG 수용액은 묽어지게 된다. 이와 반대로 TEG 수용액 표면 증기압이 이와 접촉하는 주위 습공기의 수증기 분압보다 커지게 될 경우 용액에 포함되어 있는 수분을 습공기 중으로 방출하게 되어 용액이 재생되는 것이다.⁽¹¹⁾

Fig. 1은 액체 건조제인 TEG 수용액의 증기압력과 주위공기의 수증기 분압차를 비교한 것이다. 예를 들면 온도 30°C에서, 상대습도 65%의 습공기의 수증기 분압이 TEG 수용액 85%일 때의 증기압보다 크므로 습공기 중의 수분이 TEG 수용액으로 흡수되어 제습이 일어나게 되고 반대로 상대습도 65%의 습공기의 수증기 분압이 TEG 수용액 50%일 때의 증기압보다 작으므로 TEG 수용액 내의 수분을 습공기 중으로 방출하여 재생이 일어나게 된다. 즉, 동일한 습공기에 대해 용액의 온도가 낮고 농도가 높아질수록 TEG 수용액의 증기압이 낮아져 더 많은 양의 제습이 이

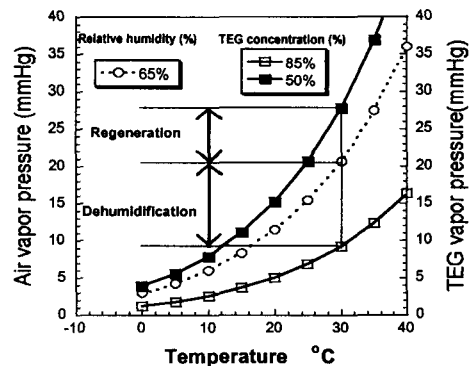


Fig. 1 Principle of desiccant dehumidification and regeneration.

루어지게 되고 동일한 습공기에 대해 용액온도가 높고 농도가 낮아질수록 TEG 수용액의 증기압이 더욱 높아져 습공기와 증기압차는 커지게 되고 결과적으로 더 많은 양의 재생이 일어나게 된다. 이와 같이 TEG 수용액은 온도와 농도의 함수관계에 따라 채습과 재생을 반복하는 것이다. TEG 수용액의 이러한 특성을 이용한 시스템 구성을 통해 작동유체로 사용될 수 있다.

3. 실험장치 및 조건

3.1 실험장치

Fig. 2에 전체적인 실험장치를 도시하였다. 실험장치의 전체 개략도를 살펴보면 크게 채습부와 재생부(A), 브라인 항온조(B), 입구공기 항온습기(C) 및 TEG 수용액 항온조(D)로 나눌 수 있다. 용액분사방법은 용액의 균일한 분산이 가능한 노즐형식을 취하였으며 캐리오버를 방지하기 위하여 공기 출구측에 엘리미네이터와 더미스터를 설치하였다. 또한 공기 출구측 덕트에 피토투관⁽¹²⁾을 설치하여 공기유량을 측정하였고 공기유량 제어는 디지털 인버터를 가변하여 송풍기 모터의 회전수로 제어하였다. 공기의 흐름은 직교류 방식이나 평행류 방식에 비해 압력강하의 단점은 있지만 물질전달의 효과가 좋은 대향류 방식을 취하였다. 브라인 항온조는 냉동기와 히터를 장착하여 디지털 인버터로 제어하였고 TEG 수용액 항온조 또한 온도제어를 위해 히터와 냉

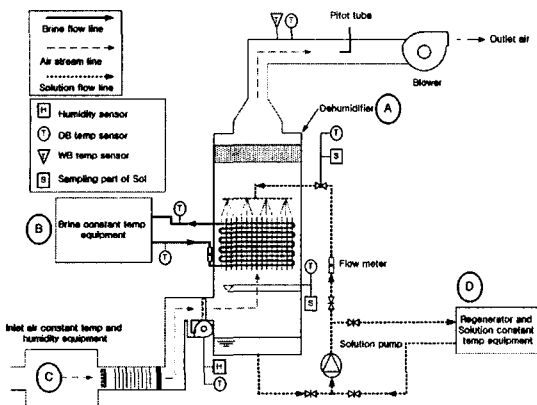


Fig. 2 Schematic diagram of the experimental dehumidifier.

Table 1 Dimensions of the finned-tube heat exchanger

Variable	Absorber	
Face area (mm)	520×610	
Height (mm)	1 H	340
	2 H	450
	3 H	560
Number of rows	1 H	10
	2 H	14
	3 H	18
Number of tubes per row	16	
Tube length (mm)	520	
Pipe diameter (inch)	5/8"	
Number of fins per inch	19	

동기를 장착하여 인버터 제어를 하였다. 브라인과 TEG 수용액의 유량은 마그네틱 유량계(Bailey Fischer, Porter Tmax : 130℃, Qmax : 200 LPM)를 사용하여 측정하였다. 공기 입구 덕트 및 출구 덕트에는 온습도 센서를 장착하였고 브라인과 TEG 수용액 입출구 배관에 온도센서를 설치하여 공기의 온습도 및 TEG 수용액의 온도를 측정하였다. 공기 입구 덕트와 출구 덕트에는 온습도 센서 이외에 온도 센서를 하나씩 더 설치하여 인버터 제어값으로 이용함과 동시에 온습도 센서와의 측정값 오차 비교에 이용하였다. TEG 수용액의 농도변화를 체크하기 위해 입출구에서 TEG 수용액을 추출하여 굴절계(Atago RX-5000)로 공기와 접촉하기 전 농도와 접촉 후의 농도를 측정하였다. 굴절계의 측정범위는 0~95%이며 정밀도는 0.01%이다. 또한 사용된 온도센서는 온도범위 0~1,100℃ 사이에서 ±0.5℃의 교정 불확실도를 가지고, 습도센서의 경우 온도범위 0.2℃ 내에서 ±0.5%의 정확도를 가지며, 유량계의 경우 ±0.2%의 정확도를 가진다. 이러한 모든 센서의 측정데이터는 컴퓨터와 연결하여 실시간 데이터 확인이 용이하고 원하는 시간에 데이터를 취득할 수 있는 데이터 취득용 프로그램 Darwin Enhanced Logger for Windows를 사용하였다. Table 1은 채습부 열교환기의 사양을 나타낸 것이다.

3.2 실험조건

재생실험시 작동인자들의 실험조건 및 정격조

Table 2 Parameter of regeneration experimental condition

Parameter	Experimental range	Normal condition
Inlet air conditions [°C, %]	31.1, RH65	31.1, RH65
Solution temperature [°C]	40	40
Brine flow rate [LPM]	42	42
Solution flow rate [liter/min]	20~40	1 H : 25, 2 H : 30, 3 H : 35
Air flow rate [kg/hr]	1,200~2,100	1,850
Solution concentration [%]	70~90	80
Brine temperature [°C]	40~60	50

Table 3 Parameter of dehumidification experimental condition

Parameter	Experimental range	Normal condition
Inlet air conditions [°C, %]	31.1, RH65	31.1, RH65
Solution temperature [°C]	15	15
Brine flow rate [LPM]	42	42
Solution flow rate [liter/min]	20~50	30
Air flow rate [Kg/hr]	1,200~2,100	1,850
Solution concentration [%]	75~95	85
Brine temperature [°C]	0~25	5

건을 Table 2에 나타내었다. 또한 재생특성과 제습능의 비교 분석시 필요한 제습실험시의 실험 조건 및 정격조건을 Table 3에 나타내었다. 이러한 비교 분석을 통하여 실제 복합식 시스템 설계시 작동인자에 대한 최적값을 찾아내는 것이다. 재생 및 제습실험시 TEG 수용액 유량은 5 LPM 과 10 LPM 간격으로 변화시켰고 공기유량은 디지털 인버터값을 5Hz씩(1,200~2,100 kg/h) 증가시켰다. 그리고 TEG 수용액 농도는 5%, 브라인 온도는 5°C씩 증가시키며 실험하였다. 정격조건 값은 작동인자 중 한 가지를 변화시킬 때 다른 작동 인자들의 실험조건을 나타낸다. 또 정격조건에 의한 제습부측과 재생부측의 TEG 수용액 혼합으로 80~85%의 농도유지를 예상할 수 있고 이러한 시스템에 영향을 미치는 각각의 작동인자들을 선정한다.

4. 실험결과

4.1 실험결과에 사용된 계산식

재생부 열교환기의 높이에 따른 실험을 통하여 얻어진 결과는 식(1)과 식(2)를 이용하여 재생량

으로 계산하였고 제습실험을 통하여 얻어진 결과는 식(3)을 이용하여 제습량으로 나타내었으며 1 H, 2H, 3H를 비교하여 나타내었다.

$$R = Q \cdot (X_o - X_i) \quad (1)$$

$$X = 0.62198 \times \frac{P_w}{P - P_w} \quad (2)$$

$$D = Q \cdot (X_i - X_o) \quad (3)$$

4.2 실험결과

액체식 제습시스템에서 냉방과 동시에 제습기능을 담당하는 제습부에 사용된 TEG 수용액은 제습과정으로 인해 농도가 낮아져 묽어지게 된다. 묽어진 TEG 수용액을 재사용하기 위해 재생과정은 필수적이다. 뿐만 아니라 겨울철 난방과 동시에 가습의 효과를 기대하기 위하여 액체 건조제인 TEG 수용액에 흡수된 수분을 효과적으로 방출할 필요가 있다. 이러한 제습과정 후의 재생 과정에 영향을 미치는 작동인자들에 대한 분석결과 Fig. 3(a)에서 알 수 있듯이 열교환기의 환 표면에 흘러 주는 TEG 수용액의 유량에 따라 재생

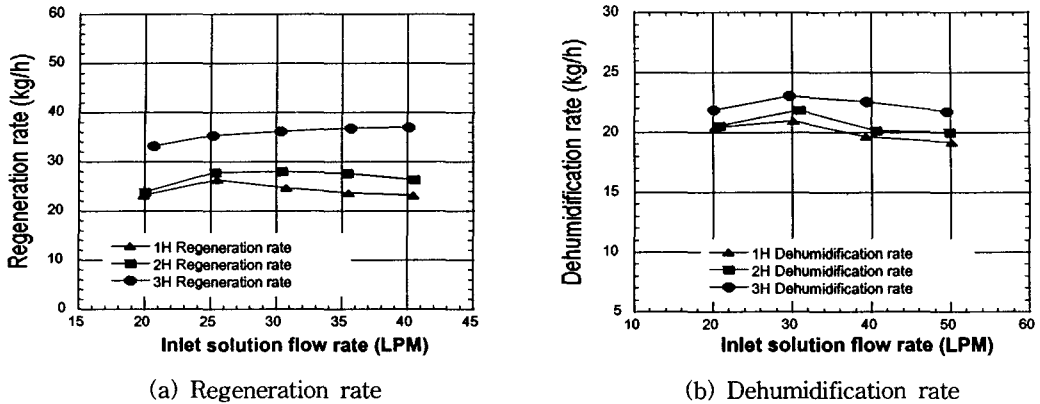
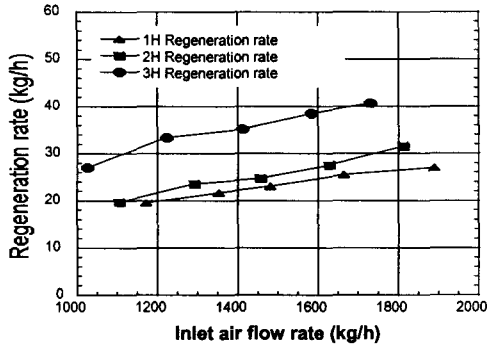


Fig. 3 Regeneration rate and dehumidification rate versus inlet solution flow rate of 1H, 2H and 3H.

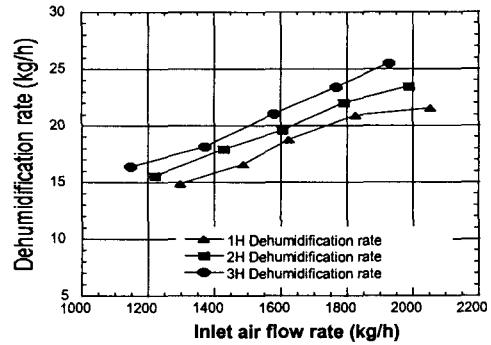
량이 달라지는 것을 알 수 있다. 열교환기 Row 수가 많아질수록 열교환용량의 증가로 인해 TEG 수용액의 온도를 더 높여 주어 재생량이 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 TEG 수용액의 물리적 특성상 동일한 농도에서 용액의 온도가 높을수록 많은 양의 재생이 일어난다는 것을 확인한 것이다. Fig. 3(a)의 1H의 경우 25 LPM에서 재생량이 26.8 kg/h로 가장 많았고, 2H의 경우 30 LPM에서 29 kg/h로 가장 많았다. 용량이 가장 큰 3H의 경우 30 kg/h 이상이었으나 실험조건 전체 범위에서 재생량이 증가하였지만 25~40 LPM 범위에서 재생 증가량은 1 Kg 이하로 적은 양이었다. 이처럼 용액이 어느 한계량 이상 공급되면 열교환 용량을 초과하여 오히려 효율이 떨어지는 것이다. Fig. 3(b)에서 1, 2, 3H 열교환기의 제습량을 볼 때 30 LPM에서 약 21~23 kg의 제습이 일어나는 것을 알 수 있다. 즉, 액체식 제습시스템에서 액체 건조제인 TEG 수용액이 최적유량 30 LPM에서의 제습과정을 거친 후 재사용을 위해 흡수한 수분을 방출해야 한다고 했을 때 Fig. 3(a)의 25 LPM에서의 1, 2, 3H 재생량이 Fig. 3(b)의 30 LPM일 때의 1, 2, 3H 제습량을 초과하고 있다. 다시 말해서 30 LPM에서의 제습과정으로 묶어진 용액의 재생시 용액유량 25 LPM으로도 충분히 흡수한 수분량 이상을 방출할 수 있다는 것이다. 불필요한 용액펌프의 용량증가는 전력손실을 초래하고 1H의 경우 25 LPM 이상에서 오히려 재생량이 낮아지며, 2H의 경우 30 LPM 이상에서 재생량이 낮아지므로 TEG 수용액을 추가공급하는 것은 의미가 없다. 3H의 경우 전범위

에서 재생량의 증가를 보인다 하더라도 25 LPM 이상에서 그 증가량이 매우 적으며 전력손실 방지와 일정농도 유지를 위하여 1, 2, 3H 열교환기의 재생유량은 25 LPM이 적당할 것으로 사료된다. 또한 Fig. 3(a)와 Fig. 3(b) 모두 공통적으로 일정유량 이상의 용액이 공급되었을 때 효율이 오히려 떨어지는 것을 확인할 수 있으며 불필요한 용액의 추가공급은 오히려 손실이라는 것이 확인되는 부분이다. 최적유량 선정시 재생량에서 큰 차이가 나지 않는다면 소요동력 절약 차원의 효율성에서 가능한 한 적은 유량을 적용하는 것이 효과적이고 재생량은 제습량과 연동되므로 이것은 제습부 실험을 통해 제습특성을 파악하여 유량 선정시 고려하여야 한다.

Fig. 4(a)에서 공기유량이 증가할수록 실험범위 내에서 재생량이 증가하는 경향을 나타내고 있는데 이것은 공기유량의 증가로 인해 습공기가 흡수할 수 있는 TEG 수용액 내의 수분량이 증가하게 되므로 재생량이 증가한 것이다. 1, 2, 3H 열교환기 모두 공기유량이 늘어날수록 습공기 증으로 방출할 수 있는 수분량이 늘어나게 되어 TEG 수용액의 재생량이 늘어나는 결과가 나왔다. 열교환기 Row 수가 늘어날수록 열교환 용량이 증가하여 재생량이 증가하였고 실험범위 전체 범위의 공기유량에서 재생량이 Fig. 4(b)의 제습량보다 많았다. 이것은 재생용액의 농도 80%를 기준으로 85%인 제습용액의 묶어진 농도를 고려했을 때 제습용액의 농도를 최대한 유지하는 데에 큰 효과가 있을 것으로 사료되고 이로 인하여 제습성능 효율은 더 높아질 것으로 기대된다. 이

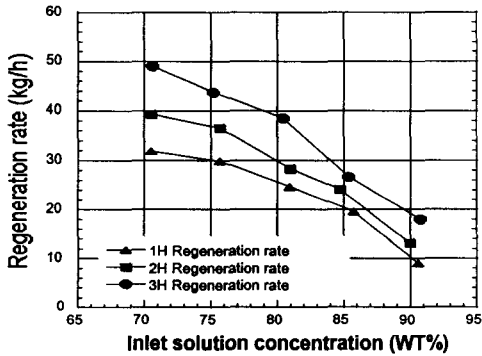


(a) Regeneration rate

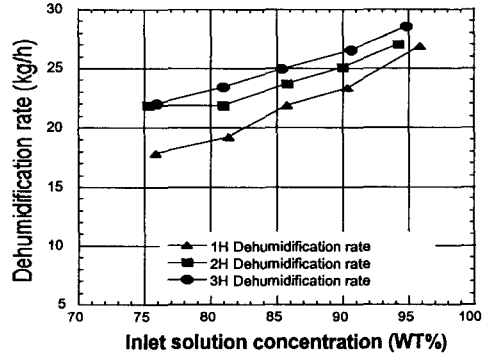


(b) Dehumidification rate

Fig. 4 Regeneration rate and dehumidification rate versus inlet air flow rate of 1H, 2H and 3H.



(a) Regeneration rate



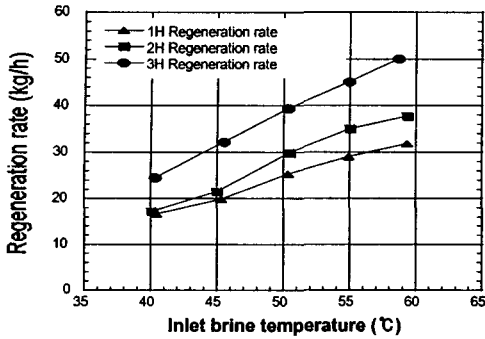
(b) Dehumidification rate

Fig. 5 Regeneration rate and dehumidification rate versus inlet solution concentration of 1H, 2H and 3H.

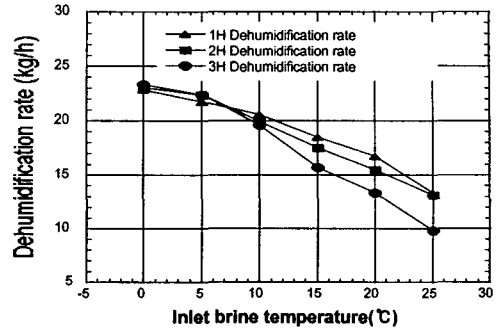
러한 사실은 실내기와 실외기를 대칭으로 제작하여야 하는 냉난방 겸용 복합식 히트펌프에서 제습부측 냉방토출공기의 잠열부하를 더욱 줄일 수 있게 되고 결과적으로 성능계수는 더욱 높아질 것으로 기대된다. 또한 재생부측의 재생량만을 고려한다면 재생량이 높은 3H 열교환기가 유리하겠지만 냉방과 동시에 제습이 일어나는 제습부측의 냉방능력과 제습량의 필요에 따라 열교환기의 높이를 조절할 수 있을 것이다. 이것은 열교환기 1Row당 비용을 고려할 때 실험 데이터의 활용 시 많은 비용의 절감이 예상되는 부분이며 과도하게 공기유량을 증가시킨다 하더라도 무한한 재생량 증가효과는 기대할 수 없고 용액이 비산되는 캐리오버현상을 생각하지 않을 수 없다. 그러므로 제습부측의 토출공기 현열냉각량과 캐리오버 등을 고려한 공기풍량 선정이 이루어져야 하

며 향후 재생량이 더 이상 증가하지 않는 공기풍량 범위나 캐리오버의 시작점이 되는 풍량 등을 찾아내는 연구가 필요하고 이러한 연구결과와 함께 분석하여 실제 복합식 공조시스템 설계시에 적용하여야 한다.

공기와 접촉하는 TEG 수용액의 농도변화에 따른 실험결과 Fig. 5(a)에서와 같이 용액농도가 낮을수록 재생량이 늘어난다는 것을 알 수 있다. 앞서 언급하였듯이 일정농도가 유지될 때 용액의 농도가 낮을수록 용액증기압이 더욱 높아져 습공기 증으로 많은 양의 수분을 방출하게 되는 것이다. 열교환기 Row 수가 많을수록 같은 농도에서 용액의 온도를 더욱 상승시켜 1H보다 2H가 재생량이 많았고, 또 2H보다는 3H가 재생량이 많음을 알 수 있다. Fig. 5(b)에서 제습량은 재생과 반대로 농도가 높을수록 높게 나타나며, Fig. 5(a)



(a) Regeneration rate



(b) Dehumidification rate

Fig. 6 Regeneration rate and dehumidification rate versus inlet brine temperature of 1H, 2H and 3H.

의 80~85% 사이에서의 재생량과 Fig. 5(b)의 80~85% 범위의 제습량이 거의 일치하며 다른 농도범위에서는 재생량과 제습량의 일치점을 찾기 힘들다. 즉, 재생부측 선정농도인 80%와 제습부측의 85%의 용액이 혼합되었을 때 80~85% 정도의 농도가 예상되며 동일한 수준의 재생량과 제습량으로 볼 때 액체식 제습시스템의 액체 건조제의 농도를 일정하게 유지하는 데에 무리가 없을 것으로 사료된다. 냉난방 겸용 복합식 히트 펌프 설계시 제습과 냉방만을 고려했을 경우 농도가 높을수록 복합식 공조기의 제습능력은 높아지겠지만 시스템의 전체 효율 측면에서는 제습에 사용된 용액의 재생과정을 고려해야 하므로 제습부를 거쳐 회색된 TEG 수용액의 농도와 재생부를 거쳐 진용액으로 바뀐 용액의 혼합은 필수적이다. 이때 80~85%의 농도는 실제 시스템에 적용시 제습 및 재생부에 적당한 농도범위이며 이러한 연구결과는 농도선정 및 그때의 제습량과 재생량을 산출하는 데에 유용할 것으로 사료된다.

Fig. 6(a)에서 열교환기 내를 흐르는 브라인 온도변화에 따른 재생량을 보면 브라인 온도가 상승함에 따라 열교환기 흰 표면의 온도를 높여 결국 TEG 수용액의 온도를 높여 주므로 용액의 물리적 특성에 따라 용액 표면 증기압이 높아지게 되고 따라서 습공기와와의 증기압 차가 커져 용액 중의 수분을 더욱 많이 방출하게 되며, 결국 재생량이 증가하는 것을 알 수 있다. 같은 브라인 온도에서 1H보다 용량이 큰 2H에서 재생량이 더 많았으며, 또 2H보다 용량이 큰 3H가 재생량이 더욱 많았다. 여기서 알 수 있는 것은 Fig. 6(b)의 제습량을 볼 때 1, 2, 3H 열교환기 모두

브라인 온도 10°C 이하에서 거의 같은 양의 제습이 일어났는데, Fig. 6(a)에서 브라인 온도 40°C를 제외하고 모든 브라인 온도범위에서 Fig. 6(b)의 제습량을 초과할 만큼의 재생이 일어났다는 것이다. 이것은 실제 시스템에 적용시 난방 및 재생이 일어나는 재생부측 응축기의 응축온도가 40°C 이상만 된다면 제습부 용액과의 농도유지가 무난하다는 것을 의미한다. Fig. 6(b)의 브라인 온도 10°C 이상에서는 제습량으로 볼 때 1, 2, 3H 용량 증가의 의미가 없다. 하지만 브라인 온도 5°C 이하에서 토출공기 현열냉각량은 분명 열교환 용량이 높은 3H가 가장 많으며 재생효율을 고려하였을 경우는 Fig. 6(a)에서와 같이 1H보다는 2H가, 2H보다는 3H가 효율이 증가함을 알 수 있다.

재생부측 시스템 설계는 기존 냉각식 시스템에 비교하여 액체식 제습시스템의 효율이 더 높을 때에만 의미가 있을 것이다. 제습부측의 효율이 기존 시스템보다 떨어진다면 재생시스템 설계의 필요성이 사라지기 때문이다. 그래서 본 연구와 관련하여 액체건조제를 열교환기 흰 표면에 흘려줌으로써 발생하는 압력손실대비 효율에 대한 연구를 통하여 냉각식 제습시스템보다 액체식 제습시스템이 더 효율이 뛰어난을 검증하였다.⁽¹³⁾

이러한 모든 연구결과값에 대한 신뢰도 검증을 위해 정격실험 조건시의 재생량 결과값을 사용하여 각각의 열교환기에 대한 오차범위와 표준편차를 계산하였다. 1H의 경우 재생량 평균값이 25.42 kg/h이었고, 표준편차는 0.7이었다. 이때 24.45 kg/h ≤ 재생량 ≤ 26.39 kg/h 범위 내에서 95%의 신뢰도를 가지는데 1H 재생량이 모두 범위 내에 포함되었으며, 오차는 2.8%였다. 2H의 경우 정격

조건에서의 평균 재생량이 28.42 kg/h이었고, 표준편차는 1.12였다. 95%의 신뢰도를 가지는 재생량범위는 26.86 kg/h ≤ 재생량 ≤ 29.98 kg/h이며, 5.2%의 오차로 2H 결과값 모두가 범위 내에 존재했다. 3H의 평균 재생량은 38.26 kg/h였으며, 표준편차는 1.09, 오차는 2.8%였고, 37.1 kg/h ≤ 재생량 ≤ 39.78 kg/h에서 신뢰도 95%를 가진다. 즉, 동일한 시스템에서 같은 실험을 반복하여 얻어진 결과값에서 1H, 2H, 3H 모두 약 5% 내외의 오차를 가짐을 알 수 있었다.

5. 결 론

TEG 수용액을 이용한 액체식 재생시스템에 영향을 주는 작동인자들 중 TEG 수용액유량, 공기유량, 용액농도 및 브라인 온도변화에 따른 재생량을 1, 2, 3H에 따라 비교하고 제습특성을 고려하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 전력손실 방지와 일정농도 유지를 위하여 1, 2, 3H 열교환기 재생유량은 25 LPM이 적당하며 불필요한 용액의 추가공급은 오히려 효율이 떨어진다.

(2) 1, 2, 3H 열교환기 모두 실험범위 전체 범위의 공기유량에서 재생량이 제습량보다 많았고 제습용액의 묽어진 농도를 고려했을 때 제습용액의 농도를 최대한 유지하는 데에 효과가 있을 것으로 사료된다. 또한 이로 인하여 제습성능 효율은 더 높아질 것으로 기대된다.

(3) 열교환기 높이가 증가할수록 같은 농도에서의 제습량과 재생량이 많았으며, 재생량과 제습량으로 볼 때 액체식 제습시스템의 액체건조제의 농도를 일정하게 유지하는 데에 재생부측 농도는 80%, 제습부측 농도는 85%가 적당하다.

(4) 재생부측 온도가 40℃ 이상만 된다면 제습부 용액과의 농도유지에 무리가 없고 제습량을 고려하였을 때 브라인 온도 10℃ 이상에서는 1, 2, 3H 용량 증가의 의미가 없다.

브라인 온도는 용액온도를 증가시켜 재생량을 높이는 직접적인 인자이며 여러 가지 형태의 열교환기에 대한 성능특성을 확보할 필요가 있다. 이러한 성능특성과 더불어 실제 시스템에 적용시 활용이 가능할 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 산업자원부 산하 에너지관리공단의 지원 연구 프로젝트의 일부임을 밝히며, 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Choi, K. H., 1998, Application for air conditioning of cooling system using desiccant, SAREK Paper, Vol. 27, No. 6, pp. 513-522.
2. Moon, I. H., 1998, Basic concept and present condition of domestic market for dehumidifiers, SAREK Paper, Vol. 27, No. 6, pp. 523-532.
3. Park, M. S., 1998, R&D Trend in desiccant based dehumidification and hybrid cooling system, SAREK Paper, Vol. 27, No. 6, pp. 533-540.
4. Mechler, P. E., 1986, Solar cooling system reduces summer utility demand and HVAC system life cycle in commercial and institutional buildings, Intersociety Energy Convert, San Diego, Proc. 21st.
5. Park, M. S., Kang, K. T., Lee, S. Y., Kim, M. G. and Cha, K. O., 1998, Experimental study on performance characteristics of liquid desiccant packed tower for hybrid cooling system, Proceedings of the SAREK 98 Winter Annual Conference, pp. 78-83.
6. Lee, S. Y., Park, M. S., Kang, K. T. and Cha, K. O., 1999, Experimental study on performance characteristics for packed tower absorption dehumidifier system, Proceedings of the SAREK 99 Winter Annual Conference, pp. 283-289.
7. Jee, K. H., Park, M. S., Kang, K. T. and Lee, J. S., 2001, Experimental study on performance of the fin-tube type liquid desiccant dehumidifier, Proceedings of the SAREK 2001 Winter Annual Conference, pp. 206-211.
8. Lee, S. D., Park, M. S., Chung, J. E. and Lee, J. S., 2003, An experimental study on the performance characteristic with height of a

- fin-tube liquid desiccant dehumidifier, Proceedings of the KSME 2003 Winter Annual Conference, pp. 25-30.
9. Seo, J. H., 1989, An absorption dehumidification system, KARSE Paper, Vol. 6, No. 6, pp. 54-58.
 10. Jang, J. O., 2003, Study on the effect of performance factors on the finned tube type regenerator for liquid desiccant dehumidification, KSME Paper, Vol. 27, No. 7, pp. 845-852.
 11. Union Carbide Corp, 1989, Triethylene Glycol, New York.
 12. Lee, P. G., 1993, Industrial Instrumentation, Yean Hak Sa, pp. 82-84.
 13. Lee, S. D., Park, M. S., Chung, J. E. and Choi, Y. S., 2003, Study on the performance characteristics with the height of a regenerator and dehumidifier for liquid desiccant dehumidification system, KSME Paper, Vol. 28, No. 5, pp. 593-602.