

Materialen van draad en kabels blootgesteld aan ioniserende straling

Stralingstypes en de effecten ervan

Ioniserende straling is een bekende term in verschillende gebieden. Het bestaat in natuurlijke vorm (b.v. zonlicht of natuurlijk radioactiviteit) en kan kunstmatig geproduceerd worden (b.v. röntgenapparaten, lampen of mobiele communicatiemiddelen). Ioniserende straling kan verdeeld worden in verschillende typen componenten – de doorslaggevende factor is de golflengte, ofwel de frequentie, van straling. Het elektromagnetisch spectrum is verdeeld in de volgende categorieën, hierna in aflopende golflengte of oplopende frequenties bescheiden:

- wisselstroom (b.v. erg lage frequentie)
- radiogolf (b.v. radiouitzending)
- microgolven (b.v. magnetrons, mobiele communicatiemiddelen, radar)
- infraroodstraling
(thermische straling, b.v. thermografie, afstandbediening)
- zichtbaar licht
(stralingscomponent van kunstmatige lichtbronnen en zonlicht)
- ultraviolette straling
(UV-straling – zonlichtcomponent, technische toepassingen)
- röntgenstraling (b.v. beeldverwerking binnen de medische technologie of materiaaltesten)
- gammastraling (b.v. nucleaire energie, technische toepassingen)

Door hun impact zijn gammastraling, röntgenstraling en zeer korte golflengte UV-straling samengevat in “ioniserende straling”. Deze term refereert naar straling dat voldoende energie van atomen of moleculen overbrengt naar vrije elektronen (ionisatie).

Met organische samenstellingen, zoals kunststoffen voor kabels en draden, is het van fundamenteel belang rekening te houden met de impact van UV- en ioniserende straling. Ze bevatten de meeste energie en hebben dus van alle soorten ioniserende stralingen de grootste impact op materialen.

Deze impact wordt gebruikt in de kunststofverwerking om materialen bepaald eigenschappen te geven - bijvoorbeeld het gebruik van de juiste stralingsvoorwaarden in het vervaardigen van de juiste kleefstoffen, coatings, isolatie- en mantelmateriaal van kabels, die alleen op deze manier de vereiste sterkte en duurzaamheid krijgen. Dit heet “cross-linking” of, om exact te zijn, “electron beam cross-linking”. Er zijn namelijk ook andere cross-linking processen (b.v. chemische). In het dagelijks gebruik van kabels kunnen UV- en ioniserende straling toch voor ongewenste effecten zorgen. Kleuren kunnen vervagen en kunststoffen kunnen dof of breekbaar worden. Als uiteindelijk het kunststof breekbaar wordt of gaat scheuren, is de kabel niet langer bruikbaar.

Gebruik van kabels die blootgesteld worden aan UV-straling

UV-straling is een onderdeel van zonnestraling heeft daardoor hoofdzakelijk effect op buitentoepassingen. In dit geval hebben alleen de componenten, die de ozonlaag kunnen penetreren, impact: UVA-straling en een deel UVB-straling. UVC wordt gefilterd door de ozonlaag en bereikt dus niet het aardoppervlak. Ondanks dat UV-straling ook binnenshuis doordringt, is het aanzienlijk minder intens doordat glaspanelen, afhankelijk van het design, een tamelijk groot deel kunnen filteren. Verder wordt er vaak zonwering geïnstalleerd en is de UV-straling door kunstmatige lichtbronnen vaak minimaal. Verschillende producten worden blootgesteld aan behoorlijk verschillende omstandigheden op de betreffende toepassing, bijvoorbeeld de duur en hoek van de bestraling, maar ook schaduw en ander invloedrijke factoren zoals omgevingstemperatuur, vochtigheid en

luchtkwaliteit. Daarom is het niet mogelijk om algemene verklaringen te geven over duurzaamheid en de levensduur van de producten (zie ook technische tabel T0, 7. Levensduur).

Testmethoden conform UV-resistent gerelateerde normen (b.v. ISO 4892-2) geven een algemeen rapport van de producten die aan UV-straling zijn onderworpen tijdens gebruik en maken het mogelijk om verschillende materialen en eindproducten te vergelijken.

De kunststoffen die voor kabels gebruikt worden verschillen in hun gevoeligheid tot de impact van UV-straling. Gebruik van de juiste stabilisatoren, kleurpigmenten of roet kunnen deze gevoeligheid verminderen door de UV-straling te absorberen en om te zetten in minder ernstige thermische straling. Dit voorkomt dat de UV-straling door de molecuulketen van de buitenmantel heen komt en deze opsplijt in zeer reactiever radicalen die de molecuulketenstructuur van het kunststof aanvallen en in het proces sneller laten verouderen.

Kabels met zwarte mantels zijn in het algemeen beter beschermd dan kabels met andere kleuren, omdat zwarte oppervlakten UV-straling beter absorberen.

Deze kennis is ook toegepast in normeringen, dus kabels met zwarte mantels zijn geschikt voor buitengebruik overeenkomstig EN 50525-1 en VDE 0285-525-1.

Sommige kunststoffen laten een goede bestendigheid zien, zelfs zonder een zwarte kleur:

- cross-linked polyethyleen (XLPE)
- elastomeren (e.g. CR or Si)
- thermoplastische elastomeren (TPE-E, TPE-O, TPE-U, e.g. PUR)
- fluoropolymeren (e.g. PTFE or FEP)

Toch, deze kunststoffen verschillen ook met betrekking tot bestendigheid afhankelijk van de kleur, omdat het eerdergenoemd effect van zwarte mantels altijd de bestendigheid verhoogd.

Het is belangrijk om te weten dat polyurethaan kabels, die niet zwart zijn, maar bijv. oranje of geel, na verloop van tijd erg flexibel en sterk blijven ondanks de kleurvervaging. Dit komt doordat het basismateriaal bestand is tegen UV-straling en niet alleen de kleurpigmenten. Dit betekent dat, ondanks de visuele beschadiging veroorzaakt door UV-straling, deze types technisch nog volledig functioneel kunnen zijn.

Gebruik van kabels die blootgesteld worden aan ioniserende straling

Ioniserende straling treedt normaliter alleen op in vastgestelde toepassingen en wanneer het de bedoeling is. Zo kunnen materialen met de juiste bestendigheid op voorhand afgestemd worden op de toepassingsomstandigheden.

Daarom worden kabels normaliter alleen getest op stralingsbestendigheid als het intentionele gebruik ook blootstelling aan ioniserende straling inhoudt. Dit betekent dat voor alle andere kabels er alleen indicaties kunnen worden afgegeven voor stralingsbestendigheid van typisch gebruikte materialen. Ondanks dat deze indicaties niet representatief zijn voor de gehele kabel, kunnen de waarden toch gezien worden als een globale leidraad die vergelijking tussen de kabels mogelijk maakt.

De stralingsbestendigheid van materialen is vastgesteld in de “Radiation Index” (RI) in IEC 60544-4. Hierin wordt gerefereerd naar het punt van breukrek dat verlaagd is naar $\geq 50\%$ van de originele waarde.

Materialen van draad en kabels blootgesteld aan ioniserende straling

De onderstaande tabel geeft een lijst weer met de maximale dosis per individueel materiaal in gray (en rad) van een grammastralingsbron, waarbij de breukrek van het testmonster boven de 50% van zijn oorspronkelijke waarde blijft.

Conversies:

1 Gy = 100 rad; 1 Gy = 1J/kg

De bestendigheid van draad, kabels en andere producten voor verbindingstechnologie tegen ioniserende straling speelt een belangrijke rol in kerncentrales. Naast de geschiktheid van de producten zelf, moeten ook de processen voldoen aan de speciale eisen van dergelijke toepassingsgebieden.

Daarom heeft U.I. Lapp GmbH zichzelf bewezen als gekwalificeerde leverancier van kabels, wartels en toebehoren aan kerncentrales door het behalen van systeem- en productgerelateerde kwaliteitswaarborgtesten. Zie "Certificaat KTA 1401" (Bewijs van kwaliteitswaarborg overeenkomstig richtlijn KTA 1401). Het certificaat is beschikbaar in het Duits via: www.lappkabel.de/Service/Downloadcenter/Zertifikate

Bestendigheid van kunststoffen tegen ioniserende straling

Type materiaal	Stralingsdosis in Gy ca.	Stralingsdosis in rad ca.
PVC	8×10^5	8×10^7
PE LD	1×10^5	1×10^7
PE HD	7×10^4	7×10^6
VPE (XLPE)	1×10^5	1×10^7
PA	1×10^5	1×10^7
PP	1×10^3	1×10^5
PETP	1×10^7	1×10^7
PUR	5×10^5	5×10^7
TPE-E	1×10^5	1×10^7
TPE-O	1×10^5	1×10^7
NR	8×10^5	8×10^7
SIR	2×10^5	2×10^7
EPR	1×10^6	1×10^8
EVA	1×10^5	1×10^7
CR	2×10^5	2×10^7
ETFE	1×10^5	1×10^7
FEP	3×10^3	3×10^5
PFA	1×10^3	1×10^5
PTFE	1×10^3	1×10^5