

Joanna Izbicka*, Janusz Michalski**

POLIESTRY WZMACNIANE WŁÓKNEM SZKLANYM JAKO MATERIAŁY DLA ELEKTROENERGETYKI

Streszczenie: W artykule zaprezentowano własności poliestrów wzmocnionych włóknem szklanym, które mogą znaleźć zastosowanie przy wyrobie rozdzielnic. Takie rozdzielnice są szeroko stosowane w krajach Unii Europejskiej.

Słowa kluczowe: poliestry z włóknem szklanym, rozdzielnice

1. Wstęp

Laminaty poliestrowe z włóknem szklanym znane są jako materiały konstrukcyjne od około 50 lat. W zależności od zastosowanych materiałów na osnowę polimerową i na wzmocnienie/napełnienie, kompozyty polimerowe są na ogół materiałami anizotropowymi, co oznacza, że właściwości tych materiałów są różne w różnych kierunkach przyłożonych obciążeń. Stwarza to (prawie) nieograniczone możliwości konstruowania nowych wyrobów (urządzeń) o z góry zaplanowanych właściwościach. Na rynkach światowych pojawia się coraz większa gama materiałów kompozytowych, stosowanych w różnych konstrukcjach, w różnych gałęziach przemysłu. Samochody, samoloty, maszyny, sprzęt sportowy, zbiorniki paliwowe itp., to przykłady zastosowań wysokowytrzymałych kompozytów polimerowych, wzmocnianych włóknami. Płyty EWS (Zakładów z Gliwic) są powszechnie stosowane jako podkładki i przekładki izolacyjne, nawet w okrętownictwie.

* Instytut Polimerów, Politechnika Szczecińska

** Instytut Elektrotechniki, Politechnika Szczecińska

2. Poliestry wzmocnione włóknem szklanym — PWS-y

W elektrotechnice poliestry wzmocnione z włóknem szklanym — PWS, znane są od około 30 lat. Wiele wyrobów i urządzeń wykonuje się w kraju z tłoczyw *Estrodur* [1], które w postaci skrzynek, obudów itp. od lat znane są i stosowane w codziennej praktyce w wyrobach elektrotechnicznych. Właściwości elektroizolacyjne kompozytów PWS zależą przede wszystkim od zastosowanych napełniaczy. Można tak dobrać rodzaj oraz ilości napełniaczy, aby zgodnie z [2] otrzymać tworzywa:

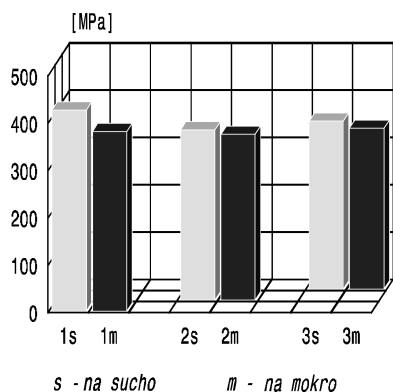
- elektroizolacyjne, gdzie $R_s > 10^9 [\Omega]$,
- antyelektrostatyczne, gdzie $10^6 [\Omega] < R_s \leq 10^9 [\Omega]$,
- elektroprzewodzące, gdzie $R_s \leq 10^6 [\Omega]$ [3].

Dodawane do tworzyw sztucznych środki antyelektrostatyczne stanowią ważną grupę środków, przyczyniających się do poszerzenia zakresu ich stosowania. Dużą rezystywność powierzchniową i skrośną utwardzalnych kompozycji poliestrowych (odpowiednio — $10^{17} [\Omega]$ i $10^{18} [\Omega \cdot \text{cm}]$) powoduje gromadzenie się ładunku elektrycznego na powierzchni kompozytu, co może doprowadzić w sprzyjających warunkach do wyładowania iskrowego o napięciu nawet do tysięcy woltów; konsekwencją takiego wyładowania jest zapłon gazów palnych i/lub pyłów na powierzchni kompozytu, mogący doprowadzić do rozprzestrzenienia się ognia oraz do wybuchu [4]. Stąd też w praktyce materiały takie nie nadają się do zastosowania wszędzie tam, gdzie mogą mieć kontakt z materiałami łatwopalnymi, wyklucza to wykorzystanie takich materiałów w takich zastosowaniach, w których inne właściwości są bardzo pożądane [5] oraz w warunkach dużego zapylenia. Uzyskanie kompozytów o zwiększonym przewodnictwie elektrycznym uzyskuje się przez:

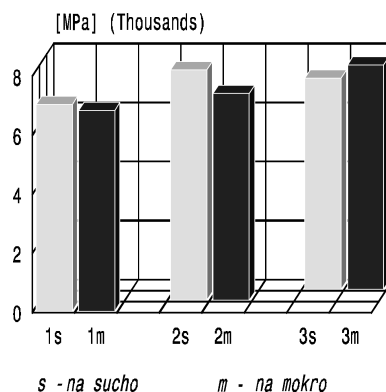
- użycie polimerów o specyficznej budowie chemicznej, które przewodzą prąd elektryczny (np. jonometry),
- wprowadzenie do elektroizolacyjnej matrycy polimerowej rozdrobnionych napełniaczy przewodzących,
- naniesienie na gotowy wyrób elementu konstrukcyjnego warstwy przewodzącej,
- użycie antyelektrostatyków wewnętrznych i/lub zewnętrznych [3].

Do wzmocniania tworzyw sztucznych stosowanych jest szereg włókien, o różnym charakterze chemicznym i różnym pochodzeniu. W początkowym okresie rozwoju tworzyw wzmocnionych stosowane były tekstylne włókna szklane, niektóre włókna organiczne naturalne (sizał, juta), włókna azbestowe, próbowano również stosować włókna stalowe [6]. Napełniacze włókniste mogą mieć postać włókien ciągłych, ciętych, tkanin i mat o różnej budowie oraz linek. Ich wspólną cechą jest wielokrotnie większa długość w stosunku do grubości. Włókna stosuje się bez apretury lub z apreturą a niekiedy też z impregnatami, modyfikującymi powierzchnię w sposób ułatwiający adsorpcję polimeru i reakcje chemiczne między napełniaczem włóknistym a matrycą polimerową [7]. Zastosowanie różnego rodzaju włókien pozwala na dowolne manipulowanie sztywnością i twardością kompozytu w celu otrzymania z góry zadanych właściwości, co można osiągnąć przez zastosowanie odpowiedniej kombinacji włókien węglowych

i szklanych [8], których udział, jako materiału wzmocniającego, może dochodzić do 98% [9]. Dodatek włókna węglowego do wzmocnienia szklanego poprawia wskaźniki wytrzymałościowe kompozytu polimerowego (szczególnie sztywność) a jednocześnie pozwala otrzymać tworzywo, spełniające wymogi antystatyczności lub nawet przewodzące. Zastosowanie włókna ciągłego (roving, tkaniny) w miejsce włókna ciętego (mata), pozwala otrzymywać kompozyty o 2–3 krotnie wyższych wskaźnikach wytrzymałościowych.



Rys. 1. Zależność wytrzymałości na zerwanie kompozytów napełnionych włóknami: 1 – aramidowym/szklanym w stosunku 1:3, 2 – aramidowym/szklanym w stosunku 1:1, 3 – aramidowym



Rys. 2. Moduł Younga kompozytów napełnionych włóknami: 1 – aramidowym/szklanym w stosunku 1:3, 2 – aramidowym/szklanym w stosunku 1:1, 3 – aramidowym

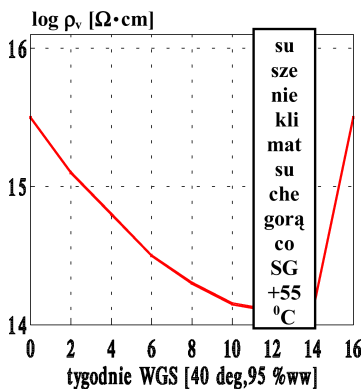
Dwufunkcyjne nienasycone żywice poliestrowe w postaci roztworu, po dotwarzeniu i wzmocnieniu włóknem dają materiały:

- odporne na różne czynniki środowiskowe,
- odporne na gnicie i korozję,
- o dobrych właściwościach mechanicznych,
- o małym ciężarze,
- o stosunkowo niskiej cenie.

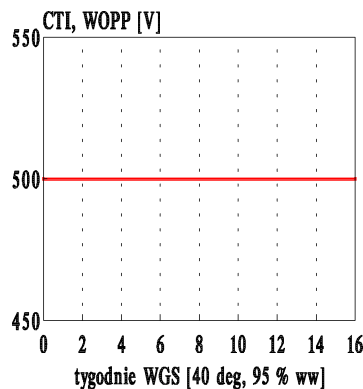
Stosowane krajowe żywice poliestrowe dostępne są w kilkunastu rodzajach, do różnych zastosowań:

- konstrukcyjne, ogólnego przeznaczenia,
- tiksotropowe,
- elastyczne o zwiększonej udarowości,
- chemoodporne,
- samogasnące.

Wyroby z PWS można otrzymać na drodze łatwego formowania nawet dużych wyrobów o skomplikowanych kształtach, za pomocą prostego oprzyrządowania a ponadto regulować właściwości, tak mechaniczne jak i elektryczne w szerokim zakresie, w zależności od ściśle określonych wymagań.



Rys. 3. Zależność rezystywności skrośnej kompozytów PWS w funkcji czasu działania wilgotnego gorąca stałego



Rys. 4. Zależność odporności na prądy pełzające kompozytów PWS w funkcji czasu działania wilgotnego gorąca stałego

„Ogólnie można stwierdzić, że w kraju, poza terenami przy granicy zachodniej, Rejony/Zakłady Energetyczne nie stosują z zasady skrzynek przyłączeniowych do przyłączy kablowych” [10]. Mimo, że zaleca się stosowanie złączy w obudowach z tworzyw organicznych, to stare stereotypy myślowe narazie przeważają, metal wygrywa.

Ostatnie lata to ekspansja tworzyw PWS do zastosowań w elektrotechnice i energetyce, głównie do wyrobu rozdzielnic [11], ze względu na:

- dobre parametry dielektryczne,
- możliwość tworzenia obudów na zamówienie w konkretnych, ściśle określonych gabarytach,
- brak zjawiska korozji, co powoduje,
- gwałtowny spadek ilości wypadków przy montażu, kontroli bądź naprawie urządzeń, zamontowanych w obudowach z PWS, z czego część naszych decydentów jeszcze sobie nie zdaje sprawy lub to bagatelizuje.

Wymagania Unii Europejskiej, powoli ale systematycznie przekładane na język norm i dyrektyw wymuszają postęp w procesie myślowym poprzez prosty rachunek ekonomiczny — „nowoczesne rozdzielnice spełniają żądania obniżenia kosztów:

- do 15% przez samo stosowanie technik systemowych,
- do 22% kosztów montażu, jako blok aparaturowy oraz przez łatwość montażu i oszczędność miejsca,

- przez uniknięcie dodatkowego kosztu przygotowania dokumentacji u zamawiającego wyposażenie, które może spowodować 10% wzrostu kosztów nabywcy” [10].

Ten rachunek ekonomiczny wymusi wdrożenie już gotowych opracowań technologicznych, mogących pracować w środowiskach ciężkich [11] lub o właściwościach antyelektrostatycznych lub elektroprowadzących [12, 13], co doprowadzi w niedługim czasie do całego szeregu zmian konstrukcji energetycznych, mechanicznych, nośnych itp. Zmian rewolucyjnych.

Literatura

- [1] **Królikowski W.:** *Żywice i laminaty poliestrowe*, WNT, Warszawa 1986 (II wyd)
- [2] PN-92/E-05203: *Ochrona przed elektrycznością statyczną. Materiały i wyroby stosowane w obiektach oraz strefach zagrożonych wybuchem. Metody badania oporu elektrycznego właściwego i oporu upływu*
- [3] **Stańkowska-Walczak D.:** *Kompozyty poliestrowe przewodzące prąd elektryczny*, Praca doktorska Szczecin, 1991
- [4] Patent RP 160452 (1990,1993), Politechnika Szczecińska
- [5] **Kicko-Walczak E.:** — informacja prywatna. Instytut Chemii Przemysłowej, Warszawa 1977
- [6] **Królikowski W.:** *Tworzywa wzmocnione i włókna wzmocniające*. Wyd. PS Szczecin 1984
- [7] **Jurkowski B., Jurkowska B.:** *Sporządzanie kompozycji polimerowych*, WNT, Warszawa 1995
- [8] **Partridge I. K.:** *Advanced composites*, Elsevier Applied Science, London 1989
- [9] **Kozłowski J., Wilczopolski M., Wituszyński K.:** *Konstrukcje okrętowe z kompozytów polimerowych*. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1982
- [10] **Sosnowski T.:** *Nowe rozwiązania rozdzielnic niskonapięciowych w budynkach, spełniające wymagania Unii Europejskiej*, Opracowanie COBR Elektromontaż, Warszawa, 1999
- [11] **Balski L., Michalski J., Nawos-Wysocki L.:** *Badania środowiskowe niepełne skrzynki — złącza pomiarowo-bezpiecznikowego typu ZPB-1*. Dokumentacja Techniczna DT 042-7981/6-6-2-35 dla Polimat-Nowogard, 1997
- [12] **Izbicka J., Żurawczyk P.:** *Kompozyty poliestrowe o właściwościach antyelektrostatycznych*. Dokumentacja Techniczna Instytut Polimerów Szczecińskiej dla Nordcap Plastik Gdańsk, 1988
- [13] **Izbicka J.:** *Kompozyty hybrydowe*. Mat. konf. Ogólnopolskiej Szkoły Kompozytów „Podstawy Mechaniki Kompozytów Polimerowych”, Szklarska Poręba 1997, wyd. Politechniki Warszawskiej 1998

POLYESTERS STRENGTHENED WITH GLASS FIBRE AS MATERIALS FOR ELECTRICAL ENGINEERING PURPOSES

The paper presents the properties of polyesters strengthened with glass fibre for the purpose of further applications in manufacturing of switchgears. Such switchgears of plastics are widely used in European Union countries.