

【 論 文 】

2 중효용 흡수식 히트펌프의 난방 성능 해석

Thermodynamic Analysis of an Absorption Heat Pump Heating System with LiBr-Water Solution

원 승 호* 이 원 용* 정 현 생**
S. H. Won W. Y. Lee H. S. Chung

ABSTRACT

This paper presents an assessment based on steady-state thermodynamic analysis and computer modeling of a double effect generation absorption heating cycle for solar air-conditioning to find operating temperature ranges. The influences of component temperatures on the heating coefficients of performance and mass flow ratio have been investigated to obtain optimum operating conditions for the proposed air conditioning system. And the single and double effect absorption cycles are compared with each other over the same range of temperatures.

기 호 설 명

COP : 성능계수
FR : 질량유량비
H : 엔탈피 (kJ/kg)
M : 질량유량 (kg/s)
P : 압력 (kPa)
X : 농도 (%)
T : 온도 (°C)
 η : 열교환기 유효율

co : 응축기
ev : 증발기
ge : 발생기
g1 : 제 1 발생기
g2 : 제 2 발생기
I, II : 열교환기
re : 냉매

하 첨 자

ab : 흡수기

* 한국 동력자원 연구소 유체기기연구실

** 정희원 : 한국동력자원연구소

1. 서 론

흡수식 히트 펌프는 작동 유체의 흡수열을 이용하여 작동되는 열에너지 시스템으로 압축식 히트펌프와는 달리 기계적 구동장치가 적으므로 전력소모가 거의 없고, 소음 및 진동등이 적으므로 수명이 길다는 장점이 있다. 이 시스템은 태양에너지와 폐열회수를 위하여 적용연

구가 매우 활발하게 진행되고 있다. LiBr 수용액을 사용하는 시스템에 관한 연구는 1940년대 부터 수행되어 실용화되었으며 최근에도 Holland^{1~3)} Koehler^{4'5)} 등에 의하여 계속적인 연구가 수행되고 있다. Holland는 LiBr 수용액을 사용하는 시스템에 대하여 새로이 작동온도범위를 냉방, 난방, 열변환기에 대하여 각각 수치계산으로써 결정하고자 하였다. 또한 Koehler는 엔트로피 개념을 적용한 열역학적 계산을 LiBr 수용액에 적용한 연구로써, 모두 1중 효용 사이클에 대한 연구이었다. LiBr 수용액에 대한 2중효용 사이클 해석은 Kaushtik⁶⁾에 의하여 수행되었으나 냉방에 관한 연구결과로써, 실제 예측 및 적용연구에 사용할 수 있는 작동온도 범위를 계산하지 않았으며 질량 유량비의 영향도 고려하지 않았다.

본 연구에서는 LiBr 수용액을 사용하고 태양열 구동 온도 부근에서의 발생기 온도변화에 따른 2중효용 사이클로 난방에 적용할 수 있는 열역학적 사이클 해석을 수행하고 작동온도 범위를 결정하며, 질량 유량비의 영향을 해석하고자 하였다.

2. 작동원리

1중 효용사이클에 대한 작동원리는 원승호⁶⁾의 연구에 자세히 설명된 바와같이 4가지 운영온도와 2가지 압력상태로 작동된다. 작동온도 범위는 1,2중효용사이클 모두가

$$T_{ge} > T_{ab} \geq T_{co} > T_{ev} \text{ 혹은 } T_{ge} > T_{co} > T_{ab} > T_{ev} \dots\dots\dots (1)$$

이다. 2중효용 사이클 해석의 작동원리는 기본적으로 1중효용사이클과 같으나 Fig.2에서 보는 바와같이 발생기가 2대로써 구성되어 5가지 운영온도와 3가지 압력상태가 존재하게 된다. 이 사이클에서의 3가지 압력상태는

- 1) 저압영역은 증발기와 흡수기의 압력으로써 증발기 온도로부터 결정
 - 2) 중압영역은 응축기와 제 2발생기의 압력으로써 응축기온도로 부터 결정
 - 3) 고압영역은 제 1발생기의 압력으로써 제 2발생기의 온도로 부터 결정
- 된다. 시스템이 작동하는데 있어서 LiBr 희용액은 흡수기에서 제 1발생기로 송입되는 수용액으로써 상대적으로 높은 온도에서 냉매를 증발시키며 이 증발된 수증기는 제 1발생기에서 나와 제 2발생기내에서 고압상태로 응축된다. 이 때의 응축열은 제 2발생기의 농용액을 다시

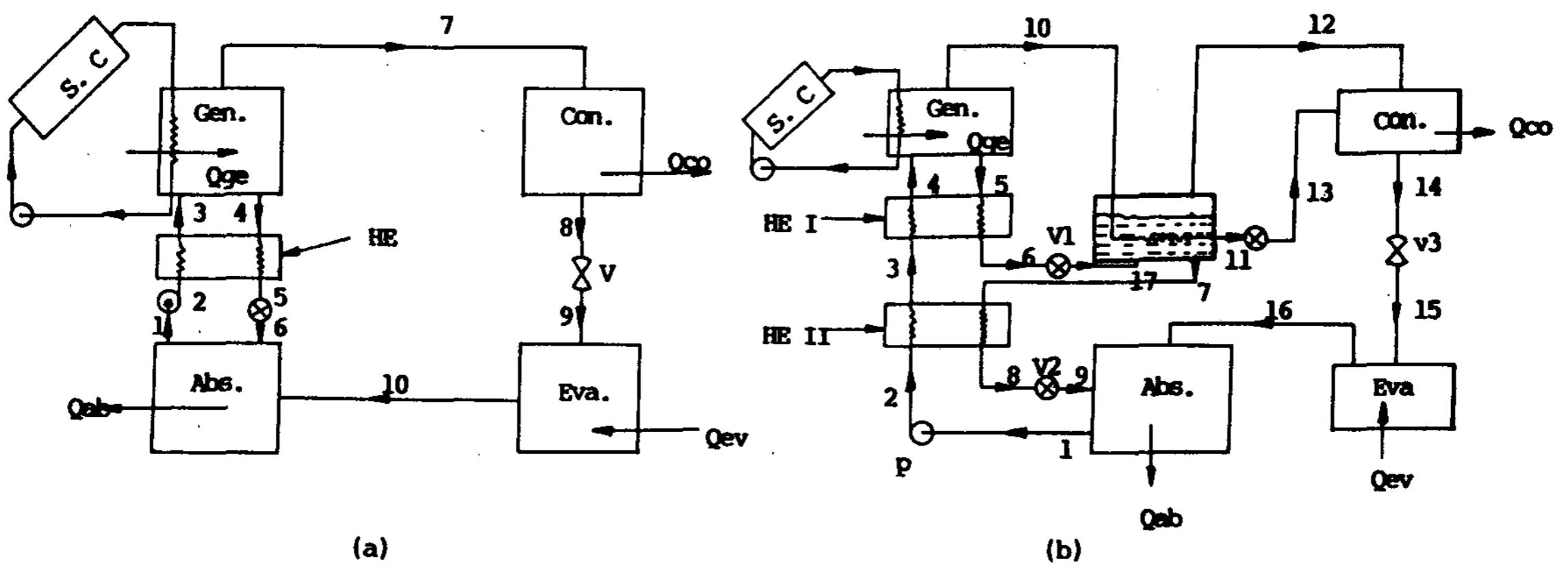


Fig. 1 (a) Single-effect vapor absorption cycle
(b) Double-effect vapor absorption cycle

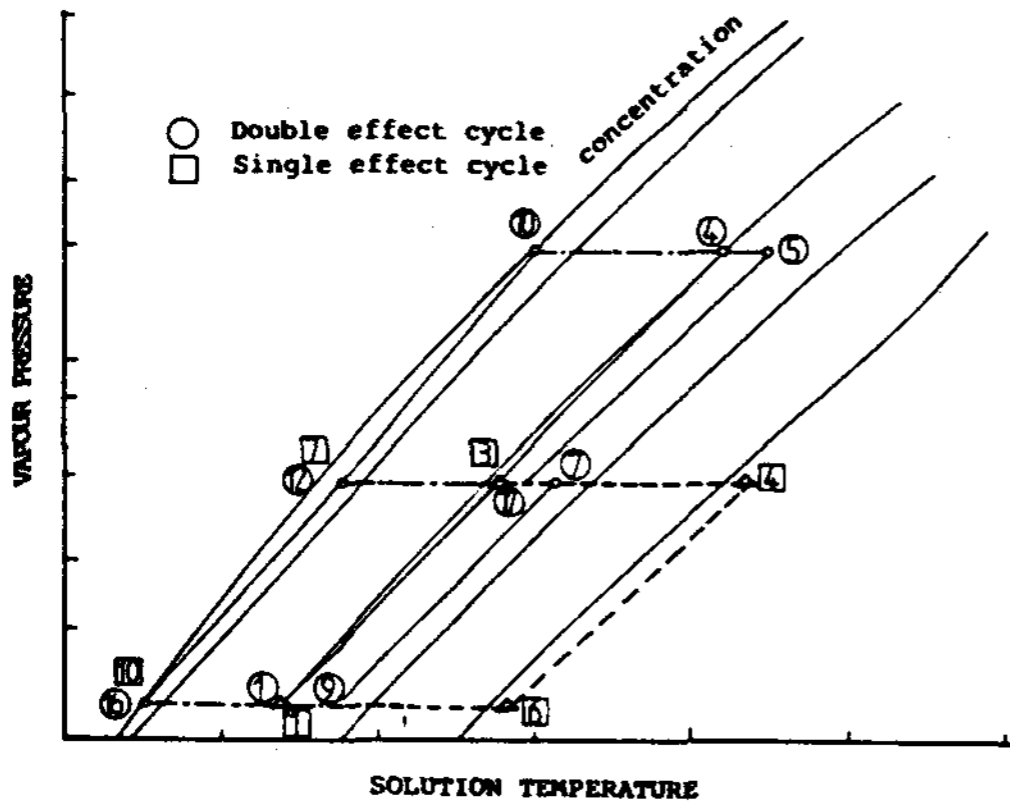


Fig. 2 Single-effect and double effect water-LiBr cycle: thermodynamic processes on P-T-X diagram

농축시키는데 사용된다. 제 2발생기로 송입되는 농용액은 열교환기 I를 지나면서 온도와 압력이 강하된 상태이다. 제 2발생기에서 발생한 증기는 응축기에서 응축되면서 열을 방출한다. 따라서 응축기로 송입되는 냉매(수증기)의 총량은 제 1발생기와 제 2발생기에서 발생하는 냉매량을 합친 것과 같다. 그리고 증발기와 흡수기에서의 열역학적 과정은 1중 효용 사이클과 같다. 열교환기 II는 1중 효용 사이클의 경우와 같으며 열교환기 I를 설치하여 효용성을 높이면서 동시에 제 2발생기의 구동을 가능케 한다.

3. 전산시뮬레이션

각 작동지점에서 시스템은 정상상태로 주어지며 시뮬레이션을 위한 LiBr 수용액의 열역학적 방정식 7)은 다음과 같은 형태이다.

포화 증기의 증기압 $P = P(T)$
 수용액의 압력 $P = P(X, T) \dots (2)$
 포화 증기(액)의 엔탈피 $H = H(T)$
 수용액의 엔탈피 $H = H(X, T)$

그리고 작동 상태는 다음과 같이 설정하였다.

발생기 온도 $T_{ge} = 30 - 140^\circ C$
 응축기 온도 $T_{co} = 30 - 100^\circ C$
 증발기 온도 $T_{ev} = 10 - 90^\circ C \dots (3)$
 흡수기 온도 $T_{ab} = 30 - 140^\circ C$
 냉매 질량유량 0.01 kg/sec
 열교환기 유효율 (I, II) 0.9

열교환기 유효율은

$\eta_I = (H_5 - H_6) / (H_5 - H_{6.3})$,
 $\eta_{II} = (H_7 - H_8) / (H_7 - H_{8.2}) \dots (4)$

으로 정의하였으며 식 4에서 H_i 는 Fig.2의 i 지점에서의 엔탈피, H_{ij} 는 상태점 i 의 농도와 j 상태의 온도에 상응하는 엔탈피를 나타낸다. 또한 성능계수와 함께 중요한 변수인 질량유량비 1,6)

$FR = M_{ab} / M_{re}$
 $= X_{g1} / (X_{g1} - X_{ab}) \dots (5)$

로 정의하였으며 전산 시뮬레이션은 다음과 같이 수행하였다.

- 1) 응축기 온도(T_{oc})로 부터 응축기와 제 2발생기의 압력 계산
- 2) 증발기 온도(T_{ev})로 부터 증발기와 흡수기 압력 계산
- 3) 흡수기 온도와 압력으로 부터 농도 계산
- 4) 제 2발생기에서 나오는 농용액(X_{g2})가정
- 5) 제 1발생기 온도 계산 및 농도 계산(X_{g1})
- 6) 제 2발생기에서의 평형 상태 점점으로 부터 X_{g2} 를 재 조정

$X_{g1} \cdot M_{g1} = X_{g2} \cdot M_{g2} \dots (6)$

7) 재조정된 값이 가정된 농용액(X_{g2})와 근사하면 계산을 종료하고 근사하지 않으면 4)의 과정부터 다시 계산

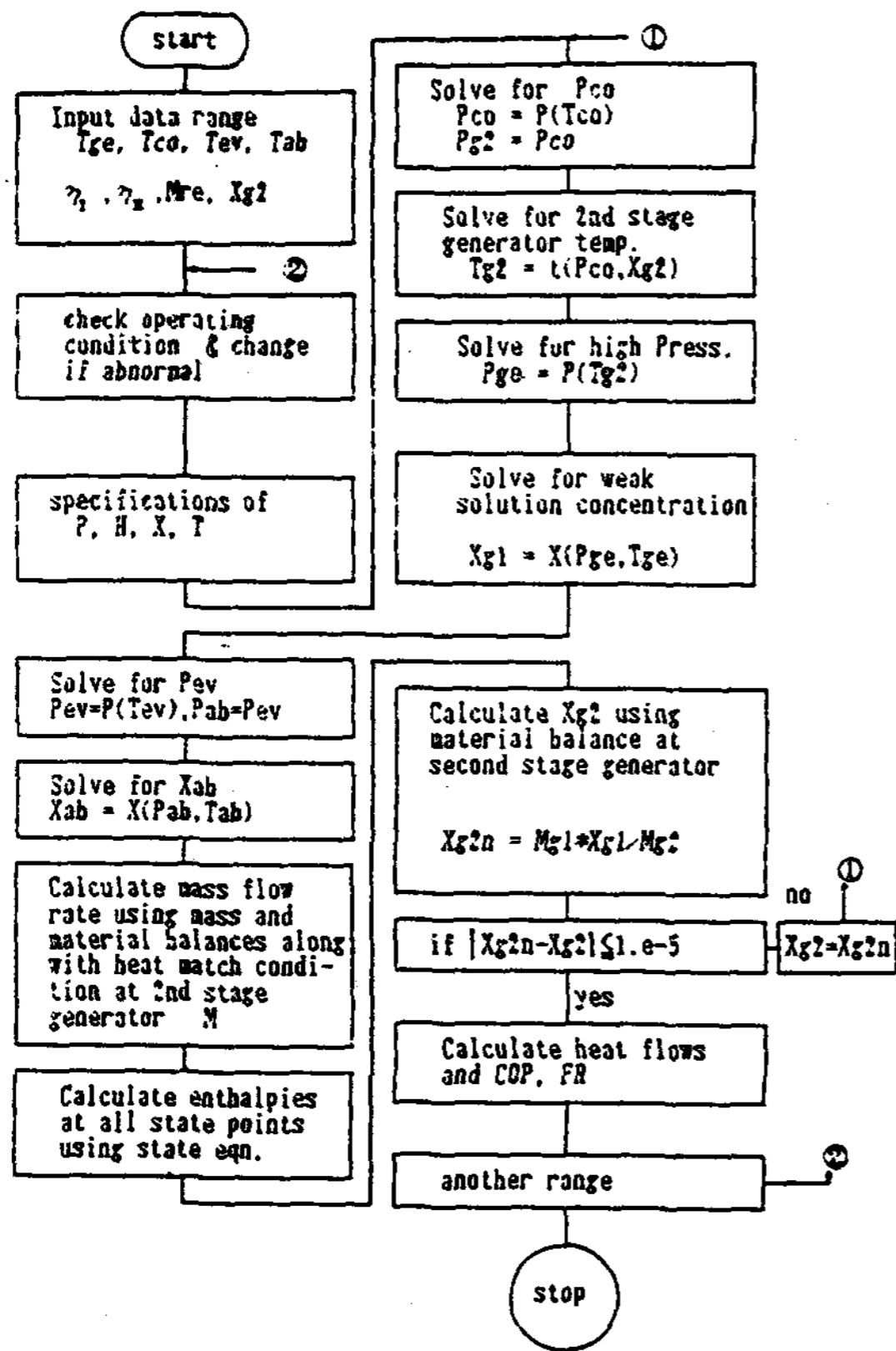


Fig. 3 Simulation flow chart

자세한 계산 유효도는 Fig.3에 나타내었다. 그리고 수렴조건은 먼저 계산치와 나중 계산치의 상대 오차를 10^{-6} 으로 하였다.

4. 계산 결과 및 고찰

본 연구는 LiBr-물을 작동매체로 하는 흡수식 히트 펌프에서의 2중효용 시스템의 해석이다. Fig.4와 Table 1은 $T_{co} = 50, T_{ev} = 40, T_{ab} = 60^{\circ}\text{C}$ 로 고정하고 T_{ge} 를 $70-150^{\circ}\text{C}$ 로 변화시켰을 때 1중, 2중 효용사이클의 난방성능을 나타낸 것이다. Table 1에서 제 2발생기 온도는 82°C 에서 113°C 까지 변화한다. 이것은 제 1발생기의 압력이 높기 때문에 기인한다. 따라서 제 1발생기로 입력된 열은 제 2발생기로 들어가면서 높은 온도로 응축되므로 효율이 증대한다. 시스템의 성능계수

는 1중효용보다 2중효용이 50%이상 높은 것을 알 수 있다. Fig.4는 Table.1를 그림으로 나타낸 그림으로써 최저 발생기 온도는 100°C 이며 성능계수가 거의 변화가 없는 최저온도인 130°C 에서 질량유동비도 최소이므로 최적 발생기 온도는 130°C 가 된다는 것을 알 수 있다. Fig.5와 Table.2는 $T_{co} = 60, T_{ev} = 20, T_{ab} = 20^{\circ}\text{C}$ 이고 발생기 온도가 70°C 에서 170°C 까지 변화시켰을 때의 난방에 대한 성능계수와 질량유량비를 1,2중 효용 시스템에 대하여 비교한 것으로 Fig.4 (Table 1)의 경우와 유사한 경향을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

Table 3은 난방 조건(식 1)을 만족하고 질량 유량비가 20이하에서의 작동온도 범위를 결정하기 위하여

$$30 \leq T_{ge} \leq 140^{\circ}\text{C}, \quad 30 \leq T_{co} \leq 100^{\circ}\text{C}$$

$$10 \leq T_{ge} \leq 100^{\circ}\text{C}, \quad 20 \leq T_{ab} \leq 140^{\circ}\text{C}$$

의 범위에서 수치계산을 수행한 결과를 Holland¹³⁾이 표시한 방식으로 표시한 것이다. 난방을 위한 최저 발생기 온도는 100°C 이며 응축기 온도는 60°C , 증발기 온도 10°C , 흡수기 온도는 30°C 이고, 발생기 온도를 최대 140°C 로 하였을 때 응축기 온도 90°C , 증발기 온도 80° , 흡수기 온도는 100° 가 최대 온도가 됨을 알 수 있다.

2중효용사이클의 성능계수가 1중효용 사이클의 성능계수보다 50%이상 크다고 하더라도 발생기 온도가 최저 100° 가 되기 위하여는 집열기가 고가인 형태를 채용하여야 하고 발생기 온도가 고온일 수록 태양집열기의 효율은 떨어지므로 두가지 효율을 종합적으로 고려하여야 함을 나타낸다. 또한 평판형 집열기를 사용하여 (100°C) 이상을 값싸게 얻는 경우에 매우 유용함을 알 수 있다.

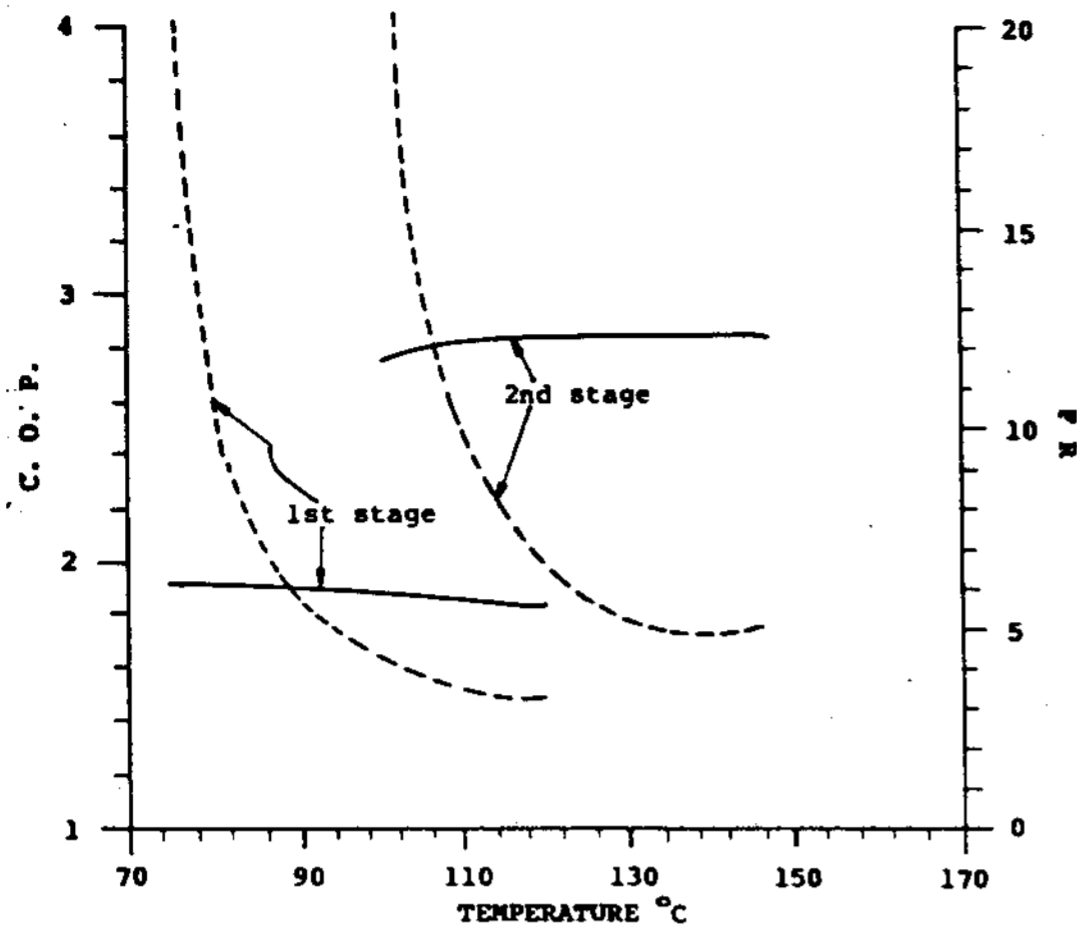


Fig. 4 COP and FR distribution at $70 \leq T_{ge} \leq 150^{\circ}\text{C}$, $T_{co} = 50^{\circ}\text{C}$, $T_{ev} = 40^{\circ}\text{C}$, $T_{ab} = 60^{\circ}\text{C}$

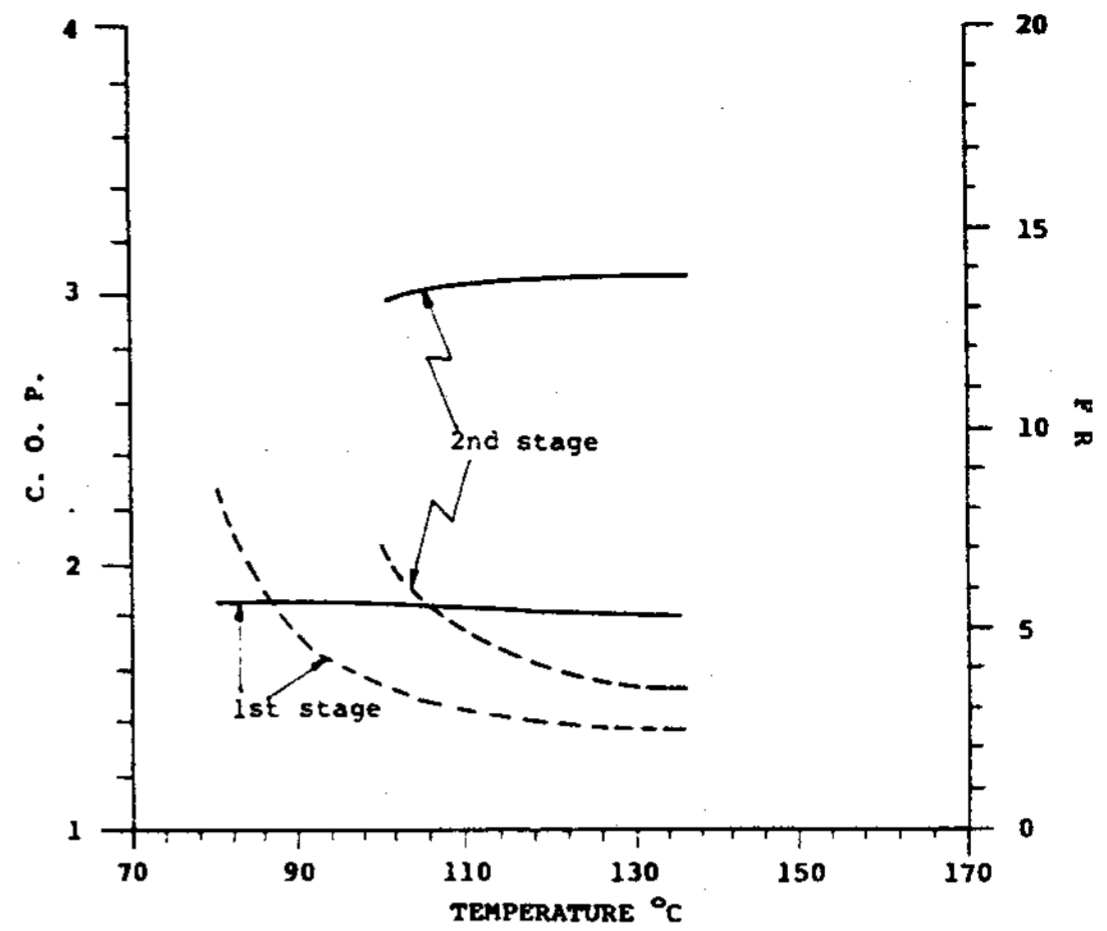


Fig. 5 COP and FR distribution at $70 \leq T_{ge} \leq 150^{\circ}\text{C}$, $T_{co} = 60^{\circ}\text{C}$, $T_{ev} = 20^{\circ}\text{C}$, $T_{ab} = 30^{\circ}\text{C}$

Table 1 Comparison of single and double effect generator systems at $70 \leq T_{ge} \leq 150^{\circ}\text{C}$, $T_{co} = 50^{\circ}\text{C}$, $T_{ev} = 40^{\circ}\text{C}$ and $T_{ab} = 60^{\circ}\text{C}$

	T_{ge}	T_{co}	T_{ev}	T_{ab}	COP	X_{g1}	X_{g2}	X_{ab}	FR	T_{ge}	Q_{ge}	Q_{co}	Q_{ev}
2 중 효 율	100.0	50.0	40.0	60.0	2.76	47.92	49.02	46.88	22.89	74.62	13.77	12.77	23.65
	105.0	50.0	40.0	60.0	2.81	48.77	50.77	46.88	13.06	77.72	13.46	12.68	23.65
	110.0	50.0	40.0	60.0	2.83	49.56	52.46	46.88	9.41	80.87	13.38	12.68	23.65
	115.0	50.0	40.0	60.0	2.84	50.30	54.09	46.88	7.50	84.06	13.38	12.70	23.65
	120.0	50.0	40.0	60.0	2.85	51.01	55.66	46.88	6.34	87.26	13.41	12.73	23.65
	125.0	50.0	40.0	60.0	2.85	51.69	57.19	46.88	5.55	90.50	13.45	12.77	23.65
	130.0	50.0	40.0	60.0	2.85	52.33	58.66	46.88	4.98	93.76	13.50	12.82	23.65
	135.0	50.0	40.0	60.0	2.85	52.94	60.09	46.88	4.98	97.04	13.50	12.82	23.65
	140.0	50.0	40.0	60.0	2.85	53.18	61.20	46.88	4.98	101.02	13.50	12.82	23.65
145.0	50.0	40.0	60.0	2.85	50.31	59.66	46.88	4.98	110.84	13.50	12.82	23.65	
1 중 효 율	75.0	50.0	40.0	60.0	1.91	49.24		46.88	20.86		25.87	24.30	23.65
	80.0	50.0	40.0	60.0	1.91	52.00		46.88	10.16		25.93	24.40	23.65
	85.0	50.0	40.0	60.0	1.90	54.56		46.88	7.10		26.19	24.49	23.65
	90.0	50.0	40.0	60.0	1.89	56.96		46.88	5.65		26.47	24.59	23.65
	95.0	50.0	40.0	60.0	1.88	59.21		46.88	4.80		26.76	24.68	23.65
	100.0	50.0	40.0	60.0	1.87	61.34		46.88	4.24		27.03	24.78	23.65
	105.0	50.0	40.0	60.0	1.87	63.36		46.88	3.85		27.29	24.87	23.65
	110.0	50.0	40.0	60.0	1.86	65.27		46.88	3.55		27.52	24.97	23.65
	115.0	50.0	40.0	60.0	1.85	67.10		46.88	3.32		27.74	25.07	23.65
120.0	50.0	40.0	60.0	1.85	68.86		46.88	3.13		27.93	25.16	23.65	

Table 2. Comparison of single and double effect generator systems at $70 \leq T_{ge} \leq 150 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{co} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ev} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ab} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

	T_{ge}	T_{co}	T_{ev}	T_{ab}	COP	X_{g1}	X_{g2}	X_{ab}	FR	T_{ge}	Q_{ge}	Q_{co}	Q_{ev}
중 효 용	100.0	60.0	20.0	30.0	3.00	43.38	46.91	40.28	7.07	82.07	12.61	12.31	22.87
	105.0	60.0	20.0	30.0	3.02	44.19	48.80	40.28	5.72	85.36	12.51	12.43	22.87
	110.0	60.0	20.0	30.0	3.04	44.94	50.64	40.28	4.89	88.70	12.47	12.52	22.87
	115.0	60.0	20.0	30.0	3.06	45.64	52.42	40.28	4.32	92.08	12.45	12.60	22.87
	120.0	60.0	20.0	30.0	3.07	46.31	54.12	40.28	3.91	95.48	12.46	12.67	22.87
	125.0	60.0	20.0	30.0	3.08	46.94	55.78	40.28	3.60	98.93	12.47	12.74	22.87
	130.0	60.0	20.0	30.0	3.08	47.49	57.33	40.28	3.60	102.48	12.47	12.74	22.87
	135.0	60.0	20.0	30.0	3.08	44.30	55.47	40.28	3.60	113.41	12.47	12.74	22.87
1 중 효 용	80.0	60.0	20.0	30.0	1.86	45.67		40.28	8.46		26.66	23.97	22.87
	85.0	60.0	20.0	30.0	1.86	48.60		40.28	5.84		26.60	24.06	22.87
	90.0	60.0	20.0	30.0	1.86	51.33		40.28	4.64		26.73	24.16	22.87
	95.0	60.0	20.0	30.0	1.85	53.89		40.28	3.96		26.92	24.26	22.87
	100.0	60.0	20.0	30.0	1.84	56.28		40.28	3.52		27.15	24.35	22.87
	105.0	60.0	20.0	30.0	1.84	58.51		40.28	3.21		27.38	24.45	22.87
	110.0	60.0	20.0	30.0	1.83	60.62		40.28	2.98		27.61	24.54	22.87
	115.0	60.0	20.0	30.0	1.82	62.60		40.28	2.80		27.83	24.64	22.87
	120.0	60.0	20.0	30.0	1.82	64.48		40.28	2.66		28.04	24.73	22.87
	125.0	60.0	20.0	30.0	1.81	66.26		40.28	2.55		28.24	24.83	22.87
	130.0	60.0	20.0	30.0	1.80	67.95		40.28	2.46		28.42	24.98	22.87
135.0	60.0	20.0	30.0	1.80	69.56		40.28	2.38		28.58	25.02	22.87	

Table 3. Derived thermodynamic design data for heating.

T_{ge}	T_{co}	T_{ev}	T_{ab}	COP	X_{g1}	X_{g2}	X_{ab}	FR	T_{gc}	Q_{ge}	Q_{co}	Q_{ev}
120.0	60.0	10.0	30.0	2.61	49.95	50.87	48.96	26.63	89.13	15.57	11.97	22.69
130.0	60.0	10.0	30.0	2.79	51.48	54.05	48.96	10.63	95.32	14.12	12.41	22.69
140.0	60.0	10.0	30.0	2.83	52.86	57.02	48.96	7.08	101.62	13.93	12.57	22.69
140.0	70.0	10.0	30.0	2.76	51.10	53.19	48.96	12.58	104.92	14.35	12.18	22.27
100.0	60.0	20.0	30.0	2.00	43.38	46.91	40.28	7.07	82.07	12.61	12.31	22.87
110.0	60.0	20.0	30.0	2.04	44.94	50.64	40.28	4.89	88.70	12.47	12.52	22.87
120.0	60.0	20.0	30.0	2.07	46.31	54.12	40.28	3.91	95.48	12.46	12.67	22.87
130.0	60.0	20.0	30.0	2.07	47.49	57.33	40.28	3.91	102.48	12.46	12.67	22.87
120.0	70.0	20.0	30.0	2.05	44.62	49.87	40.28	5.20	98.45	12.41	12.39	22.45
130.0	70.0	20.0	30.0	2.09	46.00	53.31	40.28	4.09	105.16	12.36	12.55	22.45
140.0	70.0	20.0	30.0	2.10	47.22	56.53	40.28	3.48	112.02	12.38	12.69	22.45
130.0	80.0	20.0	30.0	2.06	44.33	49.13	40.28	5.55	108.22	12.37	12.24	22.03
140.0	80.0	20.0	30.0	2.10	45.69	52.52	40.28	4.29	114.86	12.27	12.43	22.03
140.0	90.0	20.0	30.0	2.07	44.05	48.43	40.28	5.94	118.00	12.34	12.08	21.61
120.0	60.0	20.0	40.0	2.73	49.69	51.12	48.24	17.74	89.60	14.39	12.30	22.87
130.0	60.0	20.0	40.0	2.82	51.20	54.30	48.24	8.96	95.84	13.79	12.50	22.87
140.0	60.0	20.0	40.0	2.85	52.56	57.28	48.24	6.34	102.20	13.72	12.62	22.87

T_{ge}	T_{co}	T_{ev}	T_{ab}	COP	X_{g1}	X_{g2}	X_{ab}	FR	T_{gc}	Q_{ge}	Q_{co}	Q_{ev}
130.0	70.0	20.0	40.0	2.64	49.30	50.29	48.24	24.46	99.25	15.19	12.91	22.45
140.0	70.0	20.0	40.0	2.80	50.81	53.45	48.24	10.26	105.45	13.90	12.32	22.45
120.0	60.0	30.0	50.0	2.79	49.42	51.37	47.54	13.42	90.07	13.80	12.44	23.05
130.0	60.0	30.0	50.0	2.84	50.91	54.55	47.54	7.78	96.36	13.55	12.56	23.05
140.0	60.0	30.0	50.0	2.85	52.25	57.54	47.54	5.76	102.77	13.56	12.66	23.05
130.0	70.0	30.0	50.0	2.74	49.05	50.53	47.54	16.90	99.70	14.16	12.20	22.63
140.0	70.0	30.0	50.0	2.83	50.53	53.70	47.54	8.72	105.97	13.59	12.40	22.63
140.0	80.0	30.0	50.0	2.66	48.67	49.74	47.54	22.67	109.37	14.86	12.83	22.21
120.0	40.0	30.0	60.0	2.66	55.33	57.33	53.38	14.50	79.30	14.79	12.02	23.89
130.0	40.0	30.0	60.0	2.69	56.67	60.11	53.38	8.93	85.40	14.69	12.98	23.89
140.0	40.0	30.0	60.0	2.70	57.91	62.74	53.38	6.70	91.53	14.73	12.04	23.89
130.0	50.0	30.0	60.0	2.63	54.90	56.44	53.38	18.43	88.90	15.11	12.89	23.47
140.0	50.0	30.0	60.0	2.68	56.25	59.19	53.38	10.18	94.96	14.76	12.84	23.47
140.0	60.0	30.0	60.0	2.55	54.48	55.57	53.38	25.33	98.50	15.79	12.71	23.05
100.0	50.0	40.0	60.0	2.76	47.92	49.02	46.88	22.89	74.62	13.77	12.77	23.65
110.0	50.0	40.0	60.0	2.83	49.56	52.46	46.88	9.41	80.87	13.38	12.68	23.65
120.0	50.0	40.0	60.0	2.85	51.01	55.66	46.88	6.34	87.26	13.41	12.73	23.65
130.0	50.0	40.0	60.0	2.85	52.33	58.66	46.88	4.98	93.76	13.50	12.82	23.65
140.0	50.0	40.0	60.0	2.85	53.18	61.20	46.88	4.98	101.02	13.50	12.82	23.65
120.0	60.0	40.0	60.0	2.82	49.17	51.60	46.88	10.94	90.50	13.46	12.52	23.23
130.0	60.0	40.0	60.0	2.85	50.63	54.79	46.88	6.93	96.86	13.38	12.60	23.23
140.0	60.0	40.0	60.0	2.86	51.97	57.77	46.88	5.30	103.31	13.43	12.70	23.23
130.0	70.0	40.0	60.0	2.80	48.79	50.77	46.88	13.06	100.15	13.62	12.34	22.81
140.0	70.0	40.0	60.0	2.85	50.26	53.94	46.88	7.64	106.46	13.37	12.46	22.81
140.0	80.0	40.0	60.0	2.75	48.42	49.97	46.88	16.16	109.83	13.94	12.10	22.39
140.0	40.0	30.0	70.0	2.51	59.71	61.08	58.39	22.66	87.63	16.19	12.51	23.89
130.0	50.0	40.0	70.0	2.67	54.64	56.68	52.68	14.16	89.41	14.58	12.92	23.65
140.0	50.0	40.0	70.0	2.70	55.98	59.44	52.68	8.79	95.53	14.49	12.89	23.65
140.0	60.0	40.0	70.0	2.64	54.22	55.81	52.68	17.82	99.00	14.88	12.78	23.23
110.0	60.0	50.0	70.0	2.76	47.31	48.42	46.26	22.37	84.69	13.62	12.65	23.41
120.0	60.0	50.0	70.0	2.83	48.93	51.82	46.26	9.31	90.93	13.23	12.57	23.41
130.0	60.0	50.0	70.0	2.85	50.37	55.02	46.26	6.28	97.33	13.24	12.63	23.41
140.0	60.0	50.0	70.0	2.86	51.68	58.01	46.26	4.94	103.84	13.32	12.72	23.41
130.0	70.0	50.0	70.0	2.82	48.55	51.00	46.26	10.76	100.59	13.30	12.42	22.99
140.0	70.0	50.0	70.0	2.85	50.01	54.17	46.26	6.85	106.93	13.21	12.50	22.99
140.0	80.0	50.0	70.0	2.80	48.19	50.19	46.26	12.75	110.25	13.45	12.23	22.57
140.0	60.0	50.0	80.0	2.68	53.98	56.04	52.00	13.88	99.48	14.38	12.82	23.41
120.0	70.0	60.0	80.0	2.76	46.73	47.85	45.67	22.01	94.75	13.48	12.53	23.17
130.0	70.0	60.0	80.0	2.84	48.32	51.21	45.67	9.25	101.00	13.08	12.46	23.17
140.0	70.0	60.0	80.0	2.86	49.76	54.38	45.67	6.24	107.38	13.09	12.53	23.17
140.0	80.0	60.0	80.0	2.83	47.97	50.41	45.67	10.65	110.66	13.15	12.30	22.75
130.0	80.0	70.0	90.0	2.76	46.19	47.30	45.13	21.78	104.82	13.35	12.41	22.92
140.0	80.0	70.0	90.0	2.84	47.75	50.61	45.13	9.24	111.06	12.94	12.35	22.92
140.0	90.0	80.0	100.0	2.76	45.68	46.79	44.63	21.71	114.88	13.22	12.29	22.67

5. 결 론

1,2중 효용 흡수식 난방 사이클의 열역학적 해석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 성능계수와 질량유량비를 모두 고려한 최적 작동온도를 계산하므로써 1중 효용에 비하여 2중효용 사이클의 성능계수가 50 %이상 높일 수 있다.

2) 2중 효용 흡수식 히트펌프 난방시스템의 작동 온도 범위는

$$100 \leq T_{ge} \leq 140^{\circ}\text{C}$$

$$60 \leq T_{co} \leq 90^{\circ}\text{C}$$

$$10 \leq T_{ev} \leq 90^{\circ}\text{C}$$

$$30 \leq T_{ab} \leq 110^{\circ}\text{C}$$

임을 알 수 있다.

후 기

본 연구는 1989년도 대체에너지 사업의 일부로 수행되었으며 관계자 제위께 감사를 표한다.

REFERENCES

1. Best, R., Eisa, M.A.R. and Holland, F.A.; "Thermodynamic Design Data for Absorption Heat Pump Systems Operating on water-

lithium bromide – Part I. Cooling", J. Appl. Energy 5, 83-94, 1986

2. Best, R., Eisa, M.A.R. and Holland, F.A.; "Thermodynamic Design Data for Absorption heat Pump Systems Operating on Water-lithium bromide – Part II. Heating", J. Appl. Energy 5, 95-105, 1986

3. Best, R., Eisa, M.A.R. and Holland, F.A.; "Thermodynamic Design Data for Absorption Heat Transformers: PART III. Operating on water-lithium bromide", J. Appl. Energy 5, 106-117, 1986

4. W.J. Koehler, W.E. Ibele, E.R. Winter and J. Soltes," Availability simulation of a lithium bromide absorption heat pump", Heat recovery systems & CHP, Vol.8, No.2, 157-171, 1988

5. Kaushik, S.C., Chandra, S., "Computer Modeling and parametric study of a double effect generation absorption refrigeration Cycle", Energy Convers. Mgmt Vol.25, No.1 9-14, 1985

6. 원승호, 이원용, 정현생, " 1,2중 흡수식 히트펌프의 작동매체에 따른 성능해석 "대한기계학회 '89 춘계 학술대회 초록집 (II) 254-258, 1989

7. ASHRE hand book, 1981 Fundamentals p.17, 142, 1981.