

DESTRUKCJA KOMPOZYTÓW IZOLACYJNYCH W PROMIENIOWANIU JONIZUJĄCM

Wysokoenergetyczne ciepło, którego źródłem jest intensywne promieniowanie słoneczne lub jądrowe przyczynia się do daleko posuniętej destrukcji izolacji

W trakcie rozpadu promieniotwórczych jąder wytwarzane jest różnego rodzaju promieniowanie jonizujące o energiach rzędu kilku milionów eV na cząsteczkę lub kwant promieniowania. Promieniowanie takie rozchodząc się w materii pozostawia wzdłuż swego toru zjonizowane atomy. Jonizacja ta może powodować destrukcję struktury materiałów lub ich rozpad. Promieniowanie jonizujące może mieć następującą postać, zależnie od zasięgu oddziaływania na materię:

- promieniowanie alfa α (dodatnie jony)- promieniowanie beta β (elektronowe)
- promieniowanie gamma γ (promieniowanie elektromagnetyczne)
- promieniowanie neutronowe

Dodatnie jony (cząstki alfa, protony) mają bardzo krótkie zasięgi w materii. Średni zasięg wnikania, tj. długość drogi przebywanej przez cząstkę w substancji aż do jej zatrzymania jest niewielka. Na przykład cząstka alfa, o energii 5MeV, w powietrzu może przebyć drogę rzędu 0,04m i nie jest w stanie wnikać do kartki papieru.

Elektrony i protony, są produktami rozpadu β i mają zasięgi dłuższe, kilkuset razy od zasięgów cząstek alfa.

W wyniku anihilacji elektron i pozyton wytwarzają foon gamma. Promienie gamma bezpośrednio. nie wywołują jonizacji lecz tracą one

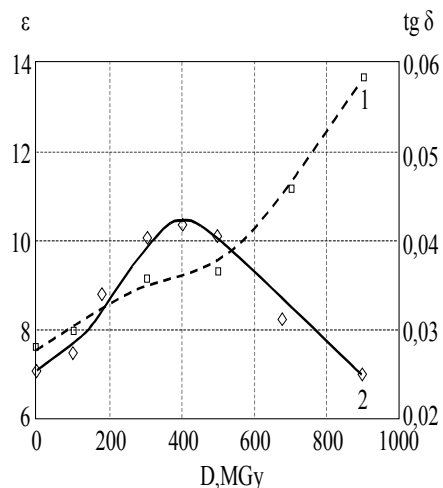
energię, przekazując ją elektronom, a te z kolei wywołują jonizację. W związku z tym promienie te mają długi zasięg w ośrodkach materialnych. Na przykład promienie o energii 1MeV mają w wodzie średni zasięg około 0,1m. Słabo pochłaniane promienie gamma, o wysokiej energii, łatwo przenikające przez ośrodki materialne, nazywane są promieniowaniem twardym .

W ostatnim okresie obserwuje się szerokie zastosowanie promieniowania w przemyśle, rolnictwie, medycynie itp. Zastosowanie promieniowania jest często najtańszym , najwygłszym czy wręcz jedynym sposobem do osiągnięcia określonego celu czy skutku. Promieniowanie jonizujące posiada również określone działanie na materiały kompozytowe,,zwłaszcza warstwowe. Związane jest to z ich budową. W celu uzyskania dużej wytrzymałości mechanicznej, przy małym ciężarze i prostej technologii przetwórstwa. stosuje się kompozyty warstwowe, jednak ten sposób przetwórstwa powoduje szczególnie poważne problemy związane z utrzymaniem odpowiednich właściwości elektrycznych i mechanicznych w wankach działania promieniowania jonizującego.

Ttabl. 1. Dawki promieniowania naturalnego w USA.

<i>Źródło promieniowania</i>	<i>Dawki mRad /rok</i>
<i>Promieniowanie kosmiczne</i>	
<i>- na poziomie morza</i>	<i>40</i>
<i>- na poziomie 1500 m npm</i>	<i>70</i>
<i>- na poziomie 3000 m npm</i>	<i>160</i>
<i>- na poziomie 6000 m npm</i>	<i>400</i>
<i>- pasażerski samolot odrzutowy</i>	<i>6000</i>
<i>Promieniowanie gamma z gleby i skał</i>	
<i>- Nizina Atlantycka</i>	<i>23</i>
<i>- Wyżyna Kolorado</i>	<i>90</i>
<i>Inne źródła</i>	
<i>- opady pyłów radioaktywnych</i>	<i>4</i>
<i>- elektrownie atomowe</i>	<i>0,003</i>
<i>- diagnostyka medyczna</i>	<i>72</i>
<i>- farmaceutyki promieniotwórcze</i>	<i>1</i>
<i>- różne</i>	<i>3</i>

Zjawiska te nie są jeszcze dokładnie poznane i brak jednoznacznych kryteriów oceny stopnia zużycia kompozytów oraz metod kontroli tego zużycia. Można się spodziewać pewnych korelacji między działaniem promieniowania UF a promieniowaniem jonizującym. Dla roboczych dawek promieniowania o energii rzędu kilku MeV skutki starzeniowe oddziaływania promieniowania jonizacyjnego mogą być o wiele bardziej znaczące dla trwałości izolacji niż promieniowania UF. Zmiana niektórych właściwości w pierwszym okresie oddziaływania promieniowania elektronowego związana jest z procesami dotwardzania i dodatkowego sieciowania kompozytu, podobnie tak jak w przypadku promieniowania UF.



Rys.1. Zmiany strat dielektrycznych $tg\delta$ (1) oraz przenikalności dielektrycznej ϵ (2) kompozycji EPIDIAN5 + włókno szklane napromieniowanej promieniowaniem β o dawce D .

Zmiany strukturalne zachodzące w dielektrykach pod wpływem promieniowania wysokoenergetycznego polegają na degradacji cząsteczek z wytwarzaniem produktów o mniejszej drobinie, niejednokrotnie lotnych, albo na zwiększaniu cząsteczek. Obie zmiany najczęściej zachodzą jednocześnie, tylko intensywność ich jest różna - zależnie od budowy cząsteczki, oraz natężenia promieniowania. Wyjątkowo małą odpornością na promieniowanie odznaczają się tworzywa zawierające atomy któregośkolwiek z chlorowców ponieważ z tworzyw tych wydzielają się pod wpływem promieniowania agresywne gazy i związki chemiczne (HCl), które w zasadniczy sposób obniżają ich właściwości dielektryczne.

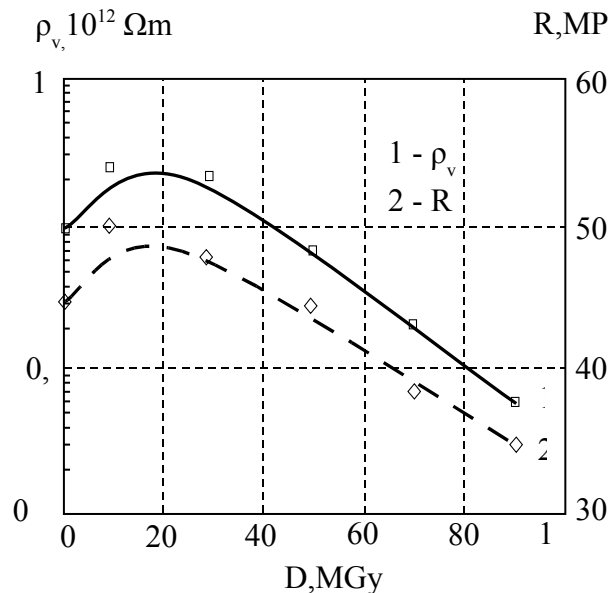
Rezystywność większości polimerów poddanych działaniu promieniowania wysokoenergetycznego zmniejsza się znacznie, nawet przy energiach promieniowania za małych do wywołania w nich znacznych przemian chemicznych. Duża dawka promieniowania wpływa na własności dielektryczne wszystkich tworzyw sztucznych w sposób nieodwracalny, ponieważ wpływ ten jest związany ze zmianą ich struktury chemicznej - rys.1, 2.

Neutrony są cząstkami nie naładowanymi i mogą wywołać jonizację tylko pośrednio. Ich zasięgi są duże. Neutrony o energiach kilku MeV mogą penetrować wodę do głębokości 1m i głębiej. Spowolnienie neutronu do prędkości termicznych (energia niższa od 1eV) powoduje bardzo wysokie prawdopodobieństwo jego wychwytu przez jądro. Wychwyto wi często towarzyszy emisja promieni gamma. Dawki promieniowania naturalnego są zależne od położenia geograficznego danego terenu. Dla przykładu w tabelicy 1. podano przybliżone dawki promieniowania naturalnego na terenie USA.

Pod wpływem promieniowania jonizującego w dielektrykach mogą mieć miejsce następujące zmiany:

- pogorszenie własności mechanicznych polegające na pojawieniu się kruchości i utracie elastyczności,

- zmiana przewodności cieplnej,
- postępujące utlenianie w obecności powietrza i rozkład dielektryku.
- pogorszenie własności elektrycznych.



Rys.2. Zmiany rezystywności skrośnej ρ_v (1) oraz wytrzymałości mechanicznej na zginanie R (2) kompozycji EPIDIAN5 + włókno szklane napromieniowanej promieniowaniem β o dawce D.

LITERATURA

1. Subocz L., *Promieniowanie jonizujące jako czynnik starzeniowy izolacji polimerowej* VI Seminarium Techniczne „Materiały i technologie elektroizolacyjne” Ustroń-Jaszowiec 24-26 kwietnia 2002. s.169-172.
2. Gracia Rejon A., Manero O., Rangel- Nafaile C. *Analysis of the Flow behavior of Irradiated Polyethylene through transient Network Models*. Journal of Applied Polymer science Vol. 30 1985.
3. Gutman I.Y. *Methodology of Assesament of Water Repellency of Composite Insulator and its Application for Laboratory and Field Studies*. Proc 7th Int.Symp.HV Eng., pap.43.17,pp.231-232, Dresden, Germany, August 26-30, 1991.
4. Gorur R.S.,Cherney E.A., Hackman R. *Performance of Polymeric Insulating Materials in Salt-Fog*. IEEE Trans.Power Delivery , Vol.2, No 2, pp.486-492, 1987.

DESTRUCTION OF INSULATING COMPOSITES BY IONIZING RADIATION

High-energy heat, emitted by nuclear or sun radiation influences intensive destruction of insulation.