

제정 기술표준원고시 제2001 - 22호 (2001. 2. 14)
개정 기술표준원고시 제2003 - 523호 (2003. 5. 24)

전기용품안전기준

K 60085

[KS C IEC 2002]

전기절연재료의 내열성 평가 및 분류

목 차

1. 적용범위	2
2. 일반사항	2
2.1 열적분류	2
2.1.1 작동조건	2
2.1.2 절연체계에서의 절연재료	2
2.1.3 온도 및 온도상승	2
2.1.4 영향을 미치는 기타 인자	2
2.1.5 절연성능	2
2.2 선택 및 지정의 책임	2
3. 절연재료의 열적평가	2
4. 절연체계의 열적평가	2
5. 분류	2

전기절연재료의 내열성 평가 및 분류

KS C IEC

60085:2002

(IEC 60085:1984, IDT)

Thermal evaluation and classification of electrical insulation

서 문

이 규격은 1984년에 제2판으로 발행된 IEC 60085 (Thermal evaluation and classification of electrical insulation) 을 번역해서 기술적인 내용 및 규격서의 서식을 변경하지 않고 작성한 한국 산업 규격이다

1. 적용 범위

이 규격은 전기공학적 제품의 절연물에 대한 열적 등급의 공인된 체계에 대하여 설명한다. 절연재료 및 절연체계의 열적평가, 상호관계 및 사용 조건의 영향을 고찰한다. 열적 동일함의 확인과 분류의 지정에 대한 책임성에 대해서도 규정짓는다.

2. 일반사항

2.1 열적 분류

전기공학적 제품의 절연물의 내구성은 온도, 전기적 기계적 응력, 진동, 유독성 대기, 화학물질, 습기, 먼지, 방사선 등의 많은 인자에 의해 영향을 받는다. 전기공학적 제품에 있어 온도는 매우 자주 절연재료와 절연체계에 우세한 노화 인자로 작용하기 때문에 기본적인 열적 분류가 유용하며 세계적으로 공인되어 왔다. 열적 분류와 해당 온도는 다음과 같다.

열적 등급	온도
Y	90 °C
A	105 °C
E	120 °C
B	130 °C
F	155 °C
H	180 °C
200	200 °C
220	220 °C
250	250 °C

250 °C 초과 온도는 25 °C 간격으로 증가시키고 그에 따라 등급을 구분 짓는다.

비 고 - IEC 60085(1957)에서 180 °C 보다 위의 모든 온도에 쓰였던 C등급은 위의 열적 분류로 대체한다.

문자의 사용은 의무적이지는 않다. 그러나, 위의 문자와 온도의 관계는 유지된다. 2.1.5의 내용을 특별한 장비에 적

용한다면 대안의 정의 체계가 사용될 수도 있다.

전기공학적 제품을 열적 등급으로서 설명할 때는 그것은 보통 정격부하와 기타 조건하의 제품에 해당하는 최대온도를 나타낸다. 따라서, 이 최대 온도에 적용되는 절연물은 적어도 제품의 열적 등급에 해당하는 온도의 동일한 열적 성능을 가져야 할 것이다.(2.1.2 참조)

지금까지 '등급'이라는 용어는 절연재료, 절연체계와 제품을 언급하는데 사용되어 왔다. IEC 60216: Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials 에서는 절연재료에 대하여 '온도 지수'라는 용어를 채용하였다. 반면에 IEC 60505 Guide for the evaluation and Identification of insulation systems of electrical equipments 에서는 절연체계에 대해 '정의(Identification)'라는 용어를 채용했다. 체계의 정의는 이 체계가 고안된 특정 제품에만 관련된다. '분류(classification)'라는 용어는 전기공학적 제품을 위해 남겨둘 수 있다.

2.1.1 작동 조건

보통의 작동 조건하에서 문제의 제품에 대해 고유한 인자를 정당히 허용하는 세부 절 2.1에서의 온도에 기초한 표준에 따라 고안되고 세워진 회전 기계, 변압기 등의 전기공학적 제품에 대해 만족스러운 경제적 수명이 얻어짐은 경험으로 입증된다.

2.1.2 절연체계에서의 절연재료

특별한 열적 등급으로서 전기공학적 제품을 나타내는 것은 그 구조물에 쓰인 각 절연재료가 같은 열적 성능을 가졌음을 의미하는 것은 아니고, 그런 의미를 함축하고 있다고 여겨져서도 안 된다.

절연체계에 대한 온도 한계는 속해 있는 절연재료의 열적 성능에 직접적으로 관련되지 않을 수 있다. 체계 내에서 절연재료의 열적 특성은 그들과 함께 쓰인 재료의 보호적인 특성에 의해 개선될 수 있다. 반면, 재료들 사이의 비친화성의 문제는 절연체계의 고유한 온도 한계를 개별 재료의 온도 이하로 감소시킬 수 있다.

2.1.3 온도 및 온도상승

이 표준에서 인용된 온도는 절연물의 실제 온도이고, 전기공학적 제품의 온도상승은 아니다.

전기 장비에 대한 표준은 보통 실제 온도보다 다소 상승된 온도를 명시한다. 측정 방법과 허용된 온도를 고려했을 때, 이러한 표준을 정하는데 있어서 구조물의 형태, 절연물의 전도도와 두께, 절연된 부분의 접근용이성, 통풍 방법, 부하 특성 등의 인자들이 고려되어야 한다.

2.1.4 영향을 미치는 기타 인자

열적 인자를 제외하고 그 기능을 유지하는 절연 능력은 절연물과 지지구조에 가해지는 기계적 응력 같은 조건과 제품의 크기가 증가함에 따라 중요도가 증가될 수 있는 시차 열적 팽창과 진동 등의 인자에 의해 영향을 받는다. 대기 중의 수분과 먼지, 화학물질, 기타 오염물질의 존재는 해로운 영향을 줄 수 있다. 이러한 모든 인자는 특별한 제품을 고안할 때 고려되어야 하고, 이 점에 대한 더 자세한 지침은 IEC 505에서 찾아볼 수 있다.

2.1.5 절연성능

제공되는 실제 작용은 제품의 환경에의 노출, 의무 주기, 형태 등에 의해 크게 다양한 특별한 조건에 의존한다. 더욱이, 제공되는 의도한 작용은 수반된 장비의 원하는 사용 기간, 신뢰도, 크기와 경제적인 고려 등의 상대적 중요도에 의존한다.

어떤 제품에 대해서는 보통 해당하는 것 보다 더 높은 온도를 허용하거나 절연물에 의해 얻은 온도를 보통 해당하는 것 보다 더 낮은 값까지 제한하는 온도상승의 값을 확립하는 것이 바람직하다. 정상보다 더 짧거나, 더 긴 수명이 직면되거나, 제공되는 예외적인 조건이 존재하기 때문에 이러한 경우가 일어날 수 있다.

절연수명은 산소, 수분, 먼지, 화학물질의 배제에 대해 상당한 정도로 의존한다. 그러므로, 주어진 온도에서 산업적인 대기에 자유롭게 노출되어 있는 경우 보다 만약 더 적당하게 보호된다면 절연수명은 더 길 수 있다. 냉각 또는 보호 매체로서 화학적으로 불활성한 기체, 또는 액체의 사용은 절연물의 온도 성능을 증가시킬 수 있다.

절연이 진행되는 노화에 덧붙여 어떤 온도 이상으로 가열될 때 몇몇 재료는 부드러워지고, 그렇지 않으면 변성되었다가 냉각되면 초기의 특성을 다시 회복하게 된다. 이러한 재료의 사용자들은 그들에게 부과되는 의무라는 위의 관점에 그 재료가 적합하다는 것을 스스로 만족해야 한다.

2.2 선택 및 지정의 책임

적당한 재료와 체계의 선택에 대한 책임은 전기공학적 제품의 제조에 있다. 오직 경험과 적절한 허용되는 절연물에 대한 합리적인 온도 한계를 위한 기반을 제공한다. 제공 경험은 재료와 체계의 선택에 대한 선택을 위한 중요한 근거이다. 새로운 재료와 체계가 연관되었을 때, 적절한 시험은 선택을 위한 기초이다.(4절 참조)

3. 절연재료의 열적 평가

동일한 속성 형태의 많은 절연재료들은 다른 열적 내구성능의 다수의 변수들에 유용하다. 그러므로, 절연재료의 일반적인 화학적 구분은 그의 열적 성능을 특징짓는 데에는 부적절하다.

재료를 전기공학적 제품으로 적용할 때 각각의 열적 내구성은 다른 재료와 결합되어 있는 방법에 의해 영향을 받는다. 전기공학적 제품의 절연물로 사용된 재료의 열적 성능은 또한 그 재료가 이행할 특별한 기능에 강하게 의존한다.

전기공학적 제품 용도라는 측면에서 재료 평가는 두 가지 목적을 제공한다. 하나는 전기 절연체계에서 조성물로서 사용될 재료의 평가를 얻는 것이고, 나머지는 절연체계를 이루는 단독으로 또는 간단한 화합물의 일부분으로서 사용된 재료를 평가하는 것이다.

일반적으로 시험과 경험은 절연재료의 열적 평가를 위한 받아들일 수 있는 근거로 공인된다.

경험의 근거로 사용되었을 때, 그것이 관련되어 있음을 확신하는 주의가 요구되어진다. 한 형태의 응용으로부터 다른 하나로의 경험의 이전이 종종 가치가 있었다. 제공되는 경험의 관련성을 확립하는데 적절한 방법이 준비된다.

주목할 만한 과정이 재료를 평가하기 위한 시험의 발전에 행해져 왔다. 참고문헌은 다음의 IEC출판물들이다.

- 216-1 : 1부 - 열적 내구 특성, 온도 지수, 열적 내구 윤곽을 결정하기 위한 일반 과정
- 216-2 : 2부 - 재료와 유용한 시험 목록
- 216-3 : 3부 - 통계학적 방법
- 216-4 : 4부 - 열적 내구 윤곽을 계산하기 위한 지침

비고 - 이 작업은 계속된다. 열거된 문헌의 새로운 부분과 개정안들은 준비중이다. 최신화된 IEC의 현재 목록을 참고하라.

위의 완료된 문서들이 고려되어야 하는 동안 다음의 정의들이 도움이 될 것이다.

a) 열적 내구 그래프 : **Arrhenius 그래프**

열적 내구 시험에서의 명시된 종말점이 열역학적(절대적) 시험 온도의 역수에 대해 도시된 시간의 로그 함수로서의 그래프

b) 온도지수(temperature index) : **TI**

주어진 온도에서 주로 20000시간동안 열적 내구성에서 유출한 섭씨 온도에 대응하는 숫자

c) 상대온도지수(relative temperature index) : **RTI**

기준 재료의 알고 있는 온도 지수에 대응하는 시간으로부터 얻어진 시험 재료의 온도 지수, 이 때 두 재료는 비교 시험에서 동일한 노화와 식별되는 과정을 따른다.

d) 반감 간격(halving interval) : **HIC**

TI 또는 **RTI**의 온도에서 취해진 종말점에 대한 시간의 반감을 나타내는 섭씨 온도 간격에 대응하는 숫자

시험 기준과 종말점의 다른 형태-전기적 기계적 등-가 열적 내구 그래프에 이용될 때 단일 재료에 대한 다른 온도 지수와 반감 간격이 얻어질 수 있다. 다른 온도 지수와 반감 간격은 구별되는 온도 성능을 나타낼 수 있어 재료가 사용되는 방법과 그것이 행할 기능을 결정할 수 있게 한다.

표준 시편에 대한 시험은 사용되는 형태에서의 재료에 대한 시험으로부터 얻을 수 있는 것과 다른 결과를 가져올 수 있다. 따라서 절연체계 시험의 결과는 관련된 용도를 위한 재료의 적합성을 다양화하는데 사용될 수 있다.

4. 절연체계의 열적 평가

위에서 언급한 절연체계의 열적 내구성을 평가하는 기초는 관련된 제공 경험이다. 경험이 없을 때 적절하게 고안된 기능성 시험이 행해져야 한다. 이러한 목적을 위해 체계를 입증하는 제공이 기준 절연체계로서 사용되어질 필요가 있다.

기준 절연체계는 제공 경험을 근거로 한 책임 있는 공학 위원회에 의해 설명되어야 한다. 위원회는 제공 경험의 기록을 가진 절연체계가 어떻게 기준으로서 사용될 수 있는지 특별한 장비에 대한 지침을 확립해야 한다. 이러한 지침의 사용은 위원회가 재료의 구분에 근거했던 이전의 등급의 구분을 대체할 수 있게 해 주어야 한다.

표준화가 필요하다고 여겨질 때, 새로운 기준 체계와의 비교를 통해 절연체계를 평가하기 위한 특별한 시험과정이 책임 있는 공학 위원회에 의해 개발될 것이다.

지금까지 매우 적은 시험 과정이 표준화되어 왔고 일반적으로 표준화된 시험방법이 존재하지 않을 때 적절한 시험

을 고안하고 실행하는 것은 제품 제조자들의 의무이다.

적절한 시험방법을 고안하기 전에 기준이 다음의 IEC 문서로 만들어져야 한다.

505 : 전기 장비용 절연체계의 정의와 평가를 위한 지침

606 : 전지절연 체계의 기능적 평가의 원리적인 측면 : 노화 메카니즘과 식별 과정

791 : 제공 경험과 기능적 시험에 근거한 절연 체계의 작용 평가

열적 평가 시험 과정의 고안에 관한 더 자세한 것은 다음에 주어진다.

611 : 전기절연체계의 열적 내구성을 평가하기 위한 시험과정의 준비에 관한 지침

절연체계의 개별 요소를 선택함에 있어, 재료 단독의 열적 평가로부터 몇몇 지침을 얻을 수 있다.(3절 참조)

특별한 절연체계에서의 용도로서 적합하다고 공인되어진 재료의 경우, 적절한 체계 시험 또는 경험에 의해 만족스러운 작용을 증명하기에 충분하다.

매우 간단하고, 단순하게 응력을 받는 절연체계의 경우, 책임 있는 공학 위원회가 IEC 611에 따른 기능적 시험이 필요한지, IEC 216에 따른 재료의 열적 내구성 데이터로부터 평가의 더 간단한 경우가 만족스러운 결과를 제공할 것인지 아닌지에 대해 결정할 수 있다. 만약 전기공학적 제품에의 응용에 대해 절연재료의 적합성을 평가하는 것이 필요하다면 기준으로서 증명된 재료를 사용한 비교 시험이 행해져야 한다.

매우 간단하고 단순하게 응력을 받는 절연체계의 경우, 책임 있는 공학 위원회가 특정한 응용에 대한 입증된 재료에 대한 정보를 제공하는 것이 권장된다. 다시 말해서 재료를 분류하는데 사용될 수 있는 관련된 경험을 평가하는 방법에 대한 규정을 제공해야만 한다.

책임 있는 공학 위원회가 비교 평가를 위한 적절한 표준화된 과정을 제공하지 않는 한, 받아들여질 수 있는 시험 과정을 선택하는 의무가 제품 제조자에게 남는다.

5. 분류

전기공학적 제품과 그 절연물의 분류를 위해 4절과 세부 절 2.1과 특히 세부 절 2.1.5를 참조한다.

절연재료, 단순 화합물, 또는 절연체계가 시험 또는 제공 경험에 의해 특정한 응용에서의 특정 온도에서 성공적으로 작동할 수 있음이 보여졌을 때, 세부 절 2.1의 목록으로부터 선택된 해당하는 열적 등급이 할당될 수 있다.