



모터 제어기에 기초한 마이크로 프로세서에 의한 AC 모터의 기본이론과 응용지침 (V)

-석유화학에서 사용되는 모터 내에 형성되는 수분의 파손방지 방법-



글/Walter J. Lukitsch(Allen Bradley 사/IEEE 원로회원)
역/이 상 윤(한국 알렌브래들리 기술부장)

I. 요 지

모터가 운전되고 있지 않을 때 수분의 응축에 의한 손상으로부터 모터를 보호하기 위해서 여러가지 방법이 사용되어 왔다. 지리상 위치, 플랜트의 위치 및 프로세스에 따라 석유화학에서 사용되는 모터는 특히 응축수로 인한 조기 손상을 받기 쉽다. Strip 히터, 저전압 교류 및 저압 직류 및 권선 캡슐을 포함하여 수분에 대하여 모터를 보호하기 위한 여러가지 방법들이 사용되어오고 있다. 최근의 기술 발달에 따라 반도체 소자를 사용하여 모터 권선에 흐르는 직류 전류를 조절할 수 있게 되었다. 이러한 모든 방법들은 모터 수분 보호의 분야에서의 신기술을 강조하여 의논하고자 한다.

II. 서 론

모터의 보호가 거론될 때 누구나 생각할 수 있는 첫 번째의 것은 단락, 과부하, 저전압, 과전압, 역상, 결상, 접지사고 등과 같은 모터 권선에서의 비정상 전기 조건에 대한 보호이다.

본고에서는 다른 측면의 모터 보호를 조사한다. 즉 수분에 대한 모터 절연 보호이다.

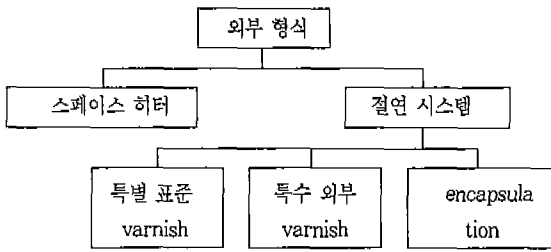
석유화학계는 특히 수분에 대한 모터 보호에 대하여 관심을 기울이고 있다.

첫째 많은 시설의 위치가 바로 모터가 고장과 관련된 수분에 영향을 받기 쉽게 한다. 많은 산업계가 남쪽 혹은 대서양, 태평양, 걸프 연안에 위치하고 있다. 이 지역은 비교적 수분이 높은 지역이다. 또한 그들의 많은 프로세스는 바로 그들의 특성때문에 모터가 높은 수분에 노출되게 하고 있다. 그렇기 때문에 석유화학계가 수분에 의한 고장에 대하여 모터를 보호하는 방법을 알아야 한다는 것이 중요하다.

III. 방 법

수분 보호는 일반적으로 두가지 형식, 즉 외부와 내부의 형식으로 구분할 수 있다. 외부 형식은 보통 모터 제작자가 제공하는 것으로 간주된다. 반면에 내부 형식은 보통 모터 제어기와 관련이 있으며 보통 제어 제작자나 플랜트 엔지니어링에 의해서 공급된다. 그림 1에서는 외부 형식이 좀더 세분화되어 그것과 관련한 여러가지 방법으로 나타나 있다.

이 방법에는 스페이스 히터와 특수 절연이 포함된다. 내부 방법은 그림 2에 세분화되어 있으며 저압 교류, 저압 직류 및 반도체 모터 히팅을 포함하고 있다.

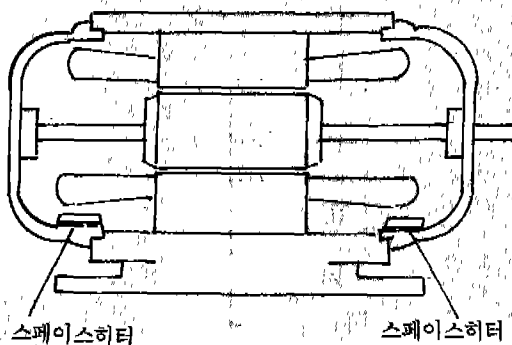


<그림 1> 외부 형식의 모터 보호

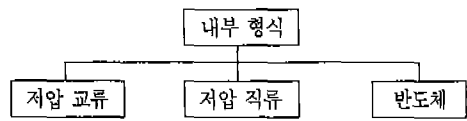
그림 1의 스페이스 히터는 좀더 세분화하여 스트립 타입과 튜브 타입 스페이스 히터로 나눈다. 스트립이나 바 타입 히터는 형태가 정방형이다. 저항 선은 열 전도인 전기 절연 재료로 둘러 싸여 있다. Rigid metal sheath는 와이어와 열전도재를 둘러싸고 있다. 튜브 형식은 가요성이며 형태는 튜브 형식이다.

스트립 히터 형식은 보통 모터와 브래킷의 바닥에 설치된다. 튜브 형식은 마지막 브래킷에 설치될 수 있지만 브래킷의 외형(contour)에 구부러 맞출 수 있다. 스페이스 히터가 여자될 때 가열된 공기가 일어난 권선을 주변 온도보다 더 덥게 유지함으로써 코일 상에 수분의 응축이 발생되지 않도록 보호한다. 그림 3은 이를 보여주고 있다.

튜브 형식 히터는 공간이 허용되는 모터 권선에 인접해있는 고정자 슬롯에 설치할 수 있다. 이러한 튜브 형식 히터는 고정자 주변에 동등하게 공간을 가질 수 있다. 이로 인하여 고정자 권선을 좀더 균일하게 가열할 수 있게 한다. 스트립 히터와 함께 사용되는 가장 보편적인 전압은 120V이다. 히터는 240V나 480V를 사용할 수도 있다. 소비전력은 설치되어 있는 모터에 달려 있다. 사용자들은 모터가



<그림 3> 설치된 스페이스 히터가 있는 모터



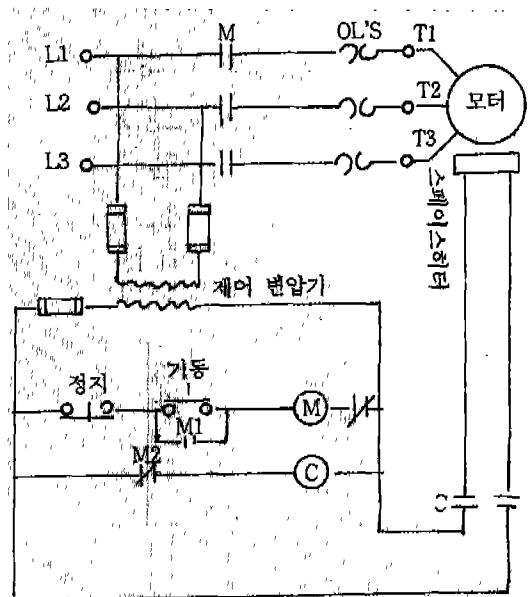
<그림 2> 내부형식의 모터 보호

제작자가 적정 전력 정격을 선정하기 때문에 전압을 구체화 하는 것만을 필요로 한다.

제어는 보통 모터 스타터가 선사에서 개방된 후 스페이스 히터를 여자하는 데 사용된다. 그림 4는 전형적인 설치의 개략도이다.

접촉기 M이 여자되었을 때 보조 접점 M2가 정된다. 제어용 변압기는 충분히 큰 용량으로 선정하여 스타터 M 접촉기 C 히터 용량을 담당해야 한다. 그 외에도 제어기에서 히터까지의 도체 사이징에도 주의를 기울여야 한다.

특수 절연 계통은 역시 습도가 높은 주변에서 모터의 수명을 늘려 준다. 몇 가지 다른 형식의 절연 계통이 사용된다. 가장 단순한 것이 표준 버니쉬에 답과 브레이크를 추가하는 것이다. 이러한 답과 브레이크는 보통의 상대습도에 대하여 상당한 보호를 제공한다. 높은 상대습도에 대하여는 몇몇 모터 제작자들은 추가의 에폭시 버니쉬 처리를 한 브레이크를 권장한다. 습도에 대하여 커다란 보호는 할 수 있는 절연 계통은 에폭시를 씌운 계통이다. 이러한 en



<그림 4> 전형적 스페이스 히터 회로

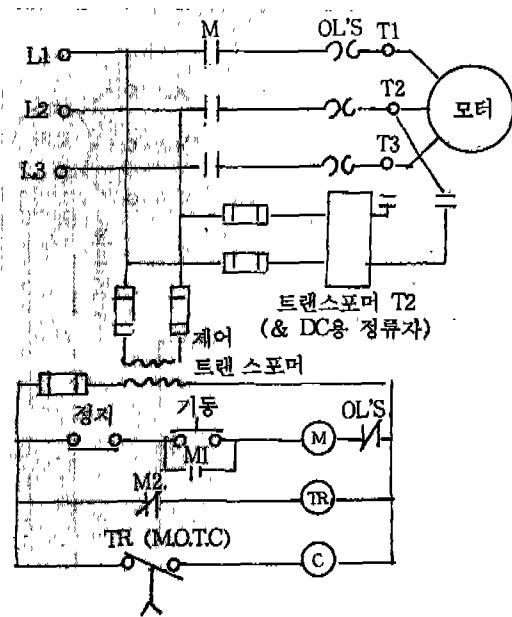
capsulation은 습도가 권선에 스며들지 않도록 설계가 되어있는 단력소나 레진으로 고정자 권선을 봉한다. 사용되는 재료는 일정량의 탄성을 사용하여 열 사이클과 진동 때문에 스트레스가 가해질 때 크랙이 가지 않도록 한다. 스페이스 히터나 특수 절연 계통은 모터 제작자로부터 쉽게 이용할 수 있다.

모터를 가열하는 내부 방법은 모터 동선에서의 I²R손실을 이용하여 이슬점 이상으로 권선을 유지한다.

이 전압은 모터 운전전압의 약 5%이다. 그 결과의 전류는 전부하 명판 전류의 20~30%내에 있다. 그림 5는 저압 교류와 직류 가열을 위한 전형적인 개략도이다. 저압 교류 권선 가열 방법은 변압기 내부연계의 형태 타이머 및 가열 접촉기 등으로 구성된다. 직류 및 교류 가열의 차이는 직류 가열과 함께 회로에 정류기를 추가한 것이다.

모터 접촉기 M이 개방될 때 연계 M2는 가열 접촉기 C를 선택한다. 보통은 권선에 저압 단상이 여자되기 전에 모터 계자가 소멸하도록 하는 얼마간의 시간 지연이 있다. 이것은 타이밍 릴레이 TR과 함께 이루어진다. 모터가 stall 조건에 있기 때문에 회로는 비교적 저역률에 있다. 이 저역률은 명판 전류의 약 20~30%의 전류를 만든다. 이 전류는 모터 내의 실제 가열 전력 효과보다 높다.

그 결과 변압기 전력 정격은 가열 전력 정격보다



<그림 5> 교류 및 직류 저압 가열

커야 한다. 50마력을 초과하는 모터가 이 방법에 의해서 가열될 때 변압기 가격은 급격히 상승한다.

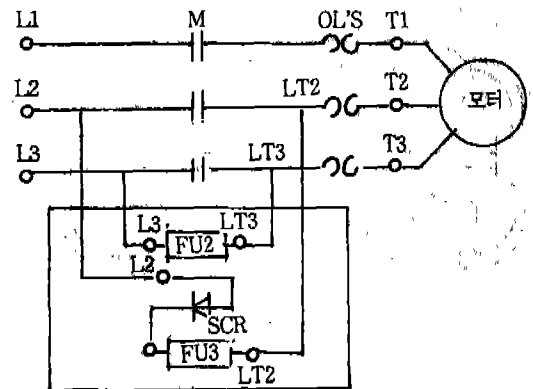
직류 가열기는 3상 전압이 제거된 후 스타터와 시간지연이 있는 접촉기 및 인터록킹을 필요로 한다. 교류보다 직류가 가지는 이점은 인출된 전류가 권선의 직류저항에만 의한 것이라는 사실이다. 그렇기 때문에 변압기는 이슬점 이상에서 모터를 유지하는데 필요한 가열 전력에 맞도록 정격을 가져야 한다.

마지막 형식의 내부 모터 가열은 반도체 모터 히터이다. 이것은 최근에 개발된 것이다. 근본적으로 반도체 모터 히터는 모터 접촉기(그림 6)의 선측에서 모터의 부하측으로 연결된 SCR을 사용하여 모터를 통하여 흐르는 전류를 제어한다.

계환로를 제공하기 위하여 퓨즈 FU2가 다른 접점 중의 하나와 연결되어 있다. 모터 접점이 개방된 후 SCR이 여자되어 단상 전압을 모터의 한 상을 통하여 인가하며 제어된 전류가 모터를 통하여 흐른다. 전류는 규제되어 권선온도가 주변온도보다 약 섭씨 5~10도 높게 유지된다. 이 온도차는 모터 권선에 수분의 응축을 막기 위해서 모터 제작자들에 의해서 권장되고 있다.

반도체 히터는 제어 회로와 전력 회로로 구성되어 있다. 전력 회로는 휴징과 SCR로 구성되어 있다. 휴징은 SCR이 과전류가 되지 않도록 하는 데 필요하며 또한 권선 히터와 제어기 사이의 배선을 보호한다. SCR의 퓨즈 FU3가 히터와 제어기 사이의 도체 용량보다 정격이 높기 때문에 또 다른 퓨즈 FU2가 선정되어 이 배선을 보호한다.

반도체 모터 권선 히터가 자동 장치이기 때문에 회로는 모터 계자 SCR이 연소되기 전에 소멸되도록



<그림 6> 반도체 모터 권선히터

한다. 이것에 실패를 하게 되면 SCR이 실패를 하거나 손상을 입게 된다. 제어회로는 이러한 형식의 보호를 제공한다. 그것은 장치의 출력을 규제하여 적절한 전류가 장치 사양서내의 전압 변화로 흐르도록 한다. 전압 변화의 전형적인 변이는 장치 전압 정격의 +10~-15%이다. 그 외에도 제어회로는 SCR에 추가적인 보호를 제공한다. 전압 서지 보호를 하는 금속 산화 배리스터와 저항기-커패시터 스너버 회로가 회로내에서의 전압 변화율을 제한한다.

IV. 평가

수분 보호에 대한 서로 다른 방법의 비용을 평가할 때 각 방법에 대한 서로 다른 관심 사항이 있다. 외부 가열 방식은 모터에 추가 비용이 필요하다. 이것은 표준 모터는 특수해야 할 것이며 납기가 고려되어야 한다는 것을 의미한다. 가격은 모터 제작자에게서 모터 내에 설치하는 것으로서 이용할 수 있다. 이 가격외에도 이 히터와 관련된 더 많은 설치비가 필요하다. 제어 회로에 보조 장치를 추가해야 한다. 이 제어에는 전형적으로 스타터에 한개의 보조 릴레이와 120V 단상을 스위칭하는 양극 접촉기로 구성된다. 제어용 변압기가 충분한 용량의 정격으로 되어있어 스페이스 히터 소비 전력을 감당해야 하는 점에 관심을 집중해야 한다. 만약에 더 큰 변압기가 필요로 하면 가격차는 추가된다. 이 외에도 스타터에서 스페이스 히터까지 120V 선을 깔기 위한 재료비도 추가해야만 한다. 모터에 제어와 저압 배선을 추가하는 설치비와 배선비도 추가해야만 한다.

특수 절연 계통을 평가하는 데 있어서 관련되는 유일한 비용은 선정한 구체적인 프로세스의 조건이다. 모터 제작자는 이러한 추가 가격을 제시하고 있다.

내부 가열 방식에 있어서는 모터에 추가 비용은 없다. 저압 교류와 직류에 필요한 추가 재료는 변압기, 모터 스타터에 대한 보조 접점, 타이머, 접촉기 및 정류기(직류용)이다. 여기에 초래되는 설치비는 부품을 설치하고 배선하는 것과 관련되는 것들일 것이다. 가열 제어는 스타터에 연결되기 때문에 가열 제어가 모터 케이블을 이용할 수 있으므로 모터에 별도의 전선관을 설치하는 추가 비용은 필요하지 않다.

반도체 권선 히터의 경우 재료비는 장치 플러스 전력회로에 연결하기 위한 배선 비용일 것이다.

V. 결론

본고에서는 석유화학계에서 사용되는 모터에서의 수분의 영향을 보호하기 위한 가장 널리 사용되는 방법을 제시하였다. 경제성만이 모든 경우에 있어서 유일한 기준은 아니다. 모터, 특수 변압기 혹은 여타 부품의 이용 가능성이 어느 시스템을 사용할 것인가를 결정하는 데에 중요한 요소가 될지도 모른다. 지역에서의 수분의 심각성을 고려하는 반면 어느 경우에는 제어반에 이용 가능한 공간이 가장 중요한 기준이다. 그렇기 때문에 각 설치는 개별적으로 평가하여 설치를 가장 적절히 억제할 수 있도록 시스템을 선정하도록 평가해야만 한다.

