

공진형 인버터를 이용한 유도가열기의 전자파에 관한 연구

김덕호 우형균 이재영 박충효 신대철
호서대학교

A Study on the Electromagnetic-wave of Induction Heater System using Resonant Inverter

Deok ho Kim, Hyoung gyun Woo, Jae young Lee, Chung hyo Park, Dae Chul Shin
Hoseo Univ

ABSTRACT

유도가열은 고주파 공진형 인버터를 사용하여 가열코일에 고주파 전류를 흘려주게 되면 유도작용에 의하여 와전류가 형성된다. 이 와전류에 의하여 금속을 가열하는 방식이 유도가열이다. 상용전압의 정류 작용과 IGBT를 이용한 인버터의 스위칭, 가열 코일에 의하여 형성된 전계 및 자계로 인하여 유도가열기에서는 전자파가 발생하게 된다. 따라서 본 논문에서는 유도가열기의 공급전압 변화에 따른 전자파 발생량과 그 특성을 측정하고 해결 방안을 제시한다.

1. 서론

유도가열은 교류 자계 중에서 도전성 물체에 유도되는 와전류, 히스테리시스손을 이용하여 가열하는 방법으로 피가열물 자체가 직접 가열 되어 전력 손실이 적고 효율이 높으며 고속 스위칭 소자인 IGBT를 통하여 고효율, 고성능의 동작이 가능하다^[1]. 그러나 유도가열은 전자기 유도현상과 상용전압의 정류 작용, 인버터의 스위칭 그리고 가열 코일에 형성되는 자계와 전계로 인하여 전자파를 발생시킨다. 미약한 전자파는 인체에 영향을 준다는 결과는 없지만, 국내 및 국외에서는 현재 전자파의 인체 허용 기준을 규정화 하여 관리 하고 있다.

본 논문에서는 하프 브릿지 공진형 인버터를 이용한 유도가열기를 설계 하고 유도가열기의 가열 코일에서 발생하는 전자파를 측정하여 그 특성을 확인하고 해결방안을 제시한다.

2. 관계이론

2.1 하프-브릿지 공진형 인버터

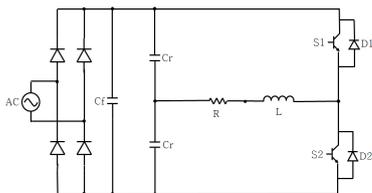


그림 1. 하프-브릿지 공진형 인버터.
Fig. 1. Half-Bridge resonant inverter.

그림 1은 하프 브릿지 공진형 인버터를 나타낸다. 하프 브릿지 공진형 인버터는 직류 전원 전압이 캐패시터에 의해 분리

되어 2개의 스위치에 전원을 공급한다. 캐패시터를 통해 공급된 전원은 스위칭 소자의 턴온 턴오프를 통하여 부하에 공급되고 이때 부하 전원은 교류로 바뀌게 된다. 하프 브릿지 공진형 인버터의 두 스위치가 동시에 동작하는 단락상태가 되지 않도록 적절한 지연시간인 데드타임이 필요로 한다^[2]. 유도가열기의 용도로 사용되는 하프 브릿지 공진형 인버터는 20[kHz] 전후의 높은 주파수로 스위칭이 이루어 지고 이 스위칭 대역에서 나타나는 전계 및 자계의 영향에 의해서 전자파가 발생하게 되는데 이는 인체 및 주변 장치에 악영향을 끼치는 요인이 된다.

2.2 유도가열 시스템

가열 코일에 고주파 전류가 흐르게 되면 전자유도작용에 의하여 와전류가 형성된다. 이 와전류에 의하여 자성의 발열체를 가열하는 방식을 유도가열이라고 한다^[3].

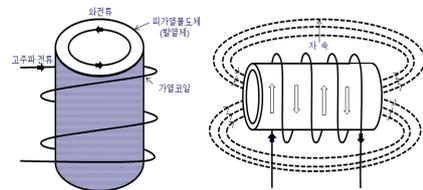


그림 2. 유도가열의 원리.
Fig. 2. Principle of induction heating.

이러한 유도가열은 공진을 이용한 전력변환회로에 의하여 가열코일에 큰 진폭의 교류전류가 인가되며 이로 인해 가열코일 주변에 스위칭 주파수 영역의 전계 및 자계가 생성되게 된다.

2.3 전자파

전자파란 전기 및 자기의 흐름에서 발생하는 전자기 에너지로서 광범위한 주파수 영역을 가지며 전계와 자계가 서로 공진하여 공간 속을 진동하는 파동을 말한다. 이때 전자의 힘이 미치는 공간을 전계라고 하고, 자기의 힘이 미치는 공간을 자계라고 한다. 전자파는 전기를 사용하는 기기 장비에서는 필연적으로 발생하며 20[kHz] 전 후로 동작하는 유도가열기는 초저주파에 속하며 초저주파의 경우 인체에 악영향을 미치며, 주변통신선로에 신호왜곡을 줄 수 있다^[4].

3. 실험 및 고찰

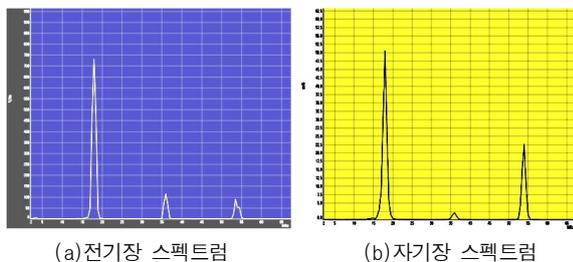
본 논문의 실험은 유도가열기의 가열코일에서 발생하는 전자파의 전기장의 세기와 자기장의 세기를 측정 하고 이를 저감시키는 차폐재료를 선정하여 감소하는 전자파 세기를 측정 하였으며 현재 가정용으로 사용되는 유도가열기의 동작 주파수는 20[kHz] 전, 후로 사용되므로 스위칭 주파수를 18, 19, 20[kHz]로 선정하였다.

그림 3은 원통형 유도가열 시스템의 전자파 측정 실험장치이다. 공진주파수를 17[kHz]로 선정하여 공진 인덕턴스와 공진 캐패시터를 선정하였으며 가열 코일과 하프 브릿지 인버터의 거리를 충분히 두어 전자파 간섭을 최소화 하였다. 가열코일로부터 발생하는 전기장, 자기장을 Aaronia의 Spectran NF 5035 전자파 측정기를 통하여 측정하고 EMC 스펙트럼 분석 프로그램을 사용하여 분석 하였다.



그림 3. 실험장치.
Fig. 3. Experimental set-up.

그림 4는 구성된 실험 장치를 통하여 유도가열기의 가열코일에서 발생하는 전기장과 자기장을 측정하여 스펙트럼으로 분석한 파형이다. 유도가열기의 스위칭 주파수 영역에서 전기장과 자기장이 크게 발생됨을 알 수 있다. 또한 공급되는 전압의 크기에 따라서 전기장과 자기장의 세기 측정하였으며 그림 5와 같다.



(a)전기장 스펙트럼 (b)자기장 스펙트럼
그림 4. 스펙트럼 분석 프로그램.
Fig. 4. Spectrum analysis program.

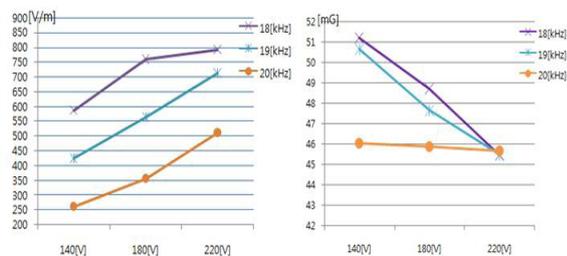
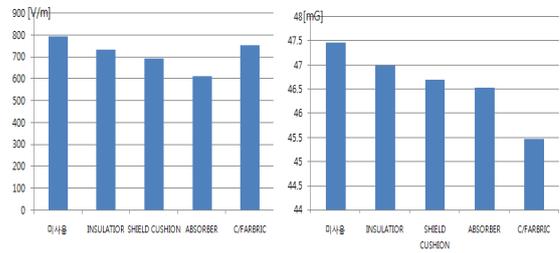


그림 5. 전압 변화에 따른 전기장과 자기장의 세기.
Fig. 5. Electromagnetic-wave according to the Voltage change.

전기장, 자기장의 세기는 차폐재료를 통하여 저감시키는 방법이 존재한다. 이에 가열코일을 차폐재료를 도포한 차폐박스

에 넣어 전기장과 자기장의 변화를 측정하였으며 차폐의 재료로는 INSULATOR, SHIELD CUSHION, ABSORBER, C/FARBRIC를 사용 하여 변화를 측정 하였으며 그 결과는 그림 6과 같다.



(a)전기장 스펙트럼 (b)자기장 스펙트럼
그림 6. 차폐재료에 따른 전기장, 자기장의 세기.

Fig. 6. Electromagnetic-wave according to the Shield materials.

4. 결 론

본 논문에서는 유도가열기 가열코일에서 발생하는 전자파의 전기장, 자기장의 세기를 측정하였다.

전기장의 세기는 공급되는 전압과 같이 상승하며 자기장의 세기는 일정 전압까지 상승하다 이후 감소하는 것으로 측정되었으며 이는 발열체의 특성변화로 인한 것으로 사료된다.

또한 스위칭 주파수를 변화하며 실험한 결과에서는 공진 주파수에 근접 할수록 전기장, 자기장의 세기가 증가하였다.

전기장, 자기장의 세기를 저감하는 방법으로 차폐재료를 사용 하였다. 차폐재료의 종류로는 INSULATOR, SHIELD CUSHION, ABSORBER, C/FARBRIC를 사용 하였으며 각각의 재료별로 전기장과 자기장의 차폐능력이 다르게 측정되었다. 전기장의 경우 ABSORBER의 차폐능력이 다른 재료들 보다 우수하였으며 자기장의 경우 C/FARBRIC의 차폐능력이 다른 재료 보다 우수하였다. 하지만 전체적인 전기장, 자기장의 세기를 보면 전기장은 23[%], 자기장은 4.2[%]로 자기장의 효과는 적은 것으로 측정되었다. 이는 선정된 차폐재료의 특성과 유도가열기의 가열코일에서 발산되는 자기장의 특성이 맞지 않는 것으로 사료 된다. 앞으로 유도가열기의 전기장, 자기장의 저감을 위해 차폐재료의 선정 및 차폐방법의 연구가 더욱이 필요하며 이를 통한 유도가열기의 전자파 발생을 억제하는 대책이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 우형균, 신대철, “고효율 유도가열형 전기온풍기에 관한 연구”, 조명·전기설비학회논문지, Vol. 26, No. 3, pp. 24 30, 2012.
- [2] 최규하, “전력전자”, 광문각, pp. 277 279, 1999.
- [3] 박상훈, “유도가열을 이용한 전기과열기 특성에 관한 연구”, 호서대학교 대학원, pp. 5 43, 2012.
- [4] 차은희, “휴대폰 전자파 차단에 관한 연구”, 동덕여자대학교 디자인대학원, pp. 3 12, 2001.