

Materiały kabli i przewodów narażonych na promieniowanie elektromagnetyczne

Rodzaje promieniowania i jego skutki

Promieniowanie elektromagnetyczne to zjawisko pojawiające się w wielu różnych obszarach. Może być naturalne (np. radioaktywność słoneczna lub naturalna), jak również może być produkowane sztucznie (np. urządzenia rentgenowskie, oświetlenie lub telefonia komórkowa). Promieniowanie można podzielić na różne rodzaje - tu decydującym czynnikiem jest długość fali lub alternatywnie częstotliwość promieniowania.

Widmo elektromagnetyczne można podzielić na następujące kategorie, podane tu w kolejności malejącej długości fal lub rosnącej częstotliwości:

- prądy zmienné (np. transmisja radiowa bardzo niskiej częstotliwości)
- fale radiowe (np. standardowa transmisja programów radiowych)
- mikrofalowe (np. kuchenki mikrofalowe, komunikacja mobilna, radary)
- promieniowanie podczerwone (promieniowanie ciepłe np. termografia, piloty zdalnego sterowania)
- światło widzialne (składnik promieniowania sztucznych źródeł światła i światła słonecznego)
- promieniowanie ultrafioletowe (promieniowanie UV - element światła słonecznego, zastosowanie techniczne)
- promieniowanie X (np. przetwarzania obrazu w technologiach medycznych lub w testach materiałów)
- promieniowanie gamma (np. energia jądrowa, aplikacje techniczne)

Ze względu na wpływ, jaki ma promieniowanie gamma, rentgenowskie, promieniowanie UV i bardzo krótka długość fal promieniowania UV sumuje się je jako „promieniowanie jonizujące”. Termin ten odnosi się do promieniowania, które ma wystarczająco dużo energii do uwalniania wolnych elektronów z atomów lub cząsteczek (jonizacja).

Ponieważ do produkcji kabli i przewodów wykorzystuje się związki organiczne, takie jak tworzywa sztuczne, ważnym zagadnieniem jest wpływ promieniowania UV oraz promieniowania jonizującego na te substancje. Wymienione rodzaje promieniowania niosą największą ilość energii ze wszystkich typów promieniowania elektromagnetycznego, dlatego ich wpływ na materiały jest największy.

Wpływ ten wykorzystuje się w przetwórstwie tworzyw sztucznych. Promieniowanie umożliwia nadanie materiałom izolacyjnym żył i płaszcza określonych właściwości. W ten sposób osiąga się lepszą wytrzymałość i trwałość przewodów. Proces ten nazywamy „usieczkowaniem” lub bardziej precyzyjnie „usieczkowaniem elektronowym”, gdyż występują także inne procesy usieczkowania (np. procesy chemiczne). Promieniowanie UV i promieniowanie jonizujące również wpływa na kable i przewody w sposób negatywny. Może dojść do blaknięcia koloru, a tworzywo staje się matowe i kruche. Kruche tworzywa łatwo pękają, a to prowadzi do uszkodzeń przewodów.

Stosowanie kabli i przewodów narażonych na promieniowanie UV

Promieniowanie UV jest elementem promieniowania słonecznego, a więc ma stały wpływ na odsłonięte aplikacje zewnętrzne. Przez warstwę ozonową może przenikać: promieniowanie UVA i część promieniowania UVB. Promieniowanie UVC jest filtrowane przez warstwę ozonową i nie dochodzi do powierzchni Ziemi.

Promieniowanie UV występujące wewnątrz pomieszczeń jest znacznie mniej intensywne niż to na zewnątrz. Chroniące przed nim tafle szklane, w zależności od ich budowy potrafią zatrzymać większą jego część. Często stosuje się zacienienie, a zainstalowane sztuczne źródła światła zwykle wydzielają jedynie niewielkie ilości promieniowania UV.

Różne produkty są poddawane różnym warunkom otoczenia, takim jak np. czas ekspozycji i kąt promieniowania, zacienienie, temperatura

otoczenia, wilgotność i jakość powietrza. Nie jest możliwe wydanie oficjalnego oświadczenia dotyczącego długości życia i trwałości produktów (patrz tabela techniczna T0 7. Trwałość).

Metody badające odporność na promieniowanie UV (np. ISO 4892-2) pozwalają na ogólną ocenę produktów, które mają być wystawione na jego działanie podczas użytkowania i pozwalają na porównanie różnych materiałów i produktów końcowych.

Tworzywa sztuczne wykorzystywane do produkcji kabli i przewodów różnią się od siebie odpornością na oddziaływanie promieniowania UV. Aby zredukować ich wrażliwość stosuje się odpowiednie stabilizatory, pigmenty koloru lub sadzy, które pochłaniają promieniowanie UV i przekształcają je w mniej szkodliwe promieniowanie ciepłe. Zapobiega to wnikaniu promieni UV do łańcuchów cząsteczkowych materiału płaszcza i dzielenia ich na wysoce reaktywne rodniki, które atakują strukturę łańcucha cząsteczek tworzywa sztucznego przyspieszając proces starzenia się.

Kable i przewody z czarnym płaszczem zewnętrznym są na ogół lepiej chronione, niż te w innych kolorach, ponieważ czarne powierzchnie znacznie lepiej pochłaniają promieniowanie UV.

Wiedza ta została również zastosowana w normach. Przewody z czarnym płaszczem zewnętrznym nadają się do użytku na zewnątrz, zgodnie z normą EN 50525-1 i VDE 0285-525-1.

Niektóre tworzywa sztuczne wykazują dobrą odporność na promieniowanie UV nawet bez czarnego zabarwienia, są to:

- polietylen usieczkowany (XLPE)
- elastomery (np. CR lub Si)
- elastomery termoplastyczne (TPE-E, TPE-O, TPE-U, np. PUR)
- fluoropolimery (np. PTFE lub FEP)

Jednakże powyższe tworzywa sztuczne w zależności od koloru różnią się pod względem odporności na promieniowanie UV - czarny kolor płaszcza zawsze zwiększa odporność.

Przewody poliuretanowe, które nie są czarne (np. mają kolor pomarańczowy lub żółty) mogą stracić intensywność koloru po stronie bardziej ekspozycyjnej na UV. Warto jednak podkreślić, że mimo blaknięcia nadal zachowują dobrą elastyczność i wytrzymałość. Materiał bazowy jest odporny na promieniowanie UV, pigmenty barwiące nie. Oznacza to, że pomimo widocznych odbarwień spowodowanych przez promieniowanie UV i warunki atmosferyczne, te typy przewodów mogą być nadal w pełni sprawne technicznie.

Zastosowanie kabli i przewodów narażonych na promieniowanie jonizujące

Promieniowanie jonizujące zwykle występuje tylko w określonych zastosowaniach, co pozwala na dobranie materiałów o odpowiedniej odporności do panujących warunków.

Przewody testowane są zazwyczaj tylko pod kątem szerokiej odporności na promieniowanie, pomimo że ich zamierzone zastosowanie obejmuje narażenie na specyficzne promieniowanie jonizujące. Wszystkie przewody oznacza się ze względu na odporność na promieniowanie typowo stosowanych w nich materiałów. Chociaż nie jest to reprezentatywne dla odporności całego przewodu, uzyskane wartości można traktować jako orientacyjne, co pozwala na porównywanie ze sobą przewodów.

Odporność materiałów na promieniowanie określa się za pomocą indeksu promieniowania (RI) w IEC 60544-4 i odnosi się do punktu, w którym wydłużenie przy zerwaniu jest zredukowane do ≥50% początkowej wartości.

Materiały kabli i przewodów narażone na promieniowanie jonizujące

Poniższa tabela zawiera typowe maksymalne dawki promieni gamma dla poszczególnych materiałów w Grayach (lub radach), dla której wartość wydłużenia przy zerwaniu próbki nie będzie mniejsza niż 50 % wartości w stanie niezmodyfikowanym.

Przeliczanie wielkości:

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

Odporność kabli, przewodów i innych produktów technologii połączeń na promieniowanie jonizujące odgrywa szczególnie istotną rolę w elektrowniach jądrowych. Oprócz przydatności samych produktów, wszystkie procesy muszą również spełniać specjalne wymagania dla tych obszarów zastosowań.

To dlatego U.I. Lapp GmbH sprawdza się jako kwalifikowany dostawca kabli, przewodów, dławnic kablowych i akcesoriów do elektrowni jądrowych. Firma pozytywnie przechodzi testy zapewnienia jakości związane z systemem i z produktem - patrz "Certyfikat KTA 1401" (potwierdzenie zapewnienia jakości zgodnie z rozporządzeniem KTA 1401). Certyfikat jest dostępny na stronie <https://www.lappkabel.com/certificates>

Odporność tworzyw sztucznych na promieniowanie jonizujące

Typ materiału	Dawka promieniowania w Gy ok.	Dawka promieniowania w radach ok.
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	1×10^5	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