

Materiály kabelů a vodičů vystavené elektromagnetickému záření

Druhy záření a jejich účinky

Elektromagnetické záření je známé z různých oblastí. Může mít přírodní původ (např. solární nebo přírodní radioaktivita), stejně jako uměle vytvořený (například rentgenové zařízení, svítidla či mobilní komunikace). Může být rozděleno do různých typů, popř. složek - kritériem je vlnová délka nebo frekvence záření. Podle klesající vlnové délky, resp. stoupající frekvence je elektromagnetické spektrum rozděleno následovně:

- střídavé proudy (např. VLF vysílače)
- rádiové vlny (např. rozhlas)
- mikrovlny (např. mikrovlnná trouba, mobilní komunikace, radar)
- infračervené záření (tepelné záření, např. termografie, dálkové ovládání)
- viditelné světlo (součást záření z umělých zdrojů světla, příp. slunce)
- ultrafialové záření (UV záření - součást slunečního záření, technické aplikace)
- rentgenové zařízení (např. zobrazovací metody v lékařské technice nebo zkoušení materiálů)
- gama záření (např. jaderná energetika, technické aplikace).

Gama záření, rentgenové záření a ultrafialové záření s velmi krátkou vlnovou délkou jsou díky svým účinkům shrnuty pod pojmem „ionizující záření“. Jedná o záření, která mají tolik energie, že mohou uvolnit elektrony z atomů nebo molekul (ionizace).

U organických sloučenin, jako jsou např. plasty, které se používají u kabelů a vodičů, je nutno účinky UV záření a ionizujícího záření brát v úvahu. Mají nejvyšší energii, a proto i největší vliv na materiály ze všech typů elektromagnetického záření.

Toho se využívá při zpracování plastů pro dosažení určitých vlastností materiálů. Například vhodným zářením se určitá lepidla, laky nebo izolační materiály a materiály pro pláště kabelů a vodičů vytvrzují a tím teprve dosáhnou požadované pevnosti a trvanlivosti. Toto se nazývá „zesíťování“ nebo přesněji „zesíťování elektronovým paprskem“, protože existují i jiné procesy zesíťování (např. chemický). Při praktickém použití kabelů a vodičů má ale UV záření a ionizující záření obvykle nežádoucí účinky. Barvy mohou blednout a plasty křehnout. Nakonec plasty zkřehnou nebo se začnou tvořit trhliny, což znamená, že kabely jsou už nepoužitelné.

Použití kabelů a vodičů vystavených UV záření

UV záření je součástí slunečního záření, a proto se vyskytuje hlavně u nechráněného venkovního použití. Zde působí složky, které ochranná ozónová vrstva nechrání: záření UV-A a části záření UV-B. Záření UV-C je absorbováno ozónovou vrstvou a proto neproniká až k zemskému povrchu. UV záření se vyskytuje i v interiéru. Jeho intenzita je však podstatně nižší, protože sklo v závislosti na provedení odfiltruje významnou část, často dochází k zastínění a umělé zdroje světla obvykle emitují jen nepatrné součásti UV záření.

Vzhledem k nejrůznějším podmínkám v místě použití, jako je doba a úhel působení záření, zastínění a další faktory, jako okolní teplota, vlhkost nebo kvalita vzduchu, nelze učinit nějaké všeobecně platné prohlášení o trvanlivosti a životnosti výrobků (viz též tabulka T0, odst. 7. Životnost v příloze katalogu). Normativně specifikované zkušební metody pro zkoušení odolnosti vůči UV záření (např. ISO 4892-2) umožňují zásadní klasifikaci produktu pro použití pod vlivem UV záření a slouží k porovnání různých materiálů nebo hotových výrobků.

Plasty používané u kabelů a vodičů jsou různě citlivé na působení UV záření. Vhodné stabilizátory, barevné pigmenty nebo saze mohou významně snížit tuto citlivost tím, že absorbují UV záření a přemění jej na méně kritické tepelné záření. Tím se zabrání tomu, že UV paprsky pronikají do molekulárních řetězců materiálu pláště, tyto štěpí a vznikají tak vysoce reaktivní radikály, které napadají strukturu molekulárních řetězců plasty a tímto procesem způsobují zrychlené stárnutí.

Kabely a vodiče s černým pláštěm jsou všeobecně lépe chráněny než jinak barevné typy, protože díky černému povrchu se UV záření mnohem lépe vstřebává. Toto zjištění se promítlo i normativně: podle EN 50525-1, resp. VDE 0285-525-1 (ČSN EN 50525-1) je kabel s černým pláštěm vhodný pro trvalé venkovní použití.

Existují plasty, které mají dobrou odolnost už i bez černého zbarvení, jedná se o:

- síťovaný polyetylen (XLPE/VPE)
- elastomery (například CR nebo Si)
- termoplastické elastomery (TPE-E, -O, -U, např. PUR)
- fluoropolymery (například PTFE nebo FEP)

Ale i tyto plasty jsou, v závislosti na zbarvení, různě odolné, neboť výše uvedený účinek černého pláště přináší vždy zlepšení.

Je třeba poznamenat, že zejména polyuretanové kabely s jiným než černým pláštěm (například oranžovým nebo žlutým) mohou časem silně vyblednout, ale přesto mají ještě stále dobrou pružnost a pevnost, protože základní materiál UV záření odolal, barevné pigmenty ale ne. To znamená, že i přes zjevné známky poškození způsobené UV zářením a povětrnostními vlivy mohou být tyto typy kabelů technicky bez závad.

Použití kabelů a vodičů vystavených ionizujícímu záření

Ionizující záření se obvykle vyskytuje pouze v definovaných aplikacích a cíleně, takže použití materiálů s odpovídající odolností může být předem přizpůsobeno převládajícím podmínkám. Proto jsou ve většině případů testovány z hlediska odolnosti proti záření pouze ty kabely, které jsou určeny pro použití, při němž jsou vystaveny expozici ionizujícího záření. U všech ostatních kabelů a vodičů mohou být stanoveny pouze údaje o radiační odolnosti typicky použitých materiálů. Tyto údaje nejsou sice reprezentativní pro radiační odolnost kompletního kabelu nebo vodiče, mohou však sloužit k přibližné orientaci a ke vzájemnému relativnímu srovnání.

Radiační odolnost materiálů je definována radiačním indexem (RI) v IEC 60544-4, při kterém došlo ke snížení prodloužení před přetržením o $\geq 50\%$ oproti počáteční hodnotě.

Materiály kabelů a vodičů vystavené elektromagnetickému záření

V následující tabulce jsou uvedeny typické maximální dávky gama záření příslušných materiálů v „Gray“ (resp. v „rad“), při kterých hodnota prodloužení vzorku před přetržením (ještě) nepoklesla pod 50 % své hodnoty před „stárnutím“.

Převody jednotek:

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

Odolnost kabelů, vodičů a dalších výrobků spojovací techniky proti ionizujícímu záření hraje zejména v jaderných zařízeních klíčovou roli. Ale kromě vhodnosti samotných produktů musí také všechny procesy splňovat zvláštní požadavky takových aplikací.

To je důvod, proč se společnost U.I. Lapp GmbH osvědčila jako kvalifikovaný dodavatel kabelů, vodičů, kabelových vývodků a příslušenství kabelů pro jaderné elektrárny tím, že úspěšně absolvovala zkoušky zabezpečení jakosti systémů a produktů - viz „Potvrzení vhodnosti k zajišťování kvality v souladu s předpisy KTA 1401“. Certifikát je k dispozici v němčině na adrese:

www.lappkabel.de/Service/Downloadcenter/Zertifikate

Odolnost plastů proti ionizujícímu záření

Typ materiálu	Radiační odolnost v Gy ca	Radiační odolnost v rad ca
PVC	8 x 10 ⁵	8 x 10 ⁷
PE LD	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁷
PE HD	7 x 10 ⁴	7 x 10 ⁶
VPE (XLPE)	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁷
PA	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁷
PP	1 x 10 ³	1 x 10 ⁵
PETP	1 x 10 ⁷	1 x 10 ⁷
PUR	5 x 10 ⁵	5 x 10 ⁷
TPE-E	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁷
TPE-O	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁷
NR	8 x 10 ⁵	8 x 10 ⁷
SIR	2 x 10 ⁵	2 x 10 ⁷
EPR	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁸
EVA	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁷
CR	2 x 10 ⁵	2 x 10 ⁷
ETFE	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁷
FEP	3 x 10 ³	3 x 10 ⁵
PFA	1 x 10 ³	1 x 10 ⁵
PTFE	1 x 10 ³	1 x 10 ⁵