

기술표준원 고시 제2000 - 176호
(제정 2000 . 7 . 25)

전기용품안전기준

K60034-18-33

[IEC 1995-03]

회 전 기 기

제18부 : 절연계통의 기능적 평가

제33절 : 형권선(form-wound winding)의 시험 절차

- 다중인자의 기능적 평가 - 50MVA 와 15KV 이하 기기에 사용되는 절연계통의 열적 전기적 충격에 대한 내구성

목 차

1 적용범위.....	2
2 참고기준	2
3 일반사항.....	3
3.1 1절과의 연계성	3
3.2 시험 절차의 지정	3
3.3 절연 시스템	3
3.4 진단시험의 규정	3
3.5 시험 절차의 특징	3
3.6 가열 수단과 열충격 수준의 정의	4
3.7 전기적 열화의 방법	5
3.8 열화를 위한 종속주기의 정의	5
3.9 기준 동작 조건	6
4 시험품	6
4.1 시험품 구조	6
4.2 시료수	7
4.3 품질인증시험	7
4.4 초기 진단 시험	7
5 열화를 위한 종속 주기	7
5.1 열화스트레스 수준	7
5.2 경과시간과 수(열화를 위한 종속주기)	10
5.3 절차 1: 열화를 위한 종속주기(동시에 적용된 경과 압력)	10
5.4 절차 2: 열화를 위한 종속주기(순차적으로 적용된 온도와 전기적 압력)	10
5.5 절차 3: 열화를 위한 종속주기(한 점의 절차가 가용한 경우)	11
6 분석적 종속주기	11
6.1 기계적 시험	11
6.2 습도 시험	12
6.3 전압 시험	13
6.4 기타 진단 시험	14
7 데이터의 분석, 보고 및 평가	14
7.1 데이터 분석	14
7.2 보고	14
7.3 평가	14
부속서 A.....	16

- 주)--- : IEC 기준과 상이한 부분
 * : 적용하지 않아도 되는 부분
 ※ : 추가된 부분

회 전 기 기

제18부 : 절연계통의 기능적 평가

제33절 : 형권선(form-wound winding)의 시험 절차

- 다중인자의 기능적 평가 - 50MVA와 15KV 이하 기기에 사용되는 절연계통의 열적, 전기적 충격에 대한 내구성

1. 적용범위

K60034-18의 이 절은 열적 전기적인 경과 요소가 중요한 경우에 있어서의 절연 시스템의 다른 영향에 의한 내구성의 평가를 위한 시험 절차를 기술하는 기술적인 보고서이다. 이 절차는 교류 기계 장치(50MVA와 15kV의 고정된 결선을 가진)에서 사용되거나 사용되도록 의도된 절연 시스템을 위해 제작되었다. 시험 절차는 본래 비교적이며, 그래서 어떤 절연 시스템의 성능은 증명된 동작 경험에서의 절연 시스템의 성과 비교된다. 이 기술 보고서에서 기술된 평가는 압력 등급을 포함하지 않는다.

2 참고기준

다음 기준의 문서는 이 본문을 통해서 이 기술적인 보고서의 규정을 구성하는 규정을 포함하고 있다. 출판 당시, 표시된 판 번호는 유효하다. 모든 기준의 문서는 재개정되게 되며, 이 기술 보고서에 근거해 동의한 단체들은 아래 기술된 가장 최근 판의 문서를 적용할 가능성이 있는지 조사하는 것이 권장된다. IEC와 ISO의 회원들은 현재 유효한 국제 표준의 기록을 유지한다.

IEC 34-1: 1994, 회전기기 - 제1부 : 정격 및 성능

IEC 34-15: 1995, 회전기기 - 제15부 : 형권고정자 결선을 가진 교류 회전 기계의 충격 전압 저항 수준

IEC 34-18-1: 1992, 회전기기 - 제18부 : 절연 시스템의 기능적 평가 - 제1절 : 일반적인 지침

IEC 34-18-32: 1995, 회전기기 - 제18부 : 절연 시스템의 기능적 평가 - 제32절 : 고정 결선의 시험 절차 - 50MVA와 15kV를 포함하는 기계에서 사용되는 절연 체계의 전기적인 평가

IEC 727-1: 1982, 전기절연 시스템의 전기적 내구성의 평가 - 제1부 : 일반적인 분포에 근거한 일반적인 적용과 평가 절차

IEC 792-1: 절연 시스템의 다중인자 기능시험 - 제1부 : 시험 절차

3 일반사항

3.1 1절과의 연계성

K60034-18-1원칙은 이 절에서 추천이나 제안이 다르게 지시하지 않는 한 준수된다.

3.2 시험 절차의 지정

짧은 형식으로 시험 절차를 기술할 때 표1의 지정절차가 사용되는 것이 제안된다. 이 기술보고서에 기술된 절차의 설계는 K60034-18-33 절차 N(N은 표1에 있는 절차에서 선택된 번호)에 있다.

3.3 절연 시스템

절연 시스템의 참조는 같은 시험 장비를 사용하여 같은 시험실에서 후보 시스템을 위해 사용되는 동등한 시험 절차를 사용하는 데 사용된다. 참조 절연 시스템의 성능은 참조 동작 조건의 범위 안의 전형적인 동작 조건하의 동작 경험에 의해 확립된다. 만약 참조 시스템이 이미 시험되어져 왔다면 그 참조 시스템에 관한 한 점 시험이 시험 절차를 확립하는데 적합하다.

가속의 가치가 다른 영향에 의한 시험 조건하에서 알려져 있지 않기 때문에, 이러한 요구가 오직 두 시스템을 위한 경과 요소의 가상의 동일한 수준을 사용함으로써 수행되어질 수 있다.

주 - 두 전기적, 온도적 경과 요소가 두 시스템에 있어서 동일할지라도 참조대상과 후보시스템의 다른 영향에 있어서 시험에서 가속의 실제 값이 동일하지 않을 수 있다.

3.4 진단 시험의 규정

분석적인 종속주기의 적합성을 확인하기 위한 K60034-18-1의 5.3.4에 주어진 원칙을 따르는 예비적인 온도 경과 시험은 적합할 때 수행될 수 있다.

3.5 시험 절차의 특성

3.5.1 일반적인 특성

일반적으로 이 기술보고서에 따른 시험은 주기적으로 수행될 수 있으며 각 주기는 열화를 위한 종속주기와 분석적 종속주기로 나누어진다.

3.5.2 열화를 위한 종속주기

열화를 위한 종속주기는 열적 전기적 경과 모두를 포함하며, 동시적 혹은 순차적으로 수행된다.

다른 영향요소에 의한 경과 시험은 상호작용에 의해서 복잡해질 수 있다. 영향의 두 요소간에 상호작용이

존재할 경우 한 경과 요소에 의한 경과에는 다른 요소의 존재 때문에(이것이 직접적인 상호작용) 변화할 수 있다.; 혹은 다른 요소에 의해 야기된 경과 때문에(이것이 간접 상호작용) 변화할 수 있다. 절차 3은 다른 2개에 비교될 때 간략화 되었고 짧다. 그러나 그것의 이용성은 절연 시스템에 있어서의 미소하거나 의도되지 않은 변화에 국한되어 있다.

직접적인 상호작용은 동시적인 다른 영향요소에 의한 경과 시험에서만 재현될 수 있다. 간접 상호작용은 동시적, 순차적 형태의 시험 모두에서 재현될 수 있다.

5.1.3에서 상호작용이 일어날 경우의 시험절차를 위한 지침이 주어진다. 부속서 A에 상호작용에 관한 부가적인 정보가 있다.

세 개의 다른 열화를 위한 종속주기를 위한 절차가 표 1과 5항에 상세히 기록되어 있다. 절차 1과 2는 여러 개의 온도와 전기적 압력의 조합하에 종합적인 시험 기대에 대한 비교를 제공한다.

표 1 - 열화를 위한 종속주기의 제작

시험 절차 횟수 N	열화를 위한 종속주기	부속항	세 부 사 항
1	동시에 경과 압력을 지닌 열화를 위한 종속주기	5.3	열화를 위한 종속주기동안 동시에 적용된 경과 압력
2	순차적인 경과 압력을 지닌 열화를 위한 종속주기	5.4	이 절차는 특별히 온도와 전기적인 경과 요소가 상당히 시험결과에 영향을 미치지 않을 것 같은 경우에 사용될 수 있다. 부속서 참조
3	K60034-18-1의 5.3.2.2에 유사한 한-점 절차	5.5	이 절차는 온도와 전기적인 압력의 조합에서의 비교를 제공한다. 이 짧은 시험 절차는 더 적은 시험 결과를 제공하지만, 후보 시스템의 성능면에서 때때로 충분하다.

3.5.3 분석적 종속주기

분석적 종속주기는 기계적 시험, 습도 시험, 전압 시험, 그리고 다른 분석적 시험으로 나뉘어 있다. 이러한 시험을 선택할 때, 참조 작동 조건(3.9참조)의 집합은 지침으로서 사용되어야 한다. 분석적인 시험은 통상 위에 열거된 순서로 적용된다.

3.6 가열 수단과 열충격 수준의 정의

3.6.1 가열 방법

모든 적당한 가열 방법은(예를 들어 K60034-18-1에 제시된 것과 같은) 사용될 수 있다. 재료는 전형적이고 정상적인 동작상태의 온도까지 가열되어야 한다.

3.6.2 열충격 수준

실용적인 경우, 열충격 수준은 흠의 중간 부분의 평균 도체 온도로서 정의된다. 이 온도의 정확한 측정이 실용적이지 못하다고 여겨지면, 흠의 중간 부분의 주 절연체의 외부 표면 온도가 사용될 수도 있다.

열충격 수준의 측정에 사용되는 방법은 참조 시스템에 사용되는 것과 같을 수도 있다. 높은 가열이 적용되었을 때 3.6.3에 주어진 절차에 적합한 경우에만 열충격의 적합한 수치를 제공할 수 있다.

열충격이 전류 가열에 의해 제공되어지는 경우, 저항 측정에 의해 얻어진 것과 같은 도체 온도는 재료와 그들 사이에 5K이내의 고정된 온도차가 유지되도록 주의가 가해진 경우 받아들여 질만한 수치가 된다.

3.6.3 열충격 측정 기술

열 측정이 전기적 그리고 열적 경과 압력이 동시에 적용되는 경우에 두 단계로 행해지는 것이 권장된다.

- a) 먼저 평형상태에서 열충격이 가해진 경우
- b) 두 번째로 다시 평형상태 이르고 전기적인 압력이 추가적으로 가해진 후에

열충격 수준을 나타내는 높은 온도와 함께 두 가지 온도는 정보로서 기록된다.

주 -

- 1 두 번째 단계에서의 온도 측정은 전기적인 압력의 제거 직후에 추정된 냉각 곡선 기법을 사용하여 대부분 안전하게 수행된다.(혹은 광 센서를 이용하여)
- 2 높은 국부적 온도 상승이 일어날 수 있다.(예를 들면 압력 등급 지역에서) 이러한 온도는 예를 들어 IR 측정장치에 의해 결정 될 수 있다. 만약 이러한 점에서 구조적으로 실패가 발생하면 그 때에는 경과 압력은 아마도 압력 등급의 사용된 등급에 너무 높게 잡혀 있을 것이다. 이러한 문제는 아마도 경과 압력의 감소나 혹은 압력 등급의 향상에 의해서 해결될 수 있다.

3.7 전기적 열화의 방법

전력 주파수 전압이 전기적 경과를 생산하는데 사용되는 것이 권장된다. 교류 경과 전압은 고정자 철심과(혹은 시험 절편의 표면에 있는 외부 전도체) 도체 사이에 적용될 수 있다.

시험기간을 줄이기 위해서 전력 주파수의 10배에 이르는 증가된 주파수가 사용될 수 있다. 하지만, 주의가 요구되며 유전체의 손실은 결과에 영향을 미칠 정도로 절연체의 온도를 증가시키지 않는다. 같은 주파수가 후보시스템과 참조시스템 모두에 사용될 수 있다.

주 - K60034-18-1와 K60034-18-32에 기술된 바와 같이 주파수를 증가시킴으로써 달성된 실제 가속은 기대하지 않은 방식으로 기대된 값으로부터 벗어날 수 있다.

3.8 열화를 위한 종속주기의 정의

3.8.1 동시 경과

열화를 위한 종속주기는 경과 요소가 적용된 시간에 시작된 것으로 간주될 것이며, 경과 요소가 적용되기를 중단할 때까지 계속될 것이다.

3.8.2 순차 경과

경과 요소들이 순차적으로 적용될 때 위의 정의는 각각 종속주기의 온도 그리고 전기적 경과 영역에 적용되게 된다.

종속주기의 존속은 종속주기의 온도 혹은 전기적인 경과에 어느 한쪽의 존속이게 된다.

종속주기의 온도와 전기적인 부분의 지속은 동작 중 온도와 전기적 경과에 있어서의 상대적인 작동 시간이 명백히 다르지 않다면, 동일할 것이다. 그러한 경우에는 종속주기의 온도와 전기적 영역 모두 지속될 것이다.

3.9 기준 동작 조건

기준 동작 조건은 절연 시스템이 설계된 모든 경과와 분석 요소들의 가장 심한 단계들로 구성되어 있다. 기준 동작 조건들은 정의될 것이다. 온도-전기적인 다른 영향에서 유래된 평가 절차에 있어서 분석적 요소의 단계와 형태와 경과 요소의 단계들은 기준 동작 조건들에 의존할 것이다.

3.9.1 기준 경과 요소

이 기술 보고서의 영역에서 시작되었듯이, 열적 그리고 전기적 경과 요소들은 가장 중요한 경과 요소들로서 가정된다. 그들의 단계는 절연 시스템의 등급 온도와 최대 인가 전압에 의존하게 된다. 그 수치들은 5.1.1을 참조할 것.

3.9.2 기준 분석적 요소

기준 분석적 요소들은 다음을 포함한다.

- a) 동작 중 습도에 최대한 노출
- b) 시험 대상이 구현할 수 있는 결선의 영역에 작용하는 최대한의 기계적인 압력(예를 들면 구동시 일시적인 전류에 기인한 압력)
- c) 최대 상간 순시과전압이 측정될 수 있는 최대 기대 순시 과전압

4 시험품

4.1 시험품 구조

4.1.1 일반사항

시험 물체들은 완성된 결선 요소들이 평가될 수 있도록 적합하게 조작된 것을 대표할 수 있도록 제작될 수 있으며, 완벽한 정상적 혹은 의도된 제조 과정에 가능하면 가까이 가도록 요구될 것이다. 만약 동작 중 절연체의 기계적인 부착물이(그것은 코일의 측면을 변형시키거나 지지 구조를 내리치는 방법입니다.) 경과 과정에 영향을 준다고 여겨지면 그것은 시험 물체에서 구동되어야 한다.

각각의 코일이나 모델로서 막대를 사용할 때 미세한 거리와 전압 등급은 필요하다면 시험동안 적용되는 압력에 적합할 것이다. 진극봉은 모형의 완벽한 홈 길이까지 연장되어야 하며, 전체 코일 집합 부위의 원주를 둘러싸야 한다. IEC 727-1의 세부사항은 준수되어야 한다.

4.1.2 시험품의 감긴 수와 성분의 고려

상간 절연이 구조적으로 시험될 경우 일반적으로 가능한 형태나 도체 보강의 영향을 포함하기 위해 완벽한 코일을 사용하는 것이 필요하다.

충격 전압 분석 시험이 적용될 경우 코일의 회전수는 상간 절연에 대한 가장 높은 스트레스를 갖기 위해 절연 시스템에 대한 가장 최소한의 적합함을 갖춰야 한다.

전력-주파수 전압을 상간에 적용하는 것이 필요한 경우, 코일은 병렬 도체와 함께 감겨져야 하거나 혹은 코일은 끝 부분에서 잘려져야 한다. 진공 압력 주입기(VPI)를 사용하는 경우 그 지역에서의 교차와 도체의 분리는 주입이전에 이뤄져야 한다.

4.2 시료수

적합한 시료의 수는 통계적인 확신을 얻기 위해 경과 온도와 사용되는 전압의 조합의 각 경우에 경과되어야 한다. 이 수는 5이하에서는 안된다.

주 - 만약 막대나 반-코일이 사용될 경우 최대 수는 5개의 막대 혹은 반-코일이다. 만약 완벽한 코일이 사용되면 최소 수는 5개의 완벽한 코일이다.

4.3 품질 인증 시험

첫 번째 열화를 위한 종속주기를 시작하기 전에 다음 품질 인증 시험들이 수행될 것이다.

- a) 시료의 육안검사
- b) K60034-1에 따른 전압 시험

4.4 초기 진단 시험

각각의 완벽한 시험품은 첫 번째 열화를 위한 종속주기를 시작하기 전에 시험절차를 위해 선택된 모든 분석적 시험을 거치도록 되어있다.

5 열화를 위한 종속주기

5.1 열화 스트레스 수준

다른 시험 절차들이 상호작용의 형태와 유무에 따라 필요하다.

열화를 위한 종속주기를 위한 전기적 온도적 압력 수준의 선택에서, 이러한 종속주기의 경과 메카니즘이 상당히 정상 동작상태에서와 다르지 않다는 것이 중요하다. 그러므로 IEC 792-1에서 권장된 동등한 가속조건은 가능하다면 적용되어야 한다.

5.1.1 가속 요인

가속 요인은 참조 경과 요소 수준에 관련되어야 한다.

- a) 절연 시스템을 위한 최대전압 U_m 이 가해진 경우 전기적 경과
- b) 최대 동작 온도 T_m 에서의 열적 경과

U_m 의 선택 : 다음과 같은 방식이 권장된다.

$$U_m = 1,2 * U_n / \text{SQR}(3) = 0,7 * U_n$$

그 이유는 최대 정격 전압 U_n 이상에서의 연속적인 사용은 통상 제한되기 때문에, 그리고 실패에서 통상 관찰되는 높은 분산에서의 여유를 허락하기 위해서이다.

T_m 의 선택 : 높은 품질에서 제작되는 기계에 있어서, 그리고 개별 실제 온도가 알려지지 않은 경우에 있어서, 그 수치는

$$T_m = TC - 20^\circ\text{C}$$

가 권장된다. 여기서 TC는 K60034-18-1에 정의된 등급 온도입니다. 이 수치(T_m)는 실제 동작 온도 분포의 95% 상한에서 크게 벗어나지 않는다.

안정성있게 동작 온도가 알려진 경우의 개별적으로 제작된 큰 기계의 경우는, 알려진 동작 온도나 등급 온도 TC가 사용되어야 한다.

5.1.2 불확실한 상호작용

상호작용이 불확실한 경우, 시험절차가 더욱 더 진행되기 전에 감지되어야 한다. 그것의 존재와 상호작용의 질을 알아내는 방법은 부속서 A의 A.3과 A.4에 나와있다.

5.1.3 부재하거나 중요하지 않은 상호작용

온도적 그리고 전기적 압력 사이에 제한적이거나 상호작용이 없는 경우에는 동등한 가속의 원칙이 경과 조합을 선택함으로써 얻어질 수 있다. 그 경과 조합 속에서 온도와 전기적 압력을 위한 가속 요소들은 각각 쓰여진 경우와 같은 효과를 가진다.

5.1.3.1 하나 혹은 두 개 모두의 단-요소 가속 요소들이 알려진 경우

만약 전기적인 압력이나 선택된 가속 요소들에 상응하는 경과 온도가 이전의 단-요소 시험에서 알려졌다면, 그 경우 그러한 압력 수치들은 사용될 수 있다.

5.1.3.2 단-요소 가속 요소들이 알려지지 않은 경우

만약 전기적 열적 단-요소 경과 시험의 가속 요소들이 알려지지 않은 경우, 시험을 위한 압력은 표2에서 선택되어야 한다.

표 2 - 압력 수준의 선택(단-요소 가속이 알려지지 않은 경우)

단-압력 가속 요소 가정	전기압력(전력 주파수)	경과 온도
8	1.40Um	$T_m+30^{\circ}\text{C}$
16	1.60Um	$T_m+40^{\circ}\text{C}$
32	1.80Um	$T_m+50^{\circ}\text{C}$
64	2.00Um	$T_m+60^{\circ}\text{C}$
123	2.25Um	$T_m+70^{\circ}\text{C}$
256	2.50Um	$T_m+80^{\circ}\text{C}$

이 표에서 경과 온도의 선택에 있어서 열적 경과 메카니즘은 전체 시험 온도 범위에 있어서 같은 것으로 가정되어 왔으며 합당한 정확도내에서(10K 반감 주기를 가진) “Arrhenius”의 법칙을 따른다. 단-요소 열적 경과 시험에서처럼 경과 메카니즘 속에서 급진적인 변화가 가장 높은 경과 온도에서 발생할 가능성이 있다. 그러한 경과 메카니즘의 변화는 광범위한 결과를 야기할 수도 있으나 보고되어야 한다.

전기적 경과를 시험 전압 범위 내에서 알려진 지수적 공식을 따르는 것으로 가정된다.

주 - 표2의 수치들은 지도지침으로서만 주어진다.

5.1.4 상호작용이 일어날 것이 알려진 경우

상호작용은 부속서 A의 A.3과 A.4에 나타난 바와 같이 감지될 수 있다. 만약 상호작용이 일어나는 것이 알려져 있다면 압력 조합은 수정되어야 할 것이다. 가해질 수정은 전기적 경과에 가해지는 열충격에 의한 효과와 열적 경과에 가해지는 전기적 압력에 의한 영향에 의존할 것이다.

5.1.4.1 유사한 열적 전기적 경과의 가속

만약 상호작용이 전기적 열적 경과의 유사한 가속을 야기시킨다면, 그 때에는 5.1.3.1(표2에 의한 수정이 있거나 없거나)이 사용되어야 한다.

일반적으로 만약 상호작용이 증가된 경과를 야기 시킨다면 상대적으로 낮은 가속 요소들이 선택되어야 한다. 반대로 말해서 만약 상호작용이 감소된 경과를 야기 시킨다면 상대적으로 높은 가속 요소들이 선택되어야 한다.

5.1.4.2 열적인 경과보다 더욱 더 가속된 전기적 경과

만약 5.1.3.1이 사용되어 상호작용이 열적 경과보다 더욱더 높은 전기적인 경과를 야기한다면 그 경우에는 각 압력 조합에 대해서 열충격에 사용된 것의 절반의 가속 요소를 가진 전기적 압력이 사용될 것이다.

주 - 이러한 상황은 A.4의 상황 II,III,IV에 기술되어 있다.

5.1.4.3 전기적인 경과보다 더욱 더 가속된 열적 경과

만약 5.1.3.1이 사용되어 상호작용이 전기적인 경과보다 더 높은 열적 경과를 야기한다면,(표2에 의한 수정이 있거나 없거나) 그 경우 각 압력 조합에 대하여 열충격의 경우에 사용된 것의 절반에 해당하는 가속 요소를 가진 전기적 압력이 사용될 것이다.

주 - 이러한 상황은 A.4의 상황 I,IV,VI에 기술되어 있다.

5.2 경과기간과 수(열화를 위한 종속주기)

각 압력 조합은 실패에 이르는 평균시간(각 종속주기의 영역에 절차 2가 적용된 경우에)이 20일보다 적지 않도록 하도록 선택되어야 한다. 가장 낮은 압력 조합은 실패에 이르는 평균 시간이 300일 정도에 이르도록 조성되어야 한다.

각 종속주기의 기간은 약 10개의 종속주기가 시험절편의 집합에서 평균 실패 전에 지나가도록 선택되어야 한다.

결과적으로 이러한 기간은 2일보다 적어서는 안되며 30일을 초과해서도 안된다.(종속주기의 각 부분에서 절차 2가 선택된 경우)

경과 압력이 순차적으로 적용되어 가능한 간접 상호작용이 실제 동작에서 행하는 것과 같은 조건을 조성할 때, 충분한 수의 종속주기는 특별히 중요하다. 그러므로 이러한 경우에 종속주기의 수는 10이상이 되어야 한다.

5.3 절차 1 : 열화를 위한 종속주기(동시에 적용된 경과 압력)

5.3.1 일반

경과 요소들이 동시에 주어진다.

일반적인 원칙은 3항에 따라 주어진다.

적용가능한 경우 동등한 가속원칙이 적용되어야 한다.(5.1을 참조)

5.3.2 스트레스 레벨 수

5.1의 지시사항에 따라 적어도 세 개의 조건이 선택되어야 한다.

5.4 절차 2 : 열화를 위한 종속주기(순차적으로 적용된 온도와 전기적 압력)

5.4.1 일반

이 절차의 응용에 관한 지시사항은 3.5에 주어져있다. 하나의 열화를 위한 종속주기는 두 개의 영역으로 구성되어 있다. 첫 번째 영역동안 시험 대상은 선택된 열적 경과 온도를 거치게 되며 그 동안 전기적인 압력은 가해지지 않는다. 두 번째 영역에서는 선택적인 전기적 경과 압력이 가해지며 시험 대상은 가열되지 않는다.(그렇지 않다면 유전체적 손실에 의해서 보다 가열된다.)

실제 전기적 경과 기간동안 가장 높은 시험 절편의 온도는 기록되어야 하며 보고되어야 한다. 측정 기술을 위해서 3.6.3을 참조.

일반적인 원칙은 3항에 따라 다음과 같다.

적용가능한 경우 동등한 가속원칙이 적용되어야 한다.(5.1을 참조)

5.4.2 스트레스 레벨 수와 선택

5.1의 지시사항에 따라 적어도 세 개의 경과 조건이 선택되어야 한다.

이 절차에서 선택된 스트레스 레벨들은 더욱 더 자유롭게 절차 1에서보다 더 높은 압력에까지 이를 수 있다.

5.5 절차 3 : 열화를 위한 종속주기(한 점의 절차가 가용한 경우)

만약 절연 시스템에 미세한 차이가 있다면 K60034-18-1의 5.3.2.2와 유사하게 단-점 시험은 허용된다. 그리고 나서 다음 절차가 사용될 수 있다.

경과 스트레스 레벨의 적절한 조합은 5.1에 따라 선택된다.

만약 직접적인 상호작용이 없거나, 중요하지 않은 경우(5.1.3을 참조) 두 개의 경과 압력이 절차 1에 의해 동시에 선택되거나 혹은 절차 2에 의해 순차적으로 선택될 수 있다.

3항에 주어진 일반적인 원칙은 준수되어야 한다. 이 절차를 위해서 정확하게 같은 시험절차를 이용해서 같은 시험실에서 같은 시험장비를 사용해서 참조절차와 예비절차가 함께 시험되어야 하는 것은 필수적이다.

6 분석적 종속주기

각 열화를 위한 종속주기에 뒤 이어, 각 시험 절편은 다음과 같은 것의 일부 혹은 전부를 포함하는 일련의 분석적 시험을 거치게 되어 있다. : 이 절에 기술되어있는 통상 주어진 순서로 적용되는 기계적, 습도, 전압, 그리고 다른 분석적인 시험들, 사용된 분석적인 시험은 보고되어야 한다.

6.1 기계적 시험

기계적인 시험은 상온에서 인가전압 없이 행해져야 한다.

6.1.1 일반 기계적 시험

적용된 기계적인 압력은 정상동작 상태에서 기대할 수 있는 최고치의 압력이나 긴장도와 비교할 만하게 심하거나 동작 중 시험에서 경험될 수 있는 것과 같은 일반적인 특성을 가져야한다. 이 압력을 적용하기 위한 절차는 동작의 특성과 시험 대상의 형태에 따라 상이할 것이다.

6.1.2 진동-테이블 시험

이 시험은 제1절의 5.5.1에 따라 수행된다. 시험 절편은 움직임이 코일 평면에 올바른 각도에 이르도록 위치하여야 한다.

선호할 만한 진동폭은 각각 60Hz와 50Hz의 주파수에 대해서 0.2mm 혹은 0.3mm이다. 이 진폭은 대략 $1.5g(15m/s^2)$ 에 해당하는 가속치에 대응된다. 만약 다른 진동폭이 사용된다면 그것의 사용시의 정당성과 마찬가지로 보고되어야 한다.

6.1.3 특별한 기계적인 시험

특별한 기계적인 시험을 하는 것에 대한 논의와 시험에 대한 세부사항은 보고될 것이다.

6.1.4 비 기계적인 시험

비 기계적인 시험은 분석적 종속주기에 수행된다. 이것을 정당화하는 논의는 보고될 것이다.

6.2 습도 시험

6.2.1 일반적인 습도 시험

각 시료는 결선에 가시적인 습기 축적을 나타내기 위해서 적어도 48h동안 대기 중에 노출될 것이다. 시험 물체는 대략 상온($15^{\circ}C$ - $35^{\circ}C$)에 유지되어야 한다. 실제 시험 온도는 보고되어야 한다. 이 기간동안 전압은 시료에 가해져서는 안된다.

가시적이고 연속적인 습기 축적은 예를 들면 안개상자나 응축 장치에 의해 수행될 수 있다.

6.2.2 액체에 담금에 의한 습도 시험

이 시험은 밀폐된 시스템을 평가하는데 적합할 것이다. 연결 부위를 포함한 완벽한 시험 대상은 30분 동안 규정된 물[표면장력을 $25^{\circ}C$ 에서 $3.1mN/m(31 \text{ dyn/cm})$ 의 수치까지 떨어뜨리기에 충분한 농도로 비-이온 액화 요소를 포함]에 담귀질것이다.

담금 시험의 끝 부분에서 시험 대상이 아직 담금상태에 있는 동안 6.3.2에 명시된 것처럼 전압이 시험 대상에 가해질 것이다. 만약 원한다면 누수를 감지하기 위해 절연 저항 측정은 부가적인 시험으로 사용될 수 있다.

전압 시험에 이어서 시험품은 맹물에 한번 이상 담궈져야 한다. 그 물체들은 열화를 위한 종속주기와 이어질 시험 전에 하루 동안 건조될 것이다.

6.2.3 특수 습도 시험

이 특수 시험에 대한 논의와 시험에 대한 세부사항은 보고될 것이다.

6.2.4 비-습도 시험

비-습도 시험은 분석적 종속주기의 부분으로서 수행된다. 이것을 정당화하는 논의는 보고될 것이다.

6.3 전압 시험

시험 절편의 조건을 검사하고 시험의 끝에 이르렀는지 결정하기 위해 시험 전압이 인가될 수 있다.

전압 시험에 대한 절차와 실패에 대한 지시도는 K60034-18-1의 5.5.3에 주어져 있다.

6.3.1 일반적인 전압 시험

전압은 순차적으로 코일에서 몸체로 통상 그 순서로 인가될 것이다. 부가적으로 그것은 적합할 때 코일에서 코일로 인가될 수 있다.

습도 시험이 사용중일 때 상온에서 시험 절편이 아직 젖어있을 때 전력-주파수 시험 전압이 10분 동안 인가되어야 한다.

비-습도 시험이 사용중일 때 인가전압은 1분동안 인가된다.

코일에서 몸체까지 혹은 코일에서 코일까지의 시험에서의 전력-주파수 시험 전압의 수치는 $2 \times U_n$ 혹은 1000V를 넘어야 한다. U_n 은 시험하에서 절연 시스템의 최대 정격전압으로 정의되어 있다.

과도전류 장치가 사용되고 최소 5회의 정상적인 충전 전류에 이르는 것이 권장된다.

순차적인 시험에서 결선 설계와 동작 조건을 위한 적절한 전압이 K60034-15에 의해 선택되어야 한다.

6.3.2 침전 시험 절편의 전압 시험

$1.15 \times U_n$ 의 전력-주파수 시험 전압이 코일에서 몸체로 1분 동안 인가된다. 물은 시험동안 가득 차 있어야 한다.

6.3.3 특별 전압 시험

특별 전압 시험을 사용하는 것에 대한 논의와 그 시험에 대한 세부사항은, 그 사용된 시험 전압을 포함하

여 보고될 것이다.

6.3.4 비-전압 시험

만약 비-전압 시험이 행해진다면 6.4.2에 따라 또 다른 분석적 시험이 적용될 것이다. 전압 시험을 하지 않는 것에 대한 논의가 제공되어야 한다.

6.4 기타 진단 시험

적합할 때 다른 분석적 시험이 수행될 수 있다. K60034-18-1의 5.5.4를 참조.

6.4.1 이러한 분석적인 시험은 절연체의 특성의 비-파괴적 시험이다. 그것들은 시험절편의 일부 혹은 전체에 대한 다른 시험들 동안 수행된다. 측정된 특성의 변화를 감지함으로써 절연체의 경과 과정에 관한 많은 것들이 얻어질 수 있다.

6.4.2 끝-점 결정을 위해 사용되는 분석적 시험

만약 측정된 양에서의 특성 수치에서의 변화가 동작중에 전압 시험들에 의해 결정된 수명에 관련된다면 그 경우 그것은 부가적이거나 혹은 배타적인 끝-점에 대한 결정요소로 사용될 수 있다.

그러한 범주를 사용하는 것에 대한 논의들, 확립된 상관성, 그리고 시험에 대한 세부사항은 시험 등급을 포함하여 보고될 것이다.

6.4.3 다른 분석적이지 않은 시험들

분석적이지 않은 시험은 수행되지 않는다.

7 데이터의 분석, 보고 및 평가

7.1 데이터의 분석

경과 압력의 선택된 각 조합에 대해서 적합한 확립된 제한사항과 함께 평균, log 평균, 혹은 다른 실패에 이르는 특성 시간들이 결정되어야 한다. 선택된 자료 축소 방법을 사용하는 이유는 제공되어야 한다.

결과들은 다-요소 가속 요소의 로그수치에 대한 수명의 로그수치로 주어진 그래프로써 가시화 될 수 있다. 만약 가속 요소가 전기적인 그리고 열적 경과에 대해서 다르다면 5.1.4.2 혹은 5.1.4.3에 주어진 수정의 결과로서 사용될 수 있지만 방법은 제공되어야 한다.

7.2 보고

K60034-18-1의 5.6과 6.4의 보고양식과 관련된 절을 적합한 방식으로 준수하여야 한다.

7.3 평가

만약 그것의 수행이 7.1에 기술된 것과 같이 두 시스템의 그래프 사이에서의 비교 속에 주어진 시스템보다 매우 뛰어나거나 동등하다면, 후보 시스템을 위해 의도된 언급은 받아들여 질 수 있다.

현재 어떤 추정도 안정성 있게 고려되지 않는다.

부속서 A

(표준)

A.1 IEC 792-1과의 관계

IEC 792-1은 모든 경과 요소들에 대한 경과 효과의 동등한 가속 원칙의 응용을 권장한다. 이러한 가속들이 단-요소 경과 시험의 기초 하에서 평가되어야 한다는 것은 더욱더 권장된다.

비록 동등한 가속의 원칙이 이러한 기술적 보고서에서도 권장됨에도 불구하고 회전 기계 절연 시스템의 실제 시험에서 그것이 항상 적용가능하지 않다는 것이 인식되고 있다. 적어도 두 개의 효과는 다음과 같다.:

- 만약 열적 그리고 전기적 경과 요소들 간에 강한 상호작용이 존재한다면 그 경우 이러한 경과 요소들에 따른 실제 가속은 단-요소 열적 시험(K60034-18-31) 혹은 전기적 경과 시험(K60034-18-32)을 통해 측정된 것들과 다를 수 있다. 예비시스템과 참조 시스템이 이러한 상호작용의 연장선에서 차이를 보여 줄 수 있기 때문에 오차가 야기될 수 있다.

- 동등한 가속의 원칙의 구현은 경과 메카니즘에 급진적인 변화가 발생할 정도로 높은 스트레스 레벨에 이를 수 있다. 예를 들면 열적 불안정성에 기인한 갈라짐이나, 혹은 높은 유전체 손실에 기인한 국부적 열적 손실이 있다. 그러한 경과 메카니즘의 변화는 매우 광범위한 결과에 이를 수 있다.

A.2 상호작용의 특성

IEC 792-1은 두 개의 상호작용의 형태를 구별한다. : 직접적 그리고 간접적 상호작용

경과 요소들간에 직접적인 상호작용이 일어나는 경우 단지 하나의 경과 요소의 존재가 다른 경과 요소에 의해 발생하는 경과 작용에 영향을 미칩니다. 그 효과는 내구성을 향상시키거나 손상시킬 수 있다.

예를 들어 어떤 운모절연에서 전기적 시험 수명은 증가하는 온도와 더불어 증가하는 것으로 관측되어져 왔다. 관측은 역적 경과가 극히 낮은 정도로 낮은 온도에 제한된다. 높은 온도에서 온도증가는 그러한 절연 시스템에 있어서 열적 경과에 관한 전기적인 경과와 가속 효과 모두에 대해 효과를 가질 것이다.

직접적인 상호작용이 존재하는 경우 만약 그것들이 동작중 동시에 행동한다면 경과 요소들은 경과 시험 중에 동시에 적용되어야 한다.

비간접적인 상호작용의 경우 하나의 경과 요소에 의해 야기되는 경과 혹은 퇴보는 또 다른 경과 요소 때문에 경과 과정에 영향을 미치게 된다. 예를 들면 절연체의 열적 경과에 의해 생성된 미세한 갈라짐은 증가된 부분적 방전 효과를 야기시킬 수 있고, 전기적 경과 메카니즘에 있어서의 변화를 야기시킬 수도 있다.

비간접적인 상호작용만을 보여주거나 혹은 전혀 상호작용이 없는 경과 요소들은 경과 시험에서 동시에 혹은 순차적으로 적용될 수 있다. (비간접적)상호작용이 있는 순차적인 시험에서 주기는 전체 시험 기간에 비교해 봤을 때 짧아야 한다.

A.3 상호작용의 존재와 형태의 결정

더욱더 다요소 시험 절차를 발전시키기 위해서 상호작용의 질과 존재를 발견하는 단순한 방법이 여기에 기술되어 있다.

우선 다요소 내구성 시험을 위해 제작된 세 가지 동일한 종류의 시료를 취한다. 그리고 감지할 수 있는 수준의 열적 경과를 야기시키는 알려진 (그러나 너무 지나치지 않은 경과) 경과 온도와 경과 시간(L)을 선택한다. 유사하게 같은 기간(L)를 선택해서 전기적인 경과의 감지할만한 양을 야기시키는 알려진 전기적인 압력을 선택한다.

- a) 순차적으로 먼저 전기적인 경과 기간(L)을 그리고 열적 경과 기간(L)을 적용함으로써 첫 번째 종류를 경과시킨다.
- b) 순차적으로 먼저 열적 경과 기간(L)을 그리고 전기적 경과 기간(L)을 적용함으로써 두 번째 종류를 경과시킨다.
- c) 동시에 열적 그리고 전기적 경과기간(L)을 적용함으로써 세 번째 종류를 경과시킨다.

경과 기간이 지난 후에 시료의 상태를 나타내기 위해 시료를 적합하게 시험한다. 손실 탄젠트, 절연 저항, 무게 손실, 차원의 변화, 휨 정도와 같은 다양한 전기적 그리고 물리적 특성이 측정될 수 있다. 선택된 분석적인 요소들이 적용될 수 있다. 최종 시험에서 주절연 파괴 전압이 선택되어야 한다.

만약 1과 2 종류 사이에 큰 차이가 존재한다면 간접적인 상호작용이 열적 그리고 전기적 경과 요소들 간에 존재한다.

만약 3종류의 시험 결과가 1과 2종류의 결과의 평균과 명백히 상이하다면 직접적인 상호작용이 열적 그리고 전기적 경과 요소들간에 존재한다. 그림 1을 참조.

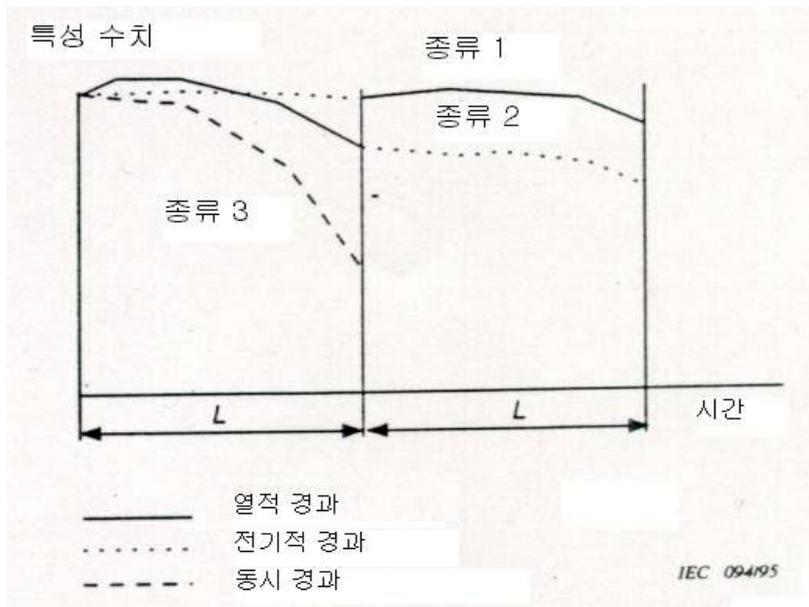


그림 1 - 상호작용 찾기

A.4 직접적 상호작용의 강도 측정

5.1.4로부터 정확한 대안을 선택하기 위해 만약 직접적 상호작용이 알려져 있다면 다음과 같은 시험이 적용되어야 한다.

- 단-요소 열적 경과 시험에서 수명 L_0 를 야기시키는 온도 T_0 를 선택한다.
- 상온, 단-요소 전기적 경과 시험에서 같은 수명 L_0 를 야기시키는 전압 U_0 를 선택한다.
- (T_0, U_M) 에서 동시적인 다요소 시험을 수행한다. 시험 수명 L_{TU} 를 얻는다.
- (T_M, U_0) 에서 동시적인 다요소 시험을 수행한다. 시험 수명 L_{UT} 를 얻는다.

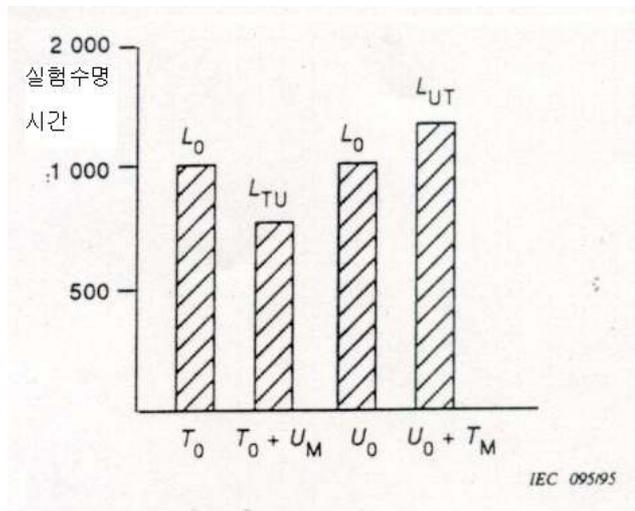


그림 2를 참조.

L_0 가 500에서 2000h 사이에서 선택되는 것이 권장된다.

그림 2 - 직접적 상호작용의 강도 측정

분석:

- 경우 - 만약 $L_{tu} < L_0$ 이면, 전압 압력이 열적 경과를 가속시킨다.
- 경우 - 만약 $L_{tu} > L_0$ 이면, 전압 압력이 역적 경과를 늦춘다.
- 경우 - 만약 $L_{ut} < L_0$ 이면, 온도가 전기적 경과를 가속시킨다..
- 경우 - 만약 $L_{ut} > L_0$ 이면, 온도가 전기적 경과를 늦춘다.
- 경우 - 만약 $L_{ut} > L_{tu}$ 이면, 전압 압력이 온도 경과를 가속시키는 것보다 더욱 더 온도가 전기적 경과를 가속시킨다.
- 경우 - 만약 $L_{tu} > L_0$ 이면, 온도가 전기적 경과를 가속시키는 것보다 더욱 더 전압 압력이 열적 경과를 가속시킨다.

만약 U_m 이나 T_m 중에 어떤 것도 L_0 와 비교했을 때, 시험 수명에서 명백한 변화를 야기시키지 않는다면 어떠한 상호작용도 발견되지 않는다. 그러나 만약 U_m 과 T_m 이 U_0 와 T_0 에 비교했을 때 각각 매우 낮다면 적합하게 더 높은 수치의 전압과 온도를 사용하여 시험은 반복되어야 한다.(예를 들면 $1.12 \times U_m$ 그리고 $T_m + 10^\circ\text{C}$)