

전기용품 안전기준

K60544-4

[IEC 1985]

절연 재료에 대한 이온화 방사의 영향 측정 지침

제 4 부: 방사 환경내 이용을 위한 분류 시스템

목 차

1. 서론	2
2. 적용범위 및 목적	2
3. 응용	2
4. 방사지수지정 및 특별실행권한부여요소	5

(표차례)

표1	7
표2	8

절연 재료에 대한 이온화 방사선의 영향 측정 지침

제 4 부: 방사 환경내 이용을 위한 분류 시스템

1. 서론

- 1.1 유기체의 절연 재료는 전자 기술에 있어서 중요한 의의를 취한다. 이 재료들은 금속 및 세라믹과 함께 본 영역에 있어 구성 요소의 구성에 사용되는 재료의 주요 범위로써의 자리를 차지한다. 모든 재료 중에서, 유기체는 방사 영향에 가장 민감한 것들 중에 속하며, 응답은 다른 재료에 따라 다양하다. 따라서, 방사 환경에서 특수한 응용을 위해 절연 재료를 선정시, 후보 재료의 방사 허용차에 대한 정보는 필수적이다. 본 표준서 가운데 이 장의 목적은 위에서 언급한 응용을 위한 절연 재료의 방사 내성을 범주화 하기 위한 국제적인 추천 분류 시스템을 정의하는데 있다.
- 1.2 본 장은 절연 재료에 관한 이온화 방사 영향에 다루는 연속 간행물 중의 네 번째이다. 본 표준서의 제1부(IEC 규격 544-1: 절연 재료에 관한 이온화 방사선의 영향 결정 지침, 제1부: 방사 상호작용)는 방사 영향 평가시 포함된 문제점들을 상당히 폭넓게 다루고 있는 서론을 이루고 있다. 또한 선량 측정의 용어, 조사선량 및 흡수 선량을 결정하는 몇 가지 방법 및 인가된 선량 측정법에서의 여하한 특정 재료속의 흡수 선량 산출법에 대한 지침을 제공한다. 제2부(IEC 규격 544-2: 조사 절차)는 조사동안 6가지의 상이한 조사 조건 형태를 유지하기 위한 절차를 설명하고 있다. 또한 시험 결과 보고서, 신뢰할 만한 재료에 대한 비교가 가능하도록 이러한 조건 전반에 걸쳐 지켜야 하는 제어를 규정한다. 제3부(IEC 규격 544-3: 영구 영향에 관한 시험 절차)는 특성 변화 결정 및 이에 상응하는 중단-지점 기준에 사용할 시험 절차 및 특정 중요 조사 조건을 정의한다.

2 적용 범위 및 목적

- 2.1 본 분류 시스템의 목적은 핵 반응기 시설, 반응기 연료-프로세싱 시설, 조사 시설, 입자 가속기 및 X-선 기구에서 사용할 절연 재료의 선택 및 지표에 대한 지침을 제공하는데 있다.
- 2.2 본 분류 시스템은 이온화 방사선에 노출된 장치내의 사용을 위한 세가지의 중합체 재료의 유형 (rigid plastics, flexible plastics, elastomers) 유익을 정의하는 한 세트의 파라미터를 제공한다. 이 시스템은 방사 이용을 위한 재료 적합성의 분량에 관한 진술에 토대를 이루며 그에 따라 재료의 규격 및 공급자와 사용자 사이의 조달 협의를 위한 지침을 제공한다.

3 응용

3.1 분류 시스템

특별 응용을 위한 특정 재료의 분류는 제2부 및 제3부에서 설명된 선택된 조건아래서 표시된

흡수 선량에 적절한 기계적 및/또는 전기적 특성을 조사 전 및 후에 측정함으로써 이 특성내의 변화들에 대한 시험 결과로 수립할 수 있다. 이러한 시험의 토대로 하여, 재료는 “방사 지수”를 할당받는다. 특정 방사 지수로 규정하기 위하여, 재료는 규정된 조건 아래서 분류 선량에 조사된 후에 표1에 기록된 종단점 기준중의 하나를 만족시켜야 한다.

모든 측정은 “방사 지수 권한 부여 요소”에서 별도로 규정하지 않은 한 조사 선량에서 제거한 후 이루어진다. 시험 시료의 후 조사 처리는 규격 544-2 제7항에 규정된 대로 실시되어야 한다.

3.2 방사 지수의 정의

방사 지수는 규정된 조건 아래서 적합한 임계 특성치가 종단점 기준에 달하는 것 이상의 그레이(gray)(두개의 유효 숫자에서 10의 배수로 떨어지는)로 흡수 선량 대수에(log 10) 따라 결정한다. 예를 들어 $2 \times 10^4 \text{Gy}$ 의 선량에 대해 특별 종단점 기준을 충족시키는 재료는 방사 지수가 4.3(즉, 로그 $(2 \times 10^4) = 4.301$)이다. 이 값은 표2에 있는 시리즈에서 얻을 수 있다.

방사 지수는 선량 비율(제3.3.1항 참조) 혹은 기호법 “vac”(제3.3.2항 참조)을 포함하고, 적절한 경우 다음과 같은 특별한 권한 부여 요소를 포함해야 한다: 중요 특성(제3.4항 참조), 온도(제3.5항 참조) 및 그 이상의 자격 부여를 위한 매체(제 4.2.3항 참조).

제3부에서 권고한 대로, 시험 조사를 위해서 감마선, X-선 혹은 전자를 사용하는 것이 오히려 바람직하다. 재료가 노출되는 방사 유형을 규정 한다.

3.3 선량 속도

3.3.1 재료 및 조사 조건에 근거한 방사 지수의 상이한 값은 시험이 다른 선량 속도에서 수행될 때 얻을 수 있다.(IEC 규격 544-3 참조). 따라서 방사 지수는 방사 지수가 얻어지는데서 선량 속도를 가리키는 권한부여 요소와 함께 주어져야 한다. 예를 들자면: 방사 지수 4.3 (50 Gy/s).

3.3.2 반응 매체(예, 진공 혹은 불활성 기체) 부재시, 선량 속도 영향을 고려할 필요는 없다. 이러한 경우 선량 속도 권한 부여 요소는 기호법(vac)으로 대체될 수 있다. 예를 들면: 방사 지수 4.3 (vac).

3.3.3 산소가 존재하는 경우, 일부 중합체의 방사 유도 반응체로 인한 분해 반응이 있을 수 있다. 이러한 효과는 재효속으로 확산에 의해 관통하는 산소의 양에 달려 있으며, 결과적으로 그것은 가스 상태 산소에 대한 중합체의 투과성에 달려 있으며 또한 그러한 견본의 두께에도 달려 있다.

특정 흡수 선량과 관련한 산소의 영향은 증가하는 시간 및 그에 따라 감소하는 선량 속도로 더 중요해진다. 그러므로 만일 선량 속도 의존이 가능하며 이전의 실험에서 배제되지 않았다면, 가능한 한 이행 선량 속도비율에 근접하게 시험할 필요가 있다.

공기중 조사의 경우, 제3.3.1항에 따라 주어진 선량 속도는 이 방사 지수가 이 선량 속도 또는 더 높은 한 속도의 경우에 유효함을 의미한다.

장기 조사 조건아래의 조사의 경우, 견본 두께의 영향은 본 지침, 제3부의 제5.3항 권장 규격을 따름으로서 결정되어야 한다.

3.3.4 만일 필수 방사 시간이 초과한다면, 선량 속도 영향의 범위는 본 지침, 제3부의 제5.3항의 권장 규격을 따름으로서 결정되어야 한다.

3.4 입계 특성

3.4.1 정상적인 응용의 경우, 가장 제한적인 특성은 유동적 플라스틱 및 엘라스토머에 대한 파단에서의 비율 신장 및 rigid 플라스틱에 대한 최대 부하에서의 굽힘 응력이다. 별도로 규정하지 않은 한, 방사 지수는 이러한 특성과 관련하여 종단점 기준의 응용을 가정할 것이다.

3.4.2 응용이 보장할 경우, 사용자는 방사 지수를 결정하기 위해 표 I 에서 취한 대안적 특성을 규정할 수 있다. 이러한 조건 아래서, 시험된 실제의 특성이 규정되어야 한다.

3.5 온도

3.5.1 방사 지수를 결정하기 위한 정상적인 시험 온도는 실온, 23 ± 5 . C이어야 한다.

3.5.2 상승 온도에서의 실행은 방사 환경내 재료의 유용한 수명주기 추정에 추가적인 요소를 더한다. 각 재료는 다르게 영향 받는다; 일반적으로 재료는 상승하는 온도에서는 특성의 가속된 악화를 보여주지만, 몇몇은 온도 및 선량 속도의 몇몇 결합으로 더 긴 수명을 가진다. 각 파라미터 및 실행 수명을 통제하는 중요한 특성은 방출 지수 결정시 고려되어야 한다. 왜냐하면 교차적 연결이나 체인 분리중 하나를 야기하는 방사 유도 반응의 속도는 온도에 따라 변하고 규정된 온도에서 중합체의 물리적 상태에 달려 있다. 이와 같은 반응 속도는 유리 천이 온도 또는 다른 천이 온도에서 급격하게 변한다. 따라서 이러한 반응에 의해 영향을 받는 특성에서의 변화는 조사 온도에 의해서 영향을 받거나, 각 재료의 대해 다르게 영향을 받는다. 그러므로 실행 온도가 실온 이외의 온도인 경우엔, 그 재료는 또한 IEC규격 212에서 정해둔 가장 근접한 규격의 온도중 하나에서 시험 한다: 고체 전자 절연 재료의 시험에 앞서 혹은 시험중 사용을 위한 표준 조건, 본 지침, 제2부의 진행 절차 B(제6.3항)를 따름.

3.6 추가 고려사항

3.6.1 특성의 변화는 선량과 직선이 되지 않을 수도 있다. 따라서 종단점 기준을 충족하는데 까지 흡수 선량의 값은 외삽법으로 얻지 못할 수도 있다.

3.6.2 비조사 재료의 특성중 원래의 값을 명기해야 한다. 특정 중합체의 방사 지수는 그중합체의 원 특성 값과 비교시 방사에 대한 중합체의 저항 표시를 제공한다. 대략적인 실행 수명주기의 산출은 실행 환경의 선량 속도 및 애플리케이션의 특성 요건이 종단점 기준에 부합될 수 있을 때 방사 지수에 상응하는 선량에 근거하여 얻을 수 있다.

3.6.3 결정된 방사 지수는 단지 시험에 사용된 특정 재료에 대해서만 유효할 수 있다. 이것은 화학적 구성 요소(필터 및 첨가제등 포함), 물리적 구조, 조립 방법 등에서의 변화가 특성내의 방사 유도 변화에서 편차를 야기할 수 있기 때문이다. 그러므로 단지 하나의 재료에 대한 구분을 가정하는 것은 수용될 수 없다. 왜냐하면 그것은 시험으로 구분되어 온 또 다른 재료와 같은 동일한 화학 형태로 이루어져 있기 때문이다.

관련된 재료내의 변형이 구성요소 무게로 10% 이내에 있는 콘센트레이션에서의 방출 효과 및 차이에 영향을 끼친다고 여겨지지 않는 한 형태의 색소 혹은 윤활유 혹은 정전기 방지제 또는 화염 저지인 경우, 이 관련 재료는 일반적으로 시험된 특정재료에 대해 결정된 것과 같이 동일한 방사 저항의 범주에 할당될 수 있다.

4 방사 지수 지정 및 특별 실행 권한 부여 요소

4.1 방사 지수

표2의 방사 지수 값은 공기중(제3.3.1항 참조) 규정된 선량 속도 응용을 위한 재료 지정 또는 실온(제3.5.1항 참조)에서 어떤 선량 속도(제3.3.2항 참조)에서 반응하는 매체 부재시 기호법 “vac”으로 재료를 지정한다. 더욱이 방사 지수는 다음에 대해 시험함으로써 결정되어 왔다:

- i) 딱딱한 플라스틱에 대한 최대 부하상태의 굽힘 응력,
- ii) 제3.4.1항 및 표1의 적절한 종단점 기준에 따라서, 플렉시블 플라스틱 및 탄성 중합체에 대한 파단에서의 신장.

4.2 권한 부여 요소를 가진 방사 지수

4.2.1 제4.1항에서 지시한 것 외의것, 즉 대안적 임계 특성이 재료의 방사 내성을 평가하는데 사용 시, 실제 시험된 특성은 권한 부여 요소로써 방사 지수에 추가되어야 한다(제3.5.2항 참조).

4.2.2 실도 이외의 다른 응용의 경우, 권한 부여 요소는 최대 실행 온도를 지시하는 방사지수에 추가되어야 한다(제3.5.2항 참조).

4.2.3 공기외 다른 반응 매체의 경우에, 이러한 특정 매체는 권한 부여 요소로써 조사지수에 추가되어야 한다.

4.3 예

본 분류 및 지수 표의 사용의 예는:

- i) “PVC, HV형태, 조사 지수6.0(50Gy/s)” 지정은 PVC, HV형태는 대기중의 50Gy/s 이상의 선량 속도에서 그리고 23°C에서 1×10^6 Gy의 흡수 선량까지 조사후에 파단에서 신율에 대해 시험시 그 초기 값의 50%에 달한다는것을 의미한다.
- ii) “에폭시 수지, B 유형, 방사 지수 7.0(vac, 절연 저항)” 지정은 진공 상태, 23. C에서 1×10^7 Gy의 흡수 선량까지에 대한 조사 후에 그 초기 값의 10% 절연 저항에 달한다는 것을 의미한다.
- iii) “실리콘 고무, A 유형, 방사 지수 5.3(0,1Gy/s, 표면 저항, 80. C)” 지정은 이것들이 80°C의 실행 온도 이하 및 0.1 Gy/s의 선량 속도 이상에서 2×10^5 Gy 까지의 흡수선량에 조사한 후에 그 초기 값의 최소 0.1배의 표면 저항력을 유지한다.

표1

방사 환경에서 절연 재료의 분류 평가시 고려할
임계 특성 및 종단점 기준

재료 유형	시험대상 특성	시험 절차	종단점 기준*
Rigid 플라스틱	-굽힘 강도 -항복시의 인장 강도 -파단시 인장 강도 -충격 강도 -체적 및 표면 고유 저항 -절연 저항 -전기 강도	ISO 178 ISO/R 527 ISO/R 527 ISO 179 IEC 93 IEC 167 IEC 243	50% 50% 50% 50% 10% 10% 50%
플렉시블 플라스틱	-파단에서의 신율 -항복시의 인장 강도 -파단시 인장 강도 -충격 강도 -체적 및 표면 고유 저항 -절연 저항 -전기 강도	ISO/R 527 ISO/R 527 ISO/R 527 ISO 179 IEC 93 IEC 167 IEC 243	50% 50% 50% 50% 10% 10% 50%
탄성 중합체	-파단에서의 신율 -파단에서의 인장 강도 -단단함/IRHD -단단함/Shore A -압축 세트 -체적 및 표면 고유 저항 -절연 저항 -전기 강도	ISO 37 ISO 37 ISO 48 ISO 868 ISO 815 IEC 93 IEC 167 IEC 243	50% 50% } 10단위로 } 변함 50% 10% 10% 50%

* %로 주어진 이 값은 초기값의 백분율로 표현된다.

표2

방사 지수에 대한 값

방사 지수값	중단점 기준이 충족되는 것까지의 흡수 선량(Gy)
4.0	1.0
4.1	1.3
4.2	1.6
4.3	2.0
4.4	2.5
4.5	3.2
4.6	4.0
4.7	5.0
4.8	6.3
4.9	8.0
5.0	1.0
5.1	1.3
5.2	1.6
⋮	⋮
⋮	⋮
5.9	8.0
6.0	1.0
6.1	1.3
6.2	1.6
⋮	⋮
⋮	⋮
6.9	8.0
7.0	1.0
7.1	1.3
7.2	1.6
⋮	⋮
⋮	⋮
7.9	8.0
7.9	1.0×10 ⁸
8.0	⋮
⋮	⋮
⋮	등.

방사 지수 자격 부여의 경우, 제4.2항 참조.