

제208호

2011. 08

위험관리정보

□ 방재정보

✓ 변압기와 케이블 절개 / 1

✓ 차단된 자동 흡식 타입 스프링클러가 화재에 어떤 영향을 미칠 것인가? / 6

□ 신작자료 목록 / 13

□ 안내

✓ 판매도서 안내 / 15



WWW.KFFPA.OR.KR

변압기와 케이블 절개

Mark Goodson , Michael Shuttlesworth

1. 서론

주거용 및 사업용 'AC 어댑터 (wall warts)' 및 강압 변압기 또는 충전기가 널리 확산되어 이용되고 있다. 이전의 연구들은 이와 같은 많은 장치들이 발화의 원인이 되기는 어렵다는 사실을 밝히고 있다. 그럼에도 불구하고, 많은 경우에, 변압기들의 잔해가 화재 후에 발견되기도 하고, 변압기들이 화재를 유발시킬 수도 있을 것이라는 의문이 제기되기도 한다.

저자들은 화재 후에 발견된 변압기의 모습들 또는 기능들 (즉, 전화, 톱, 드릴, 게임, 경보시스템)에 대한 조사에 관여해왔다. 본 논문에서는, 변압기 잔해를 확인하는 데 도움을 줄 수 있는 몇 가지 단계들을 제시한다. 이 기술은 출력 전압 이외에도 입력 및 출력 전환 회수를 기준으로 변압기를 몇 가지 카테고리로 분류하고 있음에 유의하기 바란다.

그 배경으로서, 저자들은 다음과 같이 변압기가 의심을 받는 여러 가지 화재 시나리오를 설명한다.

1. 다수의 O&C 조사자들은 화재 발화 지점을 변압기가 잔디 스프링클러 시스템 용 플러그 에 꽂혀 있었던 지점으로 꼽았다. 차고 바닥에서 변압기가 발견되었다. 스프링클러 시스템 제조업체는 규격만을 기준으로 할 때, 그 변압기가 자기들이 공급한 변압기가 아니라고 주장하였다. 스프링클러 시스템 설치업체는 발견된 변압기는 드릴용 또는 전기 톱 충전기용 변압기라고 말했다.

2. 문서 세단기용 인라인 강하 변압기에 의해 화재가 시작된 것으로 판단되었다. 문서 세단기 제조업체는, 발견된 변압기의 디자인 및 전압이 자기들이 사용하는 변압기와 다르다고 주장하였다.

3. 변압기는 벽의 소켓에 꽂혀있는 상태로 그리고 화재 중에도 계속 전원이 켜져 있는 상태로 발견되었다. 주변에는, 서브 우퍼, 컴퓨터 증폭 스피커, 그리고 소형 TV등 변압기로 부터 전원을 공급받는 3개의 저 전압 기기들이 있었다. 변압기가 단지 1개만 있었다는 점에서, 조사의 핵심은 그 변압기가 어떤 기기에 전원을 공급하였는가를 밝히는 것이다. 화재 후에, 화재를 일으켰을 것이라고 의심되는 변압기의 잔해들은 당연히 크게 손상되어 있을 것이다. 변압기의 권선 상태가 뒤틀려 있을 것이며, 절연체는 열 분해되어 있을 것이며, 도선들은 끊어져 있거나 사라져 없을 것이다. 광택(절연체)이 손상되어 저항 측정이 거의 없거나 또는 의미가 없을 것이다.

저자들은 그러한 변압기의 회전율을 구하기 위해 야금 포팅 기술을 이용하였다. 본 논문에서는, 변압기의 정격 전압을 결정하기 위해 어떻게 변압기를 분석할 수 있는지를 구두 설명 및 사진으로 보여준다. 먼저 전압을 확인하면, 그 전압의 가능한 또는 개연성이 있는 기능을 결정할 수 있고, 그리고/또는 1차 및 2차 회전 회수를 알려진 범례와 비교할 수 있다.

이 분석법을 시행하는 경우, 몇 가지 구체적인 정보들이 손실될 수 있다는 점에서, 이 분석법은 파괴적인 분석으로 알려져 있다. 변압기가 일단 함침되면, 분석이 필요함에도 불구하고, 변압기를 분해하거나 권선을 풀 수 없다.

1. 변압기는 소형 진공 용기 안에 있어야 하며 소형 격리 절연기 위에 있어야 한다.
2. 진공 용기는 Buehler Epoxicure 같은 2 부분으로 된 에폭시 마운팅 시스템 (epoxy mounting system) 으로 되어 있다.
3. 용기는 진공상태로서, 에어 포켓 제거와 수지 및 경화제 혼합물이 공간으로 침투하는 것을 도와준다.
4. 제조업체의 지시에 따라 에폭시를 경화시켜야 한다.
5. 그런 다음, 함침된 변압기를 Buehler Isomet 또는 Struers 같은 톱을 사용하여 절개한다. 날의 절단 폭은 약 6mm이다.
6. 절단된 변압기의 '면(들)'은 날에 의해 오염된 부분이 제거될 때까지 야금 세정 장치로 닦아낸다.
7. 1차 및 2차 횡단면을 보이는 닦인 면들을 사진 촬영을 해가며 자세히 조사한다.
8. 사진을 인화하고, 그 사진을 통해 1차 및 2차 와이어 개수를 센다.



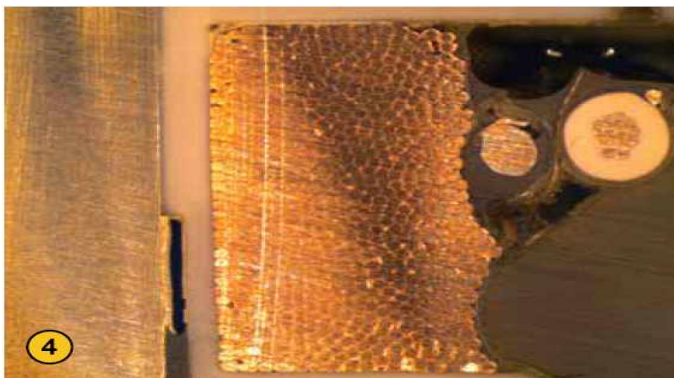
<사진 1> 은 변압기를 함침한 후, 반으로 절개한 변압기의 횡단면이다. 왼쪽이 1차 권선들이며 오른쪽이 2차 권선들이다.



<사진 2>는 절개 후 세정 전 상태의 1차 권선 (그림의 오른쪽)을 현미경으로 촬영한 모습이다. 미세한 전도체가 절단바퀴의 작동으로 인해 어느 정도 오염도 되어있다. 사진의 왼쪽에 있는 물질은 철심/라미네이트 스택 (laminare stack)의 일부이다.



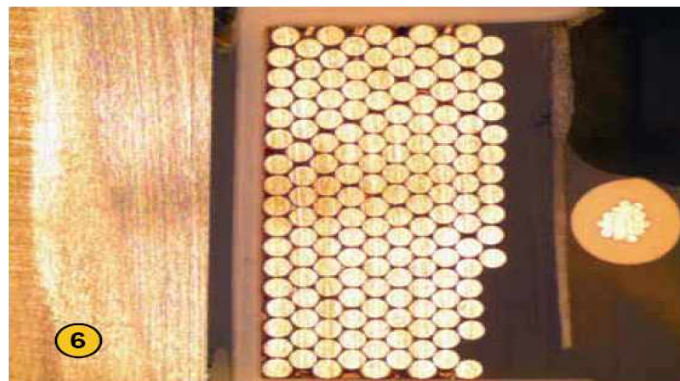
<사진 3>은 180 그릿으로 세정한 2차 권선이다. 이 사진에서 2차 권선에 있는 대부분의 컨덕터 들을 쉽게 셀 수 있다.



<사진 4>는 320 그릿 (연마제 크기)으로 세정한 1차 권선이다.



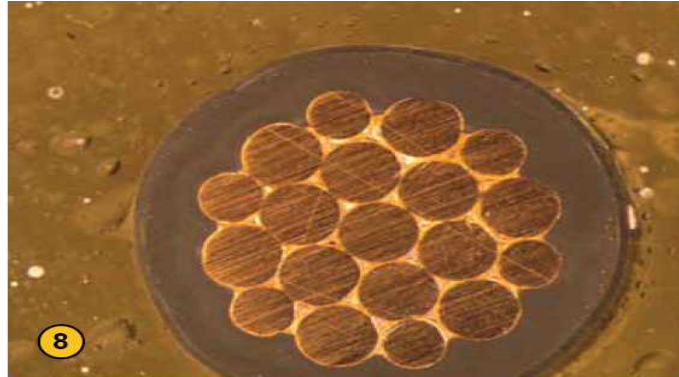
<사진 5>는 600 그릿으로 세정한 1차 권선이다.



<사진 6>은 600 그릿으로 세정한 2차 권선이다.
(주의: 이 사진은 사진 3에서 보여주는 2차 권선의 다른 면이다.)



<사진 7>은 절개된 후 세정되지 않은 절연체의 횡단면이다.



<사진 8>은 사진 7에 나오는 전선을 ~2000 그릿 정도의 세정포를 이용하여 세정한 후의 사진이다. 절연체의 외부 '링'은 6개의 소형 컨덕터와 교체된 6개의 대형 컨덕터를 가지고 있음에 주목하기 바란다.

이 경우에, 와이어 개수를 측정하여 입출력 회수의 비율이 674:160 임이 밝혀졌다. 입력 전압을 120볼트로 가정하면, 변압기의 출력은 다음 계산식으로 계산될 수 있다:

출력 전압 = 입력전압 x (2차 권선 개수/1차 권선 개수), 또는 $120 \times (160/674) = 28.5$ 볼트

$$V_{out} = V_{in} \times (N_{secondary} / N_{primary}),$$

$$\text{or } 120 \times (160 / 674) = 28.5 \text{ volts.}$$

2. 전선분석

본 논문이 초기에는 변압기에 초점을 맞추었으나, 동일한 절차를 이용하여 연결 전기선 또는 전선의 전선 가닥 또한 정확하게 세어 보았다. 일반적으로, 연결 전기선을 2인치(길이)로 절단하여 전선 가닥을 세는 것이 더 적절한 방법이다. 화재가 발생하지 않은 지역 또는 화재의 의심이 없는 지역에서 케이블을 채취하여 절개해야 한다; 이렇게 해야만 증거 가치가 훼손되지 않는다. 저자들은 한번의 조사를 실시하였으며, 이 조사를 통해 사용되었던 케이블이 규격 미달이었음을 밝혀냈다. 이런 주장을 하는 엔지니어는 19개 전선 가닥 중 1개를 측정하여 그 단면적을 계산하였고, 그 단면적 x 19를 하여 효과적인 와이어 게이지(선번(線番))을 알아냈다. 절개한 케이블을 함침하고 횡단도를 만들어, 엔지니어가 세운 가정의 오류를 밝혔다. 케이블은 19 가닥으로 되어 있었지만, 사진 7과 8에 나와 있듯이 그 가닥들은 모두 같은 사이즈가 아니었다.

3. 요약

함침, 절개 그리고 세정 기술은 시간 허용 야금 기술 (time accepted metallurgical technique)이다. 함침은 손상되지 않은 컨덕터들을 절단을 위해 동일한 기하학적 배열로 유지시킨다. 절단은 오염을 최소화시키기 위해 미세하게(~.6mm 야금 톱) 시행되어야 한다. 세정을 함으로써, 오염을 제거할 수 있으며, 변압기 및 케이블의 와이어 개수를 정확히 셀 수 있다.

출처 : *Transformer and cable sectioning*

번역 : 광주호남지부 안지성