

에너지 절약형 전기 온풍기 개발

김 진봉* 구 대현*

한국 전기 연구소

Development of Energy Saving Electric Fan Heater

Jin Bong, Kim* Dae Hyun, Koo*

KERI

Abstract

Energy saving electric fan heater that uses driving part as heating part is different from general fan heater. As it uses energy that drives rotor and generate heat at the same coil, it is simpler and cheaper than fan heater.

In this study, shaded-pole motor that is low cost and simple in spite of low efficiency was used for th fan heater.

1. 서론

국내외에서 현재 생산되고 있는 전기 온풍기등의 발열체로서는 일반적으로 저항이 큰 니크롬선이나 세라믹 열선을 이용하고 있다. 한편 이들의 구조는 모터를 구동하는 구동부와 열을 발생시키는 발열부로 나누어져 있어 구조가 복잡할 뿐 아니라 전력 소비가 큰 단점을 지니고 있다.

이와 같은 단점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 약 350℃의 고온에서 견딜수 있도록 세라믹으로 피복한 coil을 이용하여 에너지 절약형 전기 온풍기를 개발하였다. 이 온풍기는 세라믹 coil을 환형으로 감아 중심부에 자력선이 통하는 공간부를 만들어 모터를 구동함과 동시에 자체적으로 발열을 하도록 하였다. 즉 모터 구동부와 발열부가 하나로 된 일체형으로 모터 구동과 동시에 이 구동부에서 발생한 열을 직접 열 에너지원으로 이용함으로써 온풍기 구조가 간단하여 지고 소비 전력을 감소시키는 이점이 있다.

본 연구에서 사용된 모터는 자체 효율은 낮지만 구조가 단순하고 제작이 간단하고 저렴한 Shaded-Pole 모터를 이용 하였다.

2. 구조와 원리

에너지 절약형 전기 온풍기에서 사용된 Coil의 연속 사용 가능 온도는 일반 소형 Motor에서 허용 온도가 100℃ 내

외인 에나멜선보다 높은 350℃이다. 따라서 이 Coil을 사용하여 Fan을 회전시킬 수 있는 Torque를 발생시키고, 이때 발생하는 350℃의 열을 Fan으로 송풍시킴으로서 온풍기로 사용할 수 있게 된다. 본 온풍기에서 사용된 coil은 일본에서 생산되고 있는 Fuji A type을 사용하였으며 최고 허용 온도는 400℃이며 이에 대한 사양은 표 1에 나타내었다. 한편, 이 coil의 권선 형태는 그림 1에서 보는바와 같이 기자력 발생과 동시에 발열이 최적으로 될 수 있도록 2층 환형 형태로 감겨져 있고, 여기서 발생된 열을 외부로 방출하기 위하여 방열판을 부착시켰다. 이와같이 제작된 coil은 그림 2에서 보는 바와 같이 10개를 일정한 간격으로 배치하여 직렬로 결선하였다. 이와같이 배열된 coil 사이의 간격이 조밀할 경우에는 외부로 방출되는 공기의 온도가 높게되지만 coil의 온도가 350℃ 이상이 되어 coil의 연속 사용 가능 온도 이상이 되고, 간격이 클 경우에는 coil이 과냉각되어 외부로 방출되는 공기의 온도가 온풍기로 사용하기에는 적합하지 않을 정도로 낮아진다. 따라서 온풍기로서 연속적인 사용이 가능하게 하기 위하여 수 차례의 실험을 실시한 후 최적 간격을 정하였고, 10개의 coil 중에서 과열되거나 과냉각되는 부분이 없이 전체의 온도가 균일하게 되도록 온풍기 내부의 공기 뿜풍 구조를 제작하였다. 이와같은 과정을 거쳐 제작된 온풍기 coil의 표면 온도를 적외선 온도 측정기를 이용하여 온풍기 전면에서 측정한 결과는 그림 3에서 보는 바와 같다. 그림 3에서 방열판 표면의 최고 온도는 340℃이고 전체 온도 분포는 균일하게 되었다.

표 1 Fuji A Type 사양

도 전 율	40%
Coil 직경 (mm)	0.47-0.472
저 항 치 (Ω/m)	0.365
최고 사용 가능 온도 (℃)	400
연속 사용 가능 온도 (℃)	350

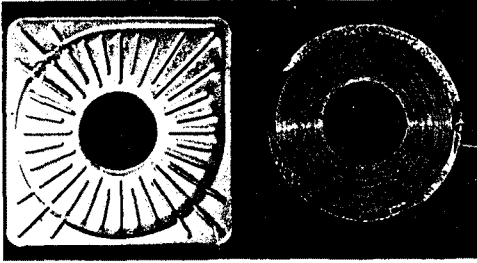


그림 1 방열판 및 Coil

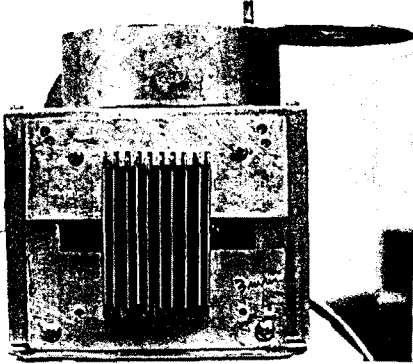


그림 2 Coil 배치 형태

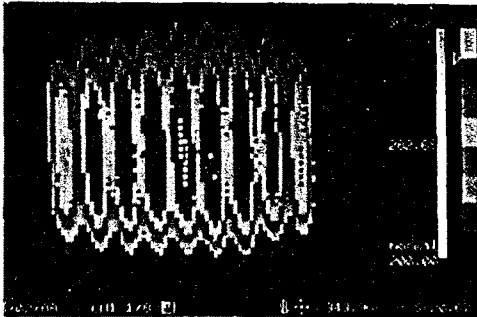


그림 3 온풍기 온도 분포

송풍방식은 그림4 에서 보는 바와 같이 온풍기 상부에서 들어온 공기를 Duct로 송풍시켜 350℃로 가열된 Coil을 통과 시킴으로써 더운 공기를 외부로 송풍시킨다. 이와같은 작동 원리를 구체적으로 기술하면 다음과 같다.

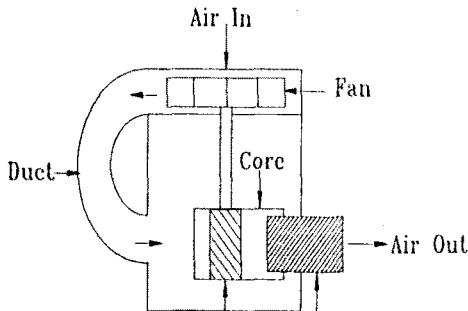


그림 4 에너지 절약형 전기 온풍기 내부 구조도

coil에 전원이 투입되면 coil에서는 열과 torque를 동시에 발생시킨다. 이 torque에 의하여 Fan이 회전하여 외부 공기를 duct로 송풍시킨다. Duct를 통하여 온풍기 내로 들어온 공기는 coil를 냉각시켜 coil의 온도를 일정하게 유지시키면서 coil에서 공급되는 열을 온풍기 외부로 송풍시킨다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 실험 방법

본 온풍기 개발에 있어 핵심적인 사항은 coil이 과열되어 절연이 파괴되지 않게 하면서 더운 공기를 외부로 송풍시키게 하는 것이다. 이를 위해 적합한 송풍량을 정하기 위한 실험과 coil간 간격을 정하기 위한 실험을 하였다.

적합한 송풍량을 정하기 위해서는 직경이 84mm, 74mm인 두 종류의 실로콘 Fan을 이용하여 coil의 온도와 온풍기로부터 0.5m거리에서 대기와의 온도차를 측정하였다.

한편 coil간 간격은 2.5mm, 3mm, 3.5mm 3가지 경우에 대하여 상기와 같은 측정을 하였다.

Coil의 온도 측정을 위해 coil의 고정자 냉각을 위한 방열판 부착전에 열전대를 coil 표면에 놓고 press 작업을 하여 고정시켰고, 이 열전대가 있는 coil은 10개로 배열된 coil중 중앙에 있도록 하였다. 0.5mm 떨어진 곳에서의 온도 측정은 coil 위치로부터 상부방향으로 5cm 간격으로 5개의 열전대를 설치하여 이중에서 최고온도를 측정하였다.

한편 기존 제품과의 특성비교를 위하여 동일 방법으로 0.5m에서의 온도를 측정하였고, 밀폐된 항온조 (2.39×2.07m × 2.55m)내에서 1시간동안 온도 상승 시험을 하였다.

3.2 실험 결과

송풍량 실험 결과는 표2에서 보는 바와 같다. Fan 직경이 74mm인 경우의 소비전력은 750W로 84mm인 경우보다 65W 적고, coil의 온도는 74mm인 경우가 320℃로 coil의 연속 사용 가능 온도인 350℃에 근접하였다. 한편 0.5m 떨어진 곳에서 대기와의 온도차는 84mm인 경우가 41℃로 74mm인 경우보다 2℃ 높았지만 인체가 느낄 수 있는 온풍의 차이는 거의 없었다. 이들 결과에서 coil의 연속사용 가능 온도를 만족시키고 소비전력이 적으면서 동일한 온풍을 내는 직경이 74mm인 Fan으로 온풍기를 구성하였다.

표2 송풍량에 따른 온풍기 특성

Fan 직경(mm)	84	74
풍량 (m ³ /min)	5.7×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³
소비전력(w)	817	750
coil 온도(℃)	277	320
대기와의 온도차(℃)	41	39

한편 coil간 간격에 따른 coil의 온도는 표 3과 같다. coil간 간격이 2.5mm인 경우의 coil 온도는 418℃로 연속사용 가능 온도인 350℃ 이상이 되어 과열된 상태이고, 3mm인 경우는 320℃로 근접하였고, 그리고 3.5mm인 경우는 309℃로 과냉각 된 상태가 되었다. 이상에서 온풍기 사용상태에 따른 여유분을 고려하여 coil간 간격을 3mm로 하였다.

표 3 Coil간 간격에 따른 coil 온도 (주위온도 10℃)

간격 (mm)	2.5	3	3.5
coil 표면온도(℃)	418	320	309

시판되고 있는 기존 제품과의 특성을 비교한 결과는 다음과 같다.

먼저 항온조 내에서 온도상승 시험을 한 결과는 표4와 같다. 시판 중인 세라믹 Fan Heater에 의한 온도상승은 18.5℃가 되었고 본 연구팀이 개발한 온풍기는 17℃가 되어 1.5℃가 적게 온도·상승이 되었다.

표 4 기존 제품과의 시험 결과 비교

구분	온도상승 (℃)	0.5m 거리에서 대기와의 온도차(℃)	소비전력 (w)
개발품	17	39	750
시판 세라믹 Heater	18.5	41	1,350

다음으로 0.5m 거리에서 대기와의 온도차를 비교한 결과 개발품은 39℃이고 시판 세라믹 Heater는 41℃로 2℃ 밖에 차이가 나지 않아 거의 동일하였지만, 소비전력은 개발품이 750w, 시판 세라믹 heater는 1350w로 시판 세라믹 heater의 55% 수준이었다.

4. 결론

연속 사용 허용 온도가 350℃인 세라믹 coil을 이용하여 온풍기를 개발하여 얻은 결론은 다음과 같다.

가. 상기 coil을 이용한 온풍기의 제작에 필요한 실로코 fan의 직경은 74mm이고 환형 coil간 최적 간격은 3mm이다.

나. 동일 온풍을 얻기 위한 국내외에서 제작되어 시판되고 있는 보조용 난방기구로서 전기 온풍기의 소비전력은 1,350-1,500W인데 반해 본 연구팀이 개발한 전기온풍기의 소비전력은 800W로 기존 제품의 50-55% 수준으로 에너지 절감효과가 크다.