

제정 기술표준원고시 제200 - 89호 (2001. 2 .20)
개정 기술표준원고시 제2003 -1060호 (2003. 9. 01)

전기용품안전기준

K 60464-2

[KS C IEC 2003]

전기절연용 바니시

제2부 : 시험방법

목 차

서문	2
1. 적용범위	2
2. 인용규격	2
3. 정의	3
4. 시험방법상의 일반적인 주의사항	4
5. 건조되지 않거나 경화되지 않은 바니시에 대한 시험 방법	6
5.1. 인화점	4
5.2. 밀도	4
5.3. 점도	4
5.4 비 휘발 성분의 함유량	4
5.5 회석력	4
5.6 개방된 용기에서의 바니시 안정도	5
5.7 두꺼운 층에서의 건조와 경화	5
5.8 에나멜 권선에서의 바니시 효과	7
6. 건조되거나 경화된 바니시에 대한 시험 방법	7
6.1 시험 시료	7
6.2 기계적 특성	9
6.3 열적 특성	9
6.4 화학적 특성	10
6.5 전기적 특성	12
그림 1. 체적저항 시험 장치	15
그림 2. 전극 배열의 예	16
표 1. 상부의 상태	6
표 2. 하부의 상태	6
표 3. 내부의 상태	7

전기 절연용 바니시

-제2부: 시험 방법

KS C IEC
60464-2:2003
(IEC 60464-2:2001, IDT)

Varnishes used for electrical insulation Part 2: Test methods

서문 본 규격은 2001년에 제2판으로 발행된 IEC 60464-2 (Varnishes used for electrical insulation - Part 2: Test methods) 을 번역해서 기술적인 내용 및 규격서의 서식을 변경하지 않고 작성한 한국 산업 규격이다.

1 적용범위

KS C IEC 60464의 본 부는 전기절연용으로 사용되는 바니시의 시험방법에 대해 다룬다. 또한, 바니시가 건조나 경화되기 전에 적용되는 시험방법과 바니시가 건조나 경화된 후에 적용되는 시험방법을 포함한다.

2 인용규격

다음의 규격은 이 규격에 인용함으로서 이 규격의 규정일부를 구성한다. 이러한 인용규격은 그 최신 판을 적용한다.

IEC 60050(212):1990, IECV-212장 : 절연용 고체, 액체, 기체

IEC 60068-2-10:1998, 환경 시험 - 제2부 - 시험 J와 지시사항: 주형 성장

KS C IEC 60216(전 부분), 전기 절연 재료의 내열특성 측정에 관한 가이드

KS C IEC 60243□1:1998, 절연재료의 절연내력-시험방법-1부:상용주파수 시험

IEC 60250:1969, 미터파장을 포함한 상용, 가정, 무선주파수에서 전기절연재료의 유전율, 유전체 손실을 측정방법

IEC 60296:1982, 변압기와 개폐기의 미사용 미네랄 절연유에 대한 요구사항

IEC 60464(전 부분), 전기 절연용 바니시

IEC 60641□3□1:1992, 전기용 프레스보드와 프레스종이에 대한 규정 3부:개별 재료에 대한 규정 1절:프레스보드(B.0.1, B.2.1, B.2.3, B.3.1, B.3.3, B.4.1, B.4.3, B.5.1, B.6.1, B.7.1형)에 대한 요구사항

IEC 60851-4:1996, 권선용 동선의 시험방법 - 제4부: 화학적 특성

IEC 61033:1991, 에나멜권선 기관용 함침제의 접착강도 측정방법

IEC 61099:1992, 전기용 미사용 유기합성 에스테르에 대한 요구사항

ISO 291:1997, 플라스틱- 전처리와 시험을 위한 표준대기

ISO 558:1980, 전처리 및 시험- 표준대기-정의

ISO 1144:1973, 직물류- 선형밀도 명칭에 대한 유니버설 시스템(Tex 시스템)

ISO 1513:1992, 페인트 및 바니시- 시험을 위한 샘플의 검사 및 준비

ISO 1514:1993, 페인트 및 바니시- 시험을 위한 표준 패넬

ISO 1519:1973, 페인트 및 바니시- 굴곡시험(실린더형 굴대)

ISO 1520:1999, 페인트 및 바니시- 커핑 시험

ISO 1523:1983, 페인트, 바니시, 석유 및 관련제품- 인화점 결정- 차단 컵 평형 방법
 ISO 2078:1993, 유리 직물류- 뜨개질-명칭
 ISO 2113:1996, 강화섬유- 짜여진 직물-사양의 기초
 ISO 2431:1993, 페인트 및 바니시- 유동컵을 이용한 유동시간의 결정
 ISO 2555:1989, 플라스틱- 액체상태 수지 또는 유제, 산포-Brookfield시험방법에 의한 겔보기 점도의 결정
 ISO 2578:1993, 플라스틱- 열에 장기간 노출 후의 시간-온도의 결정
 ISO 2592:2000, 석유제품- 플래시와 발화점의 결정-클리브랜드 개방 컵 방법
 ISO 2808:1997, 페인트 및 바니시- 필름 두께의 결정
 ISO 2811(전 부분), 페인트 및 바니시- 밀도의 결정
 ISO 2812-1:1993, 페인트 및 바니시- 액체에 대한 저항의 결정-제1부:일반적 방법
 ISO 3219:1993, 플라스틱- 액체상태나 유제, 산포에서의 폴리머/수지-정의된 절단률의 순환 점도계를 사용한 점도 결정
 ISO 3251:1993, 페인트 및 바니시- 페인트 및 바니시와 이에 대한 결합제의 비휘발성 물질의 결정
 ISO 3679:1983, 페인트, 바니시, 석유 및 관련제품- 플래시포인트의 결정-빠른 평형 방법
 ISO 15528:2000, 페인트와 바니시에 대한 페인트, 바니시와 원재료 - 샘플링

3 정 의

KS C IEC 60464의 본 부에 대해 다음의 정의뿐만 아니라 KS C IEC 60464-1과 IEC 60050(212)의 용어 정의도 적용한다.

3.1 체적 저항 (volume resistance)

표면 전류를 제외한 체적을 통한 전도에 기인하는 절연 저항.

3.2 체적 저항률 (volume resistivity)

단위체적 당 값으로 환산한 체적 저항.

3.3 유전 손실율 (dielectric dissipation factor : $\tan\delta$)

복소 유전률의 실수부에 대한 허수부의 비율을 숫자로 나타낸 값.

3.4 상대 유전율(relative permittivity : ϵ_r)

전기적 상수에 대한 절대 유전율의 비율.

비고 - 실제 공학 상에서 보통 상대 유전율을 언급할 때 '유전율'을 의미한다..

4 시험 방법상의 일반적인 주의 사항

관련된 규격 또는 측정방법에서 명시되지 않는 한, 모든 시험은 $(25\pm4)^{\circ}\text{C}$ 온도범위, 상대습도는 45%~70% 범위의 대기상태에서 수행된다. 측정 전에는 이러한 대기상태 하에서 샘플 또는 시험 시료가 안정화 되도록 충분한 시간동안 전 처리한다. 액체나 페이스트 형태에서 샘플을 얻는 경우, ISO 15528이 적용된다. 시험을 위한 샘플 준비에 대해서는 ISO 1513이 적용된다.

비고 - 표준대기에 대한 용어정의는 ISO 558을 보면 된다. 위에 명시된 시험 대기는 ISO 291에 명시된 두 표준 대기중 어느 것에도 부합되지 않고 그들의 허용오차를 포함하는 범위 모두를 포함하는 것이다.

일반적으로, 모든 시험 방법에 대한 요구 사항은 설명서에 주어져 있다. 그리고 그림은 시험의 수행에 있어 하나의 가능한 장치를 설명하기 위한 것이다. 본 규격과 IEC 60464-3의 내용이 다를 경우 후자를 따른다.

다른 규격이 시험 방법에 적용될 때, 그 규격의 기준이 보고서에 포함된다.

5 건조되지 않거나 경화되지 않은 바니시에 대한 시험 방법

5.1 인화점(Flashpoint)

79°C이상의 인화점에 대해서는 ISO 2592에 주어진 방법을 따른다. 79°C미만의 인화점에 대해서는 ISO 1523에 주어진 방법이 그 규격의 부속서A에 설명된 밀폐 컵 장치와 함께 사용된다. ISO 1523은 ISO 3679와 함께 인용된다.

두 개의 분리된 샘플에서 2회의 측정이 이루어지고, 인화점에 대한 두 결과가 보고된다.

5.2 밀도

ISO 2811에 주어진 방법을 따른다. 2회의 측정이 이루어지고, 밀도에 대한 두 결과가 보고된다.

5.3 점도

점도는 $23 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 의 온도에서 점도는 적합한 장치로 측정한다. 만약 회전형의 장치가 사용된다면 그것은 ISO 2555(Brookfield type)나 ISO 3219(정의된 절단응률에서 작동하는 형태)를 따른다. 만약 유출형태의 장치가 사용되면 시험방법과 유동컵은 ISO 2431을 따른다.

2회의 측정이 이루어지고, 점도에 대한 두 결과가 보고된다.

5.4 비 휘발 성분의 함유량

ISO 3251에 주어진 방법을 따른다. 2회의 측정이 이루어지고, 비 휘발 성분의 함유량에 대한 두 결과가 보고된다.

5.5 희석력

흐림이나 분리가 관찰될 때까지 바니시에 첨가되는 용제나 희석액의 양에 의해 희석력이 표현된다.

5.5.1 과 정

(50 ± 1)ml의 바니시 샘플을 250ml의 유리 실린더에 따른다. 흐림이나 분리가 관찰될 때까지 공급자와 구매자가 동의한 용제나 희석액을 지정된 양으로 이를테면 (10 ± 0.2)ml로 첨가한다. 첨가 후, 유리 실린더의 내용물이 균일하게 섞이도록 휘젓고, 5분에서 10분 동안 그대로 둔다.

5.5.2 결 과

1회의 측정이 이루어지고 용제와 희석액의 종류와 흐림이나 분리가 없을 때 첨가된 용제와 희석액의 부피%가 보고된다.

5.6 개방된 용기에서의 바니시 안정도

개방된 용기에서의 안정도는 96 ± 1 시간(4일)동안 $(50 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 후에 점도의 변화로 표현된다.

5.6.1 기 구

요구사항이 없는 한, 다음의 장비가 사용된다.

- 7cm에서 8cm의 직경을 가지고 9cm에서 10cm의 높이를 가진 유리 실린더.
- 강제적인 공기순환 없이, 시간당 6에서 8회의 비율로 환기가 되는 오븐.

5.6.2 과 정

바니시 샘플의 점도는 $(23 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 에서 5.3항을 따라 측정된다. 그 후 $(150 \pm 1\text{g})$ 의 바니시를 유리 실린더에 넣어 무게를 재고, $(50 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 로 유지되는 오븐에 넣는다. 매 24시간마다 공급자와 구매자가 동의한 일정 양의 용제나 희석액을 기화로 인하여 손실된 것을 보충하기 위해 첨가하고, 바니시와 적당히 섞이도록 한다. 96시간 후에 똑같은 과정이 모두 이루어졌을 때, 바니시의 점도는 $(23 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 에서 5.3항에 따라 측정된다.

5.6.3 결 과

1회의 측정이 이루어지고 용제와 희석액의 종류뿐만 아니라 온도 노출 전과 후의 점도가 보고된다.

5.7 두꺼운 층에서의 건조와 경화

두꺼운 층에서의 건조와 경화는 시료의 상부, 하부, 그리고 내부의 경화 후의 상태에 의해 표현된다.

5.7.1 기 구

다음의 장비가 사용된다.

- $(95 \pm 1)\text{mm}$ 의 길이를 가지고, 0.1mm에서 0.5mm의 두께를 가진 평평하고 매끈한 사각형태의 알루미늄箔(foil) 조각.
- $(45 \pm 1)\text{mm}$ 의 길이를 가지고, $(25 \pm 1)\text{mm}$ 의 두께를 가진 사각 형태의 금속이나 고형물질.
- 강제 공기순환과 시간당 최소 8회의 환기가 가능한 오븐. 오븐은 시료 건조와 경화를 위해 설계된 형태이어야 한다.

5.7.2 과 정

알루미늄箔 조각은 적당한 방법에 의해 세척되어야 하고 약 45mm의 길이로 사각형의 몰드를 만들기 위해 형상을 따라 접혀져야 한다. 바니시 샘플의 질량 $m = 810 \rho/X$ 은 몰드로부터 0.1g까지 무게를 잰다.

m : 샘플의 질량 (g)

ρ : 밀도 (g/cm^3)

X : 비 휘발성 성분 (%)

공급자와 구매자가 동의한 온도와 시간에서 건조 또는 경화 후에, 알루미늄箔은 제거된다.

비고 - 알루미늄 포일을 제거한 후, 위의 방정식에서 810cm²의 계수를 사용하는 것은 약 4mm의 시료의 두께에서 확실한 결과를 가진다.

5.7.3 과 정

시료는 상부, 하부, 그리고 내부의 상태의 설명으로 평가되고, 외형과 표 1,2,3에 주어진 기호에 의한 끈적함에 대한 언급에 의해 표현된다.

표 1 상부의 상태

상태	기호
매끈함(Smooth)	S 1
주름짐(Wrinkled)	S 2

표 2 하부의 상태

상태	기호
끈적하지 않음 (Non-tacky)	U 1
끈적함(Tacky)	U 2

끈적함은 6.4.1항에 따라 측정된다.

표 3 내부의 상태

상태	기호	X
경질의(Rigid)	I 1.X	
각질의(Horny machinable)	I 2.X	
가죽 같은(Leather-like)	I 3.X	
고무 같은(Rubber-like)	I 4.X	
겔 같은(Gel-like)	I 5.X	
액체(Liquid)	I 6.X	
시료 내부에		
- 기공()이 없을 때		1
- 5개 이하의 기공이 있을 때		2
- 5개 보다 기공이 많을 때		3

내부의 상태에 대한 언급에는 내부가 균일한지, 그렇지 않은지에 대한 내용도 추가된다.

비고 - 기계적 특성을 설명하는데 시료를 자르거나, 손가락으로 시료를 굽히거나 칼을 사용할 필요가 있을 수 있다.

5.7.4 결 과

두 개의 시료가 시험되고, 두꺼운 층에서의 건조와 경화에 대한 2회의 결과가 보고된다.

예 - 매끈한 상부와 끈적하지 않은 하부를 가지고, 가죽 같고 균일하고 3개의 기공을 가진 시료에 대해, 결과는 다음과 같이 설명된다.: S 1 - U 1 - I 3.2 - uniform.

5.8 에나멜 권선에서의 바니시 효과

에나멜 권선에서의 바니시의 효과는 IEC 60851-4을 따르는 끝은 선 조각에 대해 바니시 처리 후 선의 코팅의 연필 정도에 의해 표현된다.

3개의 끝은 선 조각이 시험되고 연필 정도의 3회의 결과가 보고된다.

6 건조되거나 경화된 바니시에 대한 시험 방법

건조 또는 경화된 후의 물질은 기판(substrate)에 바니시 코팅한다.

6.1 시험 시료

시료의 개수와 기판의 종류는 각각의 시험방법, IEC 60464-3의 관련 요구사항을 따르거나 공급자와 구매자의 동의에 따른다. ‘시험 시료’ 용어는 관련 시험방법에서 요구하는 함침(impregnation)이나 건조 또는 경화된 바니시 코팅의 기판과 관련된다. 다음의 원문에서 시험 시료(test specimen)는 시료(specimen)를 가리킨다.

만약 강철 패넬이나 유리 섬유가 기판으로 요구된다면, 그들은 각각 6.1.1과 6.1.2를 따른다.

6.1.1 강철 패넬

특별한 언급이 없는 한, 두께 (0.125 ± 0.0010) mm, 길이 (100 ± 5) mm 폭 최소 80mm의 경우를 제외하고는 ISO 1514를 따르는 강철 패넬을 사용한다. 패넬의 준비와 세척은 ISO 1514에서 제안된 방법을 따른다. 강철 패넬은 6.1.3을 따라 코팅한다.

비고 - ISO 1514에서, 예를들어 강철, 양철판, 알루미늄 또는 유리의 패넬이 페인트와 바니시의 기판으로 권장된다. 과거에는, 구리 패넬의 사용이 제안되었다. 그러나 일반적으로 강철 패넬이 처리하고 사용하는데 적합하고 편리하다는 것이 밝혀지게 되었다. 표준화를 위해, 절연용 바니시와 (용제 프리) 함침용 수지에 사용되는 패넬의 종류를 동일하게 하였다. 불포화 폴리에스테르 함침용 수지에 대해, 구리는 반응억제제 또는 촉진제의 역할을 할 수 있어 구리 패넬은 제외되었다.

6.1.2 직물 유리 섬유(Textile glass fabric)

특별한 언급이 없는 한, ISO 2113을 따르는 각각의 씨실(weft)과 날실(warp)에 대해 (21 ± 3) 의 뜨개실과 $40\text{g/m}^2 \sim 60\text{g/m}^2$ 의 질량을 가지는 평직 유리 섬유가 사용된다. 이 유리 섬유에 사용되는 뜨개실은 씨실과 날실에 동일하고 ISO 2078에 따라 EC5, EC6, 또는 EC7이 사용된다.

예 1

EC5 5.5×2 S 150 (정식명칭 EC5 5.5 Z 40 ×2 S 150)의 뜨개실은 ISO 2078의 EC5 5.5 Z 40을 따르는 연속적인 단섬유(filament) 뜨개실로 구성되고 미터 당 150번 꼬여지고 두 개의 동일 성분을 가진 둘둘 말린 뜨개실이다. 이러한 형태는 두께가 $5\mu\text{m}$ 이고, 미터 당 40번 꼬여진 연속적인 단섬유로 만들어진다. 단일 뜨개실의 선형 밀도는 5.5tex이다. “E”는 “good electrical property”를 나타내고, “C”는 “continuous filament”를 나타낸다. 문자 “S”와 “Z”는 꼬인 방향의 반대 방향을 가리킨다. “Tex”는 연속적인 단섬유 직물 시스템의 선형 밀도(mg/m)의 측정이다.(ISO 1144참조)

예 2

EC5 11형태의 뜨개실은 ISO 2078을 따르는 연속적인 단섬유이다. 이러한 형태는 두께가 5 μ m인 연속적인 단섬유로 만들어졌다. 뜨개실의 선형 밀도는 11tex이다.

유리 섬유는 열처리를 통해서 원 크기의 0.1%보다 작게 크기를 줄인다. 유리 섬유는 0.5%보다 작은 알칼리 성분을 가져서 ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} < 0.5\%$) 실제로 알칼리화 되지 않은 유리로 만들어진다. 유리 섬유로부터 약 180mm×280mm의 조각을 잘라낸다.

취급을 쉽게 하기 위해, 예를 들어 IEC 60641-3-1에 따라 B.2.1형태의 프레스보드 조각이 유리 섬유의 각 조각의 가장자리에서 더 작은 부분에 고정된다. 이들 조각의 치수는 약 250mm×15mm×0.7mm이다. 유리 섬유는 6.1.3에 따라 코팅되거나 함침된다. 건조 또는 경화 후, (100±1)mm×(100±1)mm 크기의 두 시료를 각각의 조각에서 자른다.

6.1.3 시험 시료의 준비

기판의 함침 또는 코팅은 IEC 60464-3의 관련 요구사항과 각각의 시험방법을 따르거나, 공급자와 구매자의 동의에 따른다. 이것은 함침 또는 코팅에 과정에 따른 온도와 시간, 배출 기간과 경화 상태에 따른 온도와 시간 또는 온도-시간 프로그램, 그리고 가열냉각과 냉각을 포함한다.

특별한 언급이 없는 한, 기판은 바니시에 수직으로 기판 표면에 기공이 붙지 않도록 천천히 담근다. 기판은 최소 5분동안 바니시에 담그고, 2mm/s보다 빠르지 않은 속도로 일정하게 바니시에서 뺀다.

시료를 10분에서 15분 동안 바니시가 흘러 내려가게 하고 동의된 일정에 따라 건조 또는 경화시킨다. 또한, 시료가 수직방향인 상태에서 배출되고, 건조와 경화된다. 건조와 경화시, 넓은 표면을 가지고 상당한 양의 용제의 증발이 있을 페인트와 바니시 처리된 부분의 건조를 위해 오븐은 특별히 설계된 것을 사용한다. 반대 방향으로 시료를 담그고 배출하고 건조·경화함으로써 코팅 또는 함침 과정을 반복한다.

만약 코팅의 두께가 지정된 값 이하이면, 각각의 계속되는 처리에 대해 방향을 달리해서 시료를 담근다. 만약 코팅의 두께가 지정된 값을 초과하면, 공급자의 지시사항에 따라 바니시가 희석된다.

비고 - 시료를 바니시에서 꺼낼 때 꺼내는 속도를 증가하면 코팅의 두께가 증가한다.: 속도를 줄이면 코팅의 두께도 줄어든다.

6.1.4 코팅의 두께

바니시의 건조나 경화 후의 코팅의 두께는 ISO 2808에 언급된 방법들 중 하나로 측정된다. 강철 패널에서의 코팅은 패널 양면 중 한면이 0.050mm~0.080mm이어야 한다.

6.2 기계적 특성

6.2.1 굴곡 시험 (원통형 굴대 cylindrical mandrel)

형태 1의 장치를 이용하여 ISO 1519에 주어진 방법을 사용한다. 6.1.1을 따르는 두 개의 코팅된 강철 패널이 시험된다. 관련 규격의 요구사항이나 공급자와 구매자의 동의에 따라 굴대 둘레를 따라 구부린 후, 시료에 갈라짐이 있는지 눈으로 검사한다. 시험의 결과는 관찰된 갈라짐의 정도로 표현된다.

코팅의 두께와 굴곡 시 사용된 굴대의 직경은 2회의 결과와 함께 보고된다.

6.2.2 흡각 시험 (cupping test)

ISO 1520의 방법이 사용된다. 6.1.1을 따르는 두 개의 코팅된 강철 패널이 시험된다. 시험의 결과는 움푹 들어간 곳의 깊이와 갈라짐의 정도로 표현된다. 코팅의 두께가 2회의 결과와 함께 보고된다.

6.2.3 대기 온도에서의 결합 세기

IEC 61033에서 주어진 방법 A의 비틀어진 코일 시험(twisted coil test)이나 방법 B의 나선형 코일 시험(helical coil test)가 사용된다. 5개의 시료가 시험된다. 기관으로 사용된 에나멜 권선의 종류와 5회의 결과가 보고된다.

6.3 열적 특성

6.3.1 온도 상승 시의 결합 세기

IEC 61033에서 주어진 방법 A의 비틀어진 코일 시험(twisted coil test)이나 방법 B의 나선형 코일 시험(helical coil test)가 사용된다. 시험 온도는 IEC 60464-3의 관련 요구사항이나 공급자와 구매자의 동의에 따른다. 5개의 시료가 시험된다. 기관으로 사용된 에나멜 권선의 종류와 5회의 결과가 보고된다.

6.3.2 온도 지수

비고 - 온도 지수는 종말점의 기준이나 시험의 선택에 의존적이어서 전기 절연재료의 전형적인 특성으로 고려하지는 않는다. 그래서 동일한 물질이나 하나의 물질에 대해 온도 지수의 결과는 80K까지 차이가 날 수 있다.

6.3.2.1 시험 시료

시험 기준 질량 감소나 절연파괴 전압이 적용되는 곳에는 6.1.2를 따르는 시험 시료가 사용된다.

6.3.2.2 과 정

KS C IEC 60216에 주어진 방법이 사용된다. 시험과 종말점 기준은 IEC 60464-3의 관련 요구사항이나 공급자와 구매자의 동의에 따른다. 2개의 시험 기준이 사용된다. 각 시험 기준에 대해 최소 3회의 노출 온도가 적용된다. 계속되는 두 노출 온도의 차이는 20K를 초과하지 않는다. 만약 상호 계수가 0.95보다 작으면, 한 세트 이상의 시료가 원래 선택된 온도와 다른 노출 온도에서 시험된다.

비고 1 - ISO 2578은 KS C IEC 60216의 원칙에 근거한다. 온도지수 시험을 계획하고 진행하는데 또는 결과를 계산하는데 필요하지 않은 모든 정보를 삭제함으로써, ISO 2578은 실험실에서 사용하기에 간단하고 실용적이다.

시험 기준 질량 감소가 적용된 경우, 세 개의 시료가 각각의 노출 온도에서 시험된다. 시험 기준 절연파괴 전압이 적용된 경우, 한 개의 시료가 가 열 노출 기간 후에 시험된다.

비고 2 - 선택된 노출 온도에서 시료의 종말점까지의 시간에 따라, 노출 기간은 예를 들어 1, 2, 4, 8, 16, 32주가 될 수 있다. 그 결과, 각 노출 온도에 대해 4개 이상의 시료를 제공하는 것을 권장한다.

절연파괴 전압은 6.5.3에 따라 시험되고, 각 시료는 약 5회에서 8회의 측정이 허용된다.

6.3.2.3 결 과

각 시험 기준에 대해, 준비의 형태와 시료의 종류와 치수, 각 시험에 대한 시료의 개수, 노출 온도와

결과가 관련 인용 규격과 함께 보고된다. 각각의 시험 결과는 각 노출온도에 대한 파괴(failure)까지의 시간, 파괴(failure)까지의 시간을 로그 함수로 나타내어 그 특성값을 보여주는 그래프, 열 내구성 그래프 종이 상의 열 내구성 그래프(first order regression), 온도 지수, 상호 계수를 포함한다.

6.4 화학적 특성

6.4.1 끈적함

끈적함은 건조 또는 경화된 바니시 코팅의 표면에 여과지 조각이나 그 일부분이 접촉된 것에 의해 표현된다.

6.4.1.1 장 비

다음의 장비가 사용된다.

- (500±10)g의 질량과 한쪽 끝이 (20±0.5)mm의 직경의 접촉 표면을 가진 원통형 추
- (5±0.5)mm의 두께와 (20±0.5)mm의 직경을 가진 연질 고무 디스크
- (92±9)g/m²의 질량과 (205±30)μm의 두께와 0.45g/cm³의 공칭 밀도와 11s/300ml의 다공도(porosity)를 가진 표백한 면으로 만든 여과지

6.4.1.2 시험 시료

6.1.1을 따르는 코팅된 강철 패널

6.4.1.3 과 정

여과지 조각은 시료 위에 위치하고 중재층으로 고무디스크를 사용하여 원통형 추를 1분동안 올려 놓는다. 추를 제거한 후, 다음을 조사한다.

- 여과지가 약간의 진동이나 중력에 의해 시료로부터 떨어지는 경우, 시료의 표면은 끈적하지 않다(non-tacky)고 할 수 있다.
- 여과지가 약간의 진동이나 중력에 의해 시료로부터 떨어지지 않는 경우, 여과지를 건드렸을 때 여과지 섬유가 시료 표면에 붙어있는 것 없이 떨어지는 경우, 시료의 표면은 끈적하지 않다(non-tacky)고 할 수 있다.
- 여과지가 시료에 붙어있고 여과지를 제거한 후 상당한 수의 여과지 섬유가 시료 표면에 붙어있는 경우, 시료의 표면은 끈적하다(tacky)고 할 수 있다.

6.4.1.4 결 과

두 강철 패널이 시험되고 2회의 끈적함에 대한 결과가 보고된다.

6.4.2 물을 포함한 액체에 대한 저항

ISO 2812-1에 주어진 방법 1의 절차 A를 따른다. 특별한 언급이 없는 한, 시험 용액의 온도는 (23±2)°C로 하고 침수 시간은 (168±1)시간(7일)으로 한다. 6.1.1을 따르는 두 개의 코팅된 강철 패널을 시험한다. 각 패널의 코팅 두께, 시험 용액의 종류와 2회의 결과가 보고된다. 결과는 외관의 변화, 기포, 끈적함, 또는 저하(deterioration)의 또 다른 징후를 포함한다.

6.4.3 용제의 증발에 대한 저항

용제의 증발에 대한 저항은 용제의 증발에 노출한 후 시료의 상태에 의해 표현된다.

6.4.3.1 장 비

다음의 장비가 사용된다.

- 높이 약300mm×폭 약300mm×길이 약500mm의 치수와 적당한 크기의 유리 평면 조각을 덮개로 하는 유리 용기
- 약 40mm의 높이와 유리 용기의 바닥 면의 약 1/3의 바닥 넓이를 가진 원통형 유리 항아리
- 용제의 수면 위에 시료가 있도록 지지할 수 있는 적당한 장비

6.4.3.2 실험 용제

특별한 언급이 없는 한, 다음의 용제가 시험에 사용된다.: 아세톤, 크실렌, 헥산, 메탄올, 탄소 2황화물

6.4.3.3 실험 시료

6.1.1을 따르는 코팅된 강철 패넬

6.4.3.4 과 정

원통형 유리 항아리에 대략 항아리 높이의 반까지 물을 채우고 시험 용제를 높이 20mm까지 채운 유리 용기의 바닥에 유리 항아리를 내려놓는다.

아세톤과 메탄올을 용제로 사용하는 경우, 상당한 양의 증온 증류를 피하기 위해 원통형 유리 항아리에 물과 각각의 용제를 1:1로 섞어 채운다.

시료는 수직상태에서 시료의 길이방향이 수평선에 평행하게 하고 시험 용제의 표면 위 150mm에 시료의 하부 끝단이 있도록 지지된다. 그 다음 유리 판으로 유리 용기를 덮는다. 노출 시간 동안 액체가 완전히 증발되지 않도록 하고 필요하다면 보충한다. 시험 용제의 온도는 $(23\pm2)^{\circ}\text{C}$ 로 하고 노출 시간은 (168 ± 1) 시간(7일)으로 한다. 시료를 용기에서 꺼낸 후, 외관의 변화, 기관에 대한 접착성 감소, 벗겨짐, 유출(drainage), 기포, 끈적함, 또는 저하(deterioration)의 또 다른 징후를 검사한다.

두 개의 시료가 각각의 용제에서 시험된다. 각 패넬의 코팅 두께, 시험 용제의 종류와 2회의 결과가 보고된다. 결과는 외관의 변화, 기관에 대한 접착성 감소, 벗겨짐, 유출(drainage), 기포, 끈적함, 또는 저하(deterioration)의 또 다른 징후를 포함한다.

6.4.4 주형 성장에 대한 저항

IEC 60068-2-10에 명시된 방법이 사용된다. 6.1.1을 따르는 코팅된 강철 3개가 시험되고 3회의 주형 성장에 대한 저항의 결과가 보고된다.

6.5 전기적 특성

6.5.1 체적 저항률에 대한 물의 침수 효과

IEC 60093에 명시된 방법이 사용된다. 만약 시험 하의 물질에 대해 IEC 60093이 적합하지 않으면, 아래의 방법이 사용된다.

6.5.1.1 장비

다음의 장비가 사용된다.:

- 상업적으로 이용되는 $\pm 10\%$ 의 정확도를 가지는 테라-저항계(tera-ohmmeter)
- 약 0.015MPa의 압력을 시료에 제공할 수 있는 질량을 가지고 있고, 적어도 60mm 직경의 전압 전극(상부 전극)으로 사용되는 금속 실린더

- 상부전극과 같은 직경을 가지고, 1000Ω의 최대저항에 3mm~5mm 두께를 가지고, 65~85 shore A 경도를 가지는 두 전도성 고무 디스크
- 약 70mm의 높이이며 상부 전극과 같은 직경을 가진 메탈실린더(하부 전극)

6.5.1.2 시험 시료

6.1.1을 따르는 코팅된 강철 패널

6.5.1.3 과 정

시험 장치는 두 금속 실린더 사이에 중재층 역할의 고무 디스크를 놓은 시료로 구성된다. 그림 1을 보면 시험을 위한 장치를 볼 수 있다. D.C. 시험 전압은 1000V/mm 보다 크지 않는 전기장 세기를 제공할 수 있도록 조정해야 한다. 시료는 탈염()수에 담그기 전과 후에 시험한다. 언급되지 않는 한, 물의 온도는 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 이고 침수 시간은 (168 ± 1) 시간(7일)이다.

물에 담근 후 시료를 물에서 꺼내어 여과지 사이에 넣어 과도한 물기를 제거한 후 즉시 시험 장치를 설치한다. 저항 측정은 시험 장치를 설치한 후 (15 ± 1) 분에 행한다. 측정값은 대전() 후 (60 ± 5) 초에 읽는다.

예를 들어, 상부전극의 직경이 60mm인 경우의 저항률 계산은 아래와 같다

$$\rho = (2.83 \times R) / (d_1 + d_2)$$

ρ : 저항률(Ωm)

d_1 : 패널 상면의 코팅 두께(mm)

d_2 : 패널 하면의 코팅 두께(mm)

R : 측정 저항(Ω)

다른 상부전극 직경 D에 대한 값은 2.83대신 아래를 넣으면 된다.

$$2.83D^2/3600 \text{ (D의 단위는 mm)}$$

6.5.1.4 결 과

3개의 시료를 시험한다. 패널 양면의 코팅 두께, 전극의 직경, 사용된 시험 전압과 침수 전·후로 3회의 결과를 적용된 규격과 함께 기록한다. 결과는 체적저항과 체적저항률을 포함한다.

6.5.2 유전 손실율($\tan\delta$)와 상대 유전율(ϵ_r)

IEC 60250에 명시된 방법이 사용될 것이고 만약 시험 상의 물질에 대해 IEC 60250이 적용되지 않는다면 아래의 방법이 사용된다.

6.5.2.1 장 비

유전 손실율($\tan\delta$), 상대 유전율(ϵ_r)을 측정할 수 있는, 상업적으로 사용하며 적절한 임피던스미터를 사용한다.

6.5.2.2 시험 시료

6.1.1을 따르는 코팅된 강철 패널

6.5.2.3 과 정

하부전극으로 코팅된 패널의 금속 박판이 사용된다. 상부전극은 적어도 40mm의 직경을 가져야 하고 차폐 전극에 의해 둘러 쌓이거나 그렇지 않을 수 있다. 상부전극은 하부전극의 가장자리에서 최소 10mm 정도 떨어져 하부전극의 중심에 위치한다. 전극들은 흑연 또는 은과 같은 전도성 물질을 칠함으로써 만들어지거나 0.005mm 이하 두께의 금속박을 오일 방울이나 다른 적당한 과정에 의해 접착시켜 만든다.

명시되어 있지 않는 한, 시험은 1kHz 주파수의 정현파 시험전압으로 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 실행한다. 시료의 연결은 시험장치의 매뉴얼을 따른다.

6.5.2.4 결 과

두 개의 시료를 시험한다. 각 패널의 코팅 두께, 시험온도, 사용 전극, 시험전압, 사용된 주파수와 2회의 결과가 적용된 규격과 함께 보고된다. 보고서는 유전 손실율과 상대 유전율을 포함한다.

6.5.3 파괴전압과 절연 내력

파괴전압은 KS C IEC 60243-1에 의해서 측정된다. 만약 시험 상의 재료에 KS C IEC 60243-1을 적용할 수 없다면 4항과 6항은 아래와 같이 수정된다.

6.5.3.1 전 극

전극 배열은 구상-판상(ball-to-plate)전극 형태가 된다. 고압전극은 $(10 \pm 0.0005)\text{mm}$ 의 반경을 가지고 0.001mm 보다는 작은 표면 거칠기를 지닌 잘 연마된 강철 구로 이루어진다. 볼 베어링(classⅢ)에 사용하는 것처럼 연마된 강철 구는 쉽게 응용할 수 있고 목적에도 적합하다.

코팅된 금속 박판이 접지 전극으로 사용되며, 또한 반경 $(3 \pm 0.1)\text{mm}$ 의 둥근 가장자리를 지니고 $(75 \pm 1)\text{mm}$ 의 직경을 가지고 접지와 연결된 판 위에 놓여진다. 완전한 시험배열은 그림 2에서 볼 수 있다.

비고 - 구상-판상 전극 정렬은 판상-판상으로 설치된 전극과 비교해서 구 전극의 반경과 시료의 두께에 따라 약간 증가된 절연 내력을 보일 것이다. 예를 들면, 10mm의 반경과 0.1mm의 두께에 대해, 판상-판상전극 배열과 비교하여 전계 세기의 증가는 약 10% 이다.

6.5.3.2 시험 시료

6.1.1을 따르는 코팅된 강철 패널

6.5.3.3 과 정

전압상승 비는 200V/s보다 크지 않아야 한다. 명시되어 있지 않는 한, 시험 온도는 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 로 한다. 시험은 특정 시험 온도로 계산되고 유지되는 유전 유체 내에서 전극과 시료를 가지고 행한다. 다른 명시가 되어 있지 않다면, IEC 60296의 사용하지 않은 미네랄 절연 오일, 또는 IEC 61099의 사용하지 않은 합성 유기 에스테르를 사용한다.

비고 - 만약 충분한 크기의 둥근 유리 용기에 시험 장비와 유체(fluid)를 넣고 밑에 접지전극을 놓으면, 전압을 인가했을 때 용기는 시각적으로 시험 과정을 관찰할 수 있도록 해 준다. 또한, 그림 2에서와 같이 하부전극을 통한 접지연결과 유체공급이 가능하여 용기의 상부에서 유체가 넘치도록 한다.

6.5.3.4 결 과

5개의 시료를 시험한다. 시험 온도, 사용된 유전 유체의 종류 그리고 5개의 결과를 기록한다. 그리고 결과는 적용된 규격과 함께 기록된다. 그 결과는 절연 파괴점에서의 시료의 두께, 절연파괴전압, 그리고 절연 내력을 포함한다.

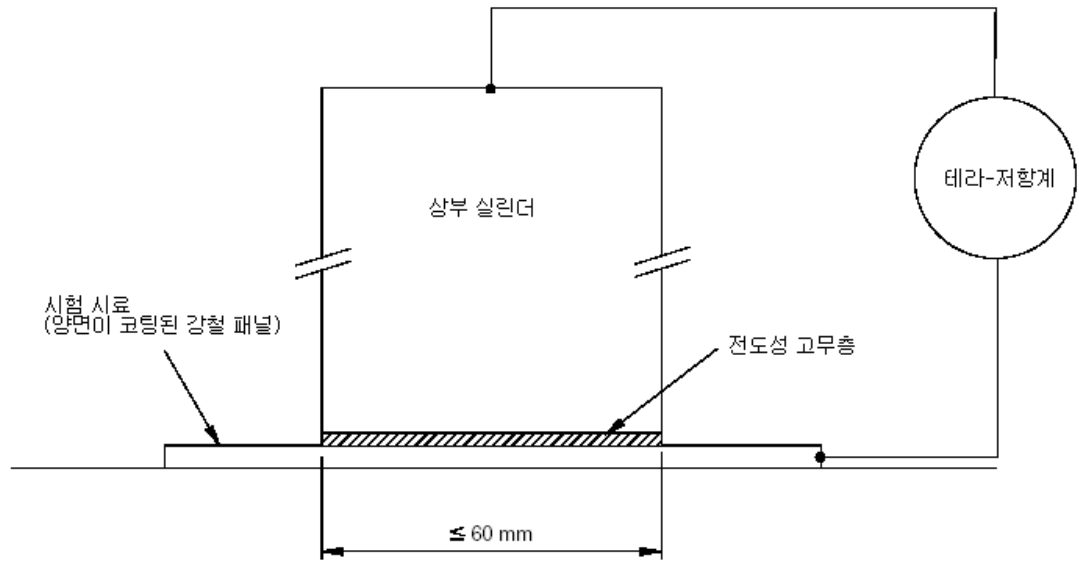


그림 1 - 체적저항 시험 장치

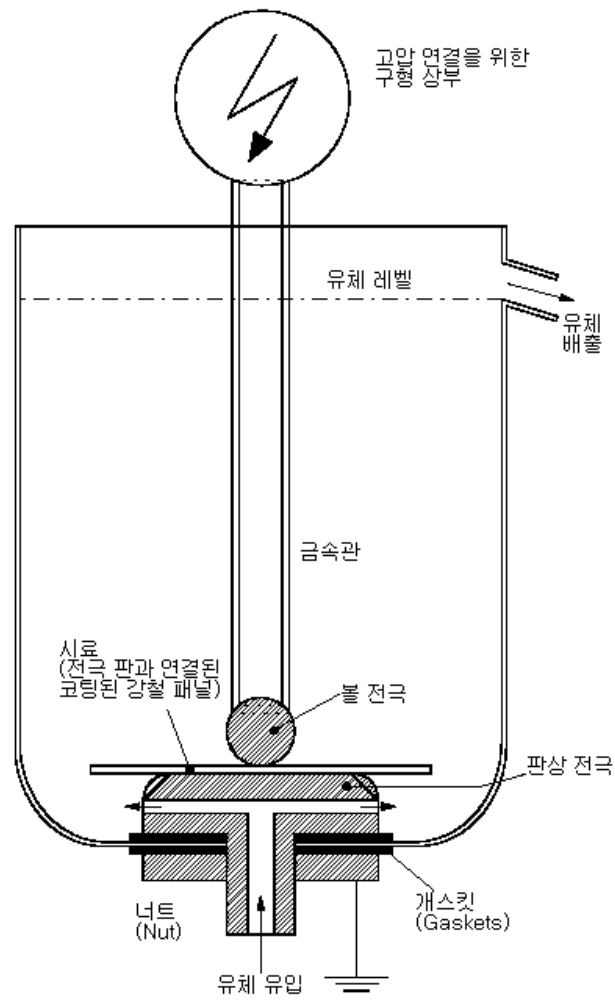


그림 2 - 전극 배열의 예