

전극형 가습기용 전극 설계 (1)

박규홍* 변재영**
 대림대학* 승일전자**

Design of Electrode for Electrode type Humidifier (1)

Kyu-Hong Park*, Jae-Young Byun**
 Daelim College*, Seung Il Electronics**

Abstract - 증기 분사식 가습기의 소비전력량을 줄이기 위하여 전극의 재질 및 전극간 거리를 분석하여 단위 전력량당 증기발생량을 향상하여 에너지 소비량을 줄이고자 한다. 이를 위하여 물의 전도도, 전극간 저항, 전극 크기 및 전극간 거리 등의 변수가 있으나 우선 전극간의 거리를 변화시켜 이에 대한 상대변화를 살펴보았다. 본 실험을 위하여 극간 거리를 40, 50, 60, 70, 80, 90mm 순서로 가습기 본체를 제작하여 실험하였다.

본 실험에서 사용하는 전극은 철을 주성분으로 하는 2중 철망으로 되어 있는 철망전극을 전극간 거리가 40, 50, 60, 70, 80, 90mm의 6종류로 제작하여 실험하였다. 3상 전극이므로 전극간 간격이 일정하도록 삼각배열로 하여 120°의 각도를 주었다. 가습기용 3상 전극 모양 및 본 실험용 3상 전극은 <그림 1>과 같다.

1. 서 론

쾌적한 생활과 생산성을 향상하고 안전을 도모하기 위한 가습 시스템은 공조 시스템의 하나로서 중요한 비중을 차지한다. 가습시스템은 가습시 물의 상태에 따라서 물 가습식과 증기 가습식으로 나누어지며, 가습장치에 따라서 증발식, 증기분사식, 초음파식 등 다양한 시스템이 있다.

가습 시스템에 있어서 증기분사식인 전극형가습기는 증기의 미세한 입자로 인하여 대기 중에 신속하게 흡수되며, 세균 번식이 없는 등 청정하며 무균의 가습이 가능하므로 이의 사용이 일반적인 추세이며, 앞으로 그 수요가 증가될 전망이다.

이러한 형태의 가습기가 우리나라에서는 학술적인 배경이 확립되지 아니한 탓에 가습기 명칭이 전자전극봉식 가습기 또는 전극식 증기 보일러 가습기(Electrode Steam Boiler Humidifier) 등으로 혼용되어 불리고 있으나, 본 논문에서는 KS C IEC 60335-2-98에서 정의하는 용어인 전극형 기기(Electrode type appliance)를 준용하여 전극형 가습기(Electrode type Humidifier)로 부르기로 한다.

이러한 가습기는 물의 전도성을 이용하여 직접 물을 가열하여 증발시키므로 수조에 물이 없으면 물의 전도성이 유지되지 못하므로 자연히 가열되지 아니하는 등의 안정성은 높지만 적지 않은 전력소비가 발생하는 단점이 있다.(1)

이러한 단점을 보완하기 위하여 시간당 전력소비량을 유지하면서 가습량을 현재보다 늘일 수 있는 방안을 강구하게 되었다.

구체적인 열효율 향상 방법으로 알려진 내용으로는 실린더(수조)내의 입출구에 diffuser를 설치하여 최적의 온도 경계층을 이룸으로서 열 성능 향상을 이루거나 또한 히터를 가능한 한 낮게 설치하여 dead zone을 제거함으로써 실린더 내의 증발 용량을 최대화할 수 있다(2)는 논문과, 실린더 내에 직류 고전압을 인가하여 전극에서 발생하는 기포의 크기를 줄이고 그 기포를 특정 방향으로 옮겨 가도록 함으로서 열효율을 향상한다는 방법도 제시되어 있다.(3)

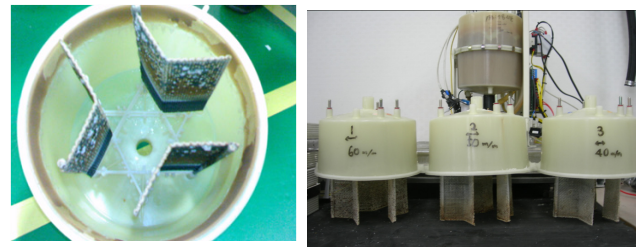
또한 가습용 물에 염화나트륨(NaCl)을 투입하여 적정 염수 농도를 유지함으로써 증발 효율을 향상한다는 실험 보고서도 발표되어 있다.(4)

현재의 증기분사식 가습기는 가습 효율 문제 이외에도 물을 끓임으로서 발생하는 불순물 발생 문제와 전극소모로 인한 수명 단축 문제가 있다. 이러한 문제 해결을 위하여 전극 재질을 개선함과 동시에 물의 전도도에 따른 전극간 거리에 변화를 줌으로서 어느 정도 해결될 것으로 생각한다.

전극의 재질과, 전극간 거리를 분석하여 단위 소비전력량당 증기발생량이 향상될 뿐만 아니라 전극의 소모를 최소화하며, 수질에 따른 물의 전도도를 분석하여 최적의 로직을 마이컴에 입력하여 가습기를 제어할 수 있도록 개발하여야 하지만 본 논문에서는 우선 전극의 간격을 변화함에 따른 증발량을 분석 비교함으로써 적절한 전극간 거리를 도출하고자 한다.

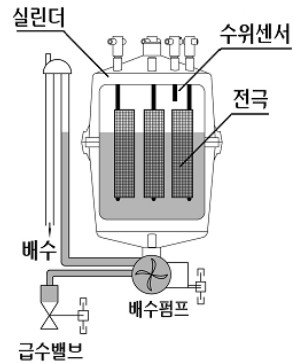
2. 실험재료 및 실험방법

2.1 실험재료



<그림 1> 가습기용 3상 전극 및 실험용 3상 전극

또한 실험용 가습기 본체는 <그림 2>와 같이 가습이 이루어지는 실린더(cylinder)와 3상 전극 및 수위센서가 내장되어 있다. 전극은 아연 도금된 철망이며 상호간에 일정하게 배치하여 3상 전류가 균일하게 흐르도록 하였다.

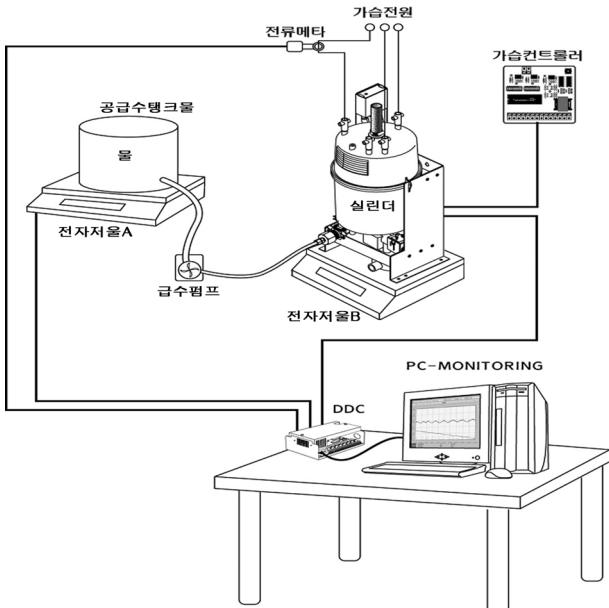


<그림 2> 가습기 본체

2.2 실험장치

실험장치의 대상인 가습기는 정격전압이 3상 380V이며, 정격 전류는 9A 시간당 증발량이 8kg (8kg/hr)이다. 수조내의 불순물로 인하여 전도도가 증가하여 갑자기 전극간 전류가 정격전류의 125% (11.25A) 이상 올라가는 경우에는 과전류로 판단하여 수조내의 물을 정격 전류의 75%가 될 때까지 배수 후 급수함으로써 물의 전도도를 낮추어 과전류가 흐르지 않도록 제어 하였다.

또한 증발되는 물의 양은 항상 공급수조의 물과 가습기 수조의 물의 무게를 동시에 측정하여 계산하도록 하였다. <그림 3>은 본 실험의 장치도이다.



〈그림 3〉 실험 장치

2.3 실험방법

각 실험용 전극은 3시간 20분 동안 같은 조건하에서 가습하였으며, 이 경우 증발량을 10분 단위로 측정하고 이에 따른 소비전력량을 측정하였다.

급수 후 전극판과 물과의 접촉 면적이 넓어져 (전극간 저항이 작아짐) 전류가 정격전류의 105% 이상 흐르게 되면 급수를 중단하고, 이후 물의 증발로 인하여 수위가 낮아져서 전극판과 물과의 닿는 면적이 적어진다. 이로 인하여 정격전류의 95% 까지 내려가면 다시 수조로 부터 급수를 받음으로서 정격 전류로 동작 할 수 있도록 했다. 동시에 전류가 105%에서 95%로 하강하는 시간을 누적 평균화 하여 설정 시간 보다 빠르게 하강 할 시에는 물의 전도도가 높아져서 발생하는 현상이므로 정격 전류의 75% 될 때까지 강제 배수를 실시하여 일정한 전도도를 유지할 수 있도록 하였다.

또한 증발량을 확인하기 위하여 공급수조의 물의 무게(A)와 실린더 내의 물의 무게(B)를 합산하여 최초의 물의 무게와 비교함으로써 물의 증발량을 측정할 수 있었으며, 이로부터 시간당 증발량(kg/hr)을 확인할 수 있었다.

누적 소비전력량(kWh)으로부터 단위 소비전력량당 증발량(kg/kWh)을 계산할 수 있으므로 각 전극의 간격마다 이 값을 계산하여 비교하였다. 공급수의 온도는 항상 25℃를 유지하도록 전열기를 사용하여 가열하였으며, 전도도는 154 -162 μ s/cm인 수돗물을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 실험결과

6종류의 전극을 이용하여 실험한 결과는 표 1에서 처럼 전극간격 50mm에서는 3시간 20분 동안 25℃의 물을 가습한바 27.8kg(최초 무게는 62.29kg, 마지막 무게는 34.49kg)이 증발되었으며, 그 동안 소비된 전력량은 19.98kWh 이다. 그러므로 단위 전력량당 증발량은 1.39kg/kWh 이다.

표 2는 60mm의 간격을 가진 전극에서 같은 시간 동안 68.79kg의 물을 넣고 가습한바 40.95kg이 남아 있었으므로 27.84kg이 증발되었으며, 소비된 전력량은 20.39kWh이다. 그러므로 단위 전력량당 증발량은 1.37kg/kWh이다.

이와 같은 방법으로 표 3의 전극 간격 70mm에서는 단위 전력량당 증발량은 1.38kg/kWh이며, 표 4의 전극 간격 80mm에서도 1.38kg/kWh의 증발량을 나타냈다.

〈표 1〉 전극간격 50mm인 경우

세 부 사 항								
전극간격 50mm								
No.	시간	저울 A	저울 B	증량(A+B)	kg/hr	소비전력량 kwh		
1	11:00	52.8	9.49	62.29	0.01			
2	11:10	51.5	9.31	60.81	1.00			
3	11:20	50.3	9.12	59.42	1.99			
4	11:30	49	8.4	57.4	2.99			
5	11:40	47.8	8.7	56.67	3.98			
6	11:50	46.6	8.75	55.35	4.98			
7	12:00	45.2	8.4	53.6	5.99	5.97		
8	12:10	44	8.56	52.56	6.25	6.98		
9	12:20	42.6	8.44	51.04	6.38	7.98		
10	12:30	41.4	8.38	49.78	7.62	8.99		
11	12:40	39.8	8.56	48.36	8.31	9.97		
12	12:50	38.5	8.62	47.12	8.23	10.97		
13	13:00	37	8.56	45.56	8.04	11.97		
14	13:10	35.8	8.44	44.24	8.32	12.96		
15	13:20	34.3	8.31	42.61	8.43	13.96		
16	13:30	33.2	8.31	41.51	8.27	14.96		
17	13:40	31.8	8.31	40.11	8.25	15.96		
18	13:50	30.5	8.25	38.75	8.37	16.97		
19	14:00	29.2	8.25	37.45	8.11	17.97		
20	14:10	27.8	8.19	35.99	8.25	18.98		
21	14:20	26.3	8.19	34.49	8.12	19.98		
Total	3:20			27.8	8.35	19.98	6.05	1.39

〈표 2〉 전극간격 60mm인 경우

세 부 사 항								
전극간격 60mm								
No.	시간	저울 A	저울 B	증량(A+B)	kg/hr	소비전력량 kwh		
1	12:40	60.1	8.69	68.79	0.05			
2	12:50	58.8	8.62	67.42	1.06			
3	13:00	57.4	8.56	65.96	2.07			
4	13:10	55.9	8.75	64.65	3.06			
5	13:20	54.6	8.69	63.29	4.08			
6	13:30	53.3	8.62	61.92	5.09			
7	13:40	52	8.5	60.5	6.29	6.11		
8	13:50	50.8	8.44	59.24	8.18	7.12		
9	14:00	49.3	8.38	57.68	8.28	8.13		
10	14:10	48	8.31	56.31	8.34	9.16		
11	14:20	46.6	8.31	54.91	8.38	10.18		
12	14:30	45.1	8.25	53.35	8.57	11.20		
13	14:40	43.8	8.25	52.05	8.46	12.23		
14	14:50	42.5	8.25	50.75	8.49	13.23		
15	15:00	41.1	8.31	49.41	8.27	14.25		
16	15:10	39.5	8.31	47.81	8.50	15.27		
17	15:20	38.3	8.25	46.55	8.36	16.30		
18	15:30	36.9	8.25	45.15	8.20	17.33		
19	15:40	35.5	8.19	43.69	8.36	18.34		
20	15:50	34.1	8.25	42.35	8.40	19.37		
21	16:00	32.7	8.25	40.95	8.46	20.39		
Total	3:20			27.84	8.36	20.39	6.18	1.37

〈표 3〉 전극간격 70mm인 경우

세 부 사 항								
전극간격 70mm								
No.	시간	저울 A	저울 B	증량(A+B)	kg/hr	소비전력량 kwh		
1	12:20	42.5	10.24	52.74	0.01			
2	12:30	41.1	9.93	51.03	1.03			
3	12:40	39.9	9.68	49.58	2.05			
4	12:50	38.8	9.56	48.36	3.07			
5	13:00	37.5	9.37	46.87	4.08			
6	13:10	36.2	9.25	45.45	5.10			
7	13:20	35.2	8.72	43.92	6.10	6.09		
8	13:30	33.2	9.68	42.88	8.15	7.11		
9	13:40	31.9	9.43	41.33	8.26	8.12		
10	13:50	30.7	9.31	40.01	8.35	9.13		
11	14:00	29.2	9.18	38.38	8.49	10.15		
12	14:10	28.1	9.06	37.16	8.29	11.17		
13	14:20	26.7	8.93	35.63	8.29	12.19		
14	14:30	25.5	8.87	34.37	8.51	13.22		
15	14:40	24.3	8.75	33.05	8.28	14.24		
16	14:50	22.8	8.69	31.49	8.52	15.27		
17	15:00	21.4	8.62	30.02	8.36	16.30		
18	15:10	20.1	8.56	28.66	8.50	17.34		
19	15:20	18.7	8.56	27.26	8.37	18.37		
20	15:30	17.2	8.44	25.64	8.73	19.42		
21	15:40	15.8	8.69	24.49	8.66	20.42		
Total	3:20			28.25	8.46	20.42	6.19	1.38

〈표 4〉 전극간격 80mm인 경우

세 부 사 항								
전극간격 80mm								
No.	시간	저울 A	저울 B	증량(A+B)	kg/hr	소비전력량 kwh		
1	12:06	50.4	9.74	60.14	0.04			
2	12:16	48.9	9.56	58.46	1.00			
3	12:26	47.8	9.37	57.17	2.00			
4	12:36	46.7	9.25	55.95	2.99			
5	12:46	45.3	9.12	54.42	3.97			
6	12:56	43.9	9.06	52.96	4.96			
7	13:06	42.6	8.93	51.53	6.01	5.94		
8	13:16	41.4	8.87	50.27	8.19	6.93		
9	13:26	40.1	8.75	48.85	8.32	7.93		
10	13:36	39.0	8.69	47.69	8.26	8.92		
11	13:46	37.3	9.06	46.36	8.06	9.92		
12	13:56	36.0	9.00	45	7.96	10.88		
13	14:06	34.7	8.93	43.63	7.90	11.87		
14	14:16	33.6	8.81	42.41	7.86	12.86		
15	14:26	32.2	8.69	40.89	7.96	13.87		
16	14:36	30.8	8.62	39.42	8.27	14.87		
17	14:46	29.5	8.62	38.12	8.24	15.88		
18	14:56	28.2	8.56	36.76	8.24	16.89		
19	15:06	26.8	8.50	35.3	8.33	17.90		
20	15:16	25.4	8.41	33.81	8.60	18.90		
21	15:26	24.2	8.38	32.58	8.31	19.91		
Total	3:20			27.66	8.26	19.91	5.98	1.38

상기 결과표와 같이 전극 간격에 따른 특성 값은 표 5와 같다.

<표 5> 전극간격에 따른 특성 값

전극 간격 mm	증발량 kg	소비 전력량 kWH	kg/kWH
40	28.21	20.49	1.38
50	27.8	19.98	1.39
60	27.84	20.39	1.37
70	28.25	20.42	1.38
80	27.56	19.91	1.38
90	26.98	19.59	1.38

3.2 고찰

전극 간격 변화에 따른 특성 변화는 큰 차이가 없었지만, 그 중에도 전극간격 50mm에서의 증발량이 다소 높음을 알 수 있었다. 위의 실험에서는 전극 면적, 물의 저항 및 전도도 등을 고려하지 아니하고 단순히 전극 간격을 변화시킴에 따른 특성 값을 살펴보았지만, 증발 가습기의 이론 정립을 위하여 물의 전도도, 전극간 물의 저항, 전극 면적을 고려하여 최적의 전극 간격을 도출하여야 할 것이다

3. 결 론

생활수준이 향상됨에 따른 쾌적하고 깨끗한 환경이 요구됨으로서 증기분사식 가습기의 수요가 증가될 것으로 예상된다. 이에 따라서 소비 전력량에 따른 증발 효율이 향상된 가습기가 요구된다.

발생증기량 또는 전력소비량에 미치는 변수가 전극간 거리뿐만 아니라 전극의 재질 및 크기, 물의 전도도 및 전극 사이의 저항 등이 있지만 본 논문에서는 전극간의 거리 변화에 따른 증발량의 변화를 실험을 통하여 살펴보았다. 10mm 단위로 변화시킨 결과 50mm의 간극에서 가장 많은 증발량을 나타내었다.

나아가서 열전달이 양호하며 불순물 발생 및 전극 소모가 적은 금속을 이용하여 이에 관련되는 변수를 고려하는 실험이 계속되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 송일전자, “전극분식 가습기 매뉴얼”, 2008
- [2] 조 수 외 4인, “심야전력 기기의 인증시험, 대한건축학회발표논문집, 제11권 제 2호, PP. 409- 412, 1991
- [3] 한국기계연구원, “EMD를 이용한 열전달 촉진 기술”, 과학기술처, 1992. 8
- [4] Ted Yeh, “The Optimum Concentration of Electrolytes for an Electrode Humidifier”, Transaction of the Oklahoma Junior Academy of Science, 1999