

Joanna IZBICKA
Janusz MICHALSKI

KOMPOZYTY, LAMINATY, TWORZYWA STOSOWANE W TECHNICIE

STRESZCZENIE *W artykule podano przykładowe zastosowania kompozytów przekładkowych i laminatów z włóknem szklanym i węglowym. Omówiono zastosowanie żywic w elektrotechnice do budowy izolatorów. Przedstawiono wyniki badań rezystywności skrośnej polimerobetonów.*

Słowa kluczowe: *kompozyty, laminaty, żywice, polimerobeton*

1. WSTĘP

Tworzywa wzmocnione, napełnione, laminaty, kompozyty, to różne nazwy materiałów używanych od 60 lat do różnorodnych zastosowań takich jak: sprzęt sportowy (jachty, tyczki, oszczepy, kije golfowe, rakiety tenisowe, wędkę, deski surfingowe); okręty wojskowe, części karoserii samochodów, samolotów, rakiet, sputników; zbiorniki w przemyśle chemicznym, papierniczym; elementy budowli, posadzki, rury, wyposażenie sanitarne; sprzęt elektrotechniczny i elektroniczny (płyty epoksydowe, wypraski, sprzęt AGD, izolatory, skrzynki, oprawy itp.).

dr inż. Joanna IZBICKA

e-mail: izbr@wp.pl

ZDP PAN Oddział Gdańsk filia Szczecin

dr inż. Janusz MICHALSKI

Politechnika Szczecińska

Kompozyty dynamicznie rozwijające się w ostatnich latach, ze względu na coraz to nowe polimery, włókna wzmacniające, dodatki i substancje modyfikujące, mają wiele zalet z punktu widzenia elektrotechniki, gdyż są w większości izolatorami. Po dodaniu różnych wzmocnień, napełniaczy (włókien węglowych, płatków aluminiowych, srebra, grafitu, sadzy, metalizowanego włókna szklanego) możemy otrzymywać tworzywa o właściwościach antyelektrostatycznych, przewodzących. Wiele nowych kompozytów to polimery napełnione drewnem, odpadami drewnianymi, mączką, włóknami naturalnymi, imitujące tradycyjne materiały, a wykazujące doskonałą odporność na wodę, środki chemiczne, paliwa, oleje.

Dzięki dobrym parametrom dielektrycznym, kompozyty polimerowe są stosowane jako wykładziny w wannach do elektrolizy, pokrycia części słupów żelbetowych i stalowych, pokrycia słupów i belek służących do podwieszania przewodów wysokiego napięcia oraz niektóre elementy specjalne w transformatorach. Z kompozytów polimerowych wykonuje się elementy elektroizolacyjne, konstrukcyjne do napowietrznych linii o napięciu do 140 kV.

Możliwość dowolnego formowania kształtu, łatwe wytwarzanie, właściwości mechaniczne porównywalne z wytrzymałością stali konstrukcyjnej przy 5-krotnie mniejszym ciężarze i odporności na warunki atmosferyczne i większość czynników agresywnych, to zalety kompozytów polimerowych, tworzyw wzmocnionych. Są i ograniczenia np. anizotropia, inne – różne właściwości w różnych kierunkach obciążania.

Dostępna na rynku różnorodność żywic, polimerów, wzmocnień i napełniaczy pozwala wytwarzać z tworzyw wzmocnionych elementy o dowolnych kształtach, wyroby o różnorodnych właściwościach, projektowane nawet pod jednostkowe zastosowania.

Kompozyty od wielu lat są także stosowane przez artystów plastyków, architektów, w zdobnictwie i wyrobie biżuterii.

2. KOMPOZYTY PRZEKŁADKOWE

Kompozyty poliestrowo-szklane są stosowane z powodzeniem w budownictwie na całym świecie od ponad 40 lat. Ściany tuneli, panele ozdobne elewacji, zadaszenia, budynki nawet 2 piętrowe tzw. segmentowe, to tylko niektóre przykłady praktycznych zastosowań. Prezentowane płyty podestowe balkonów są technologicznie i materiałowo bardzo bliskie podłogom luków bagażowych samolotów i to tych największych, np. Airbus-a; mostom, kładkom

itp. Zastosowania te wymagają lekkości konstrukcji, określonej wysokiej wytrzymałości oraz sztywności.

Zbudowane z tzw. laminatów przekładkowych (z ang. *sandwiczowych*) łączą powyższe wymagania, ograniczając koszty konstrukcji i charakteryzują się dużą trwałością dzięki wysokiej odporności na narażenia atmosferyczne i chemiczne.

Kompozyty przekładkowe, technologicznie i konstrukcyjnie stanowią dwie warstwy zewnętrzne laminatu o małej grubości 1,5 – 4 mm, przedzielone warstwą pianki lub płyty recyklatowej – w naszej wersji o grubości kilku cm. Grubość kompozytu przekładkowego zależy od wymagań odbiorcy, wymogów konstrukcji czy mocowania. Zewnętrzne warstwy laminatu zapewniają większość właściwości wytrzymałościowych, przekładka sztywność i oczekiwaną grubość. Proponowane płyty z kompozytów poliestrowych wzmocnionych włóknem szklanym (PWS) z przekładką piankową lub z recyklatów tworzyw, zapewniają dodatkowo małą nasiąkliwość, odporność na wilgoć i płyny, nawet gdyby nastąpiło pęknięcie laminatu i odsłonięcie przekładki. Proponowane materiały, otrzymywane nowoczesną metodą laminowania ciśnieniowego, mają wysokie właściwości wytrzymałościowe, niewielki ciężar właściwy, umiarkowany koszt i dużą trwałość, a ich produkcja spełnia wszelkie cechy produkcji przyjaznej środowisku.

Prototyp płyty balkonowej o wymiarach 200 x 130 x 12 cm, wykonanej w opisanej technologii i przeznaczony do badań wytrzymałościowych pokazano na rys.1. Prototyp został poddany próbom obciążenia statycznego – uzyskany wynik to ponad 170 MPa.

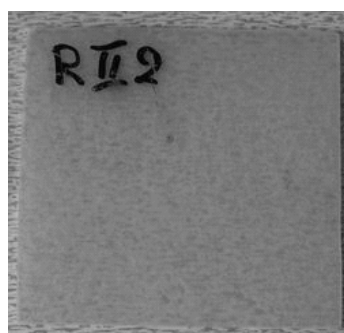
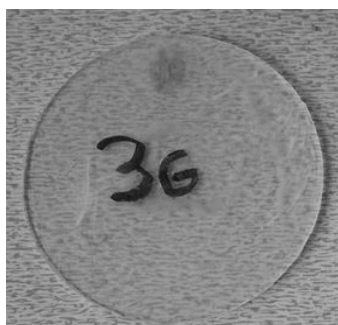
Problem podparcia czy zamocowania nowych płyt podestowych nie jest szczególnie trudny, zwłaszcza przy zastosowaniu, wcześniej wspomnianych, lekkich płyt poliestrowo-szklanych, których jednostkowy ciężar jest rzędu 20 kG/m². Trzeba wszakże bardzo mocno podkreślić, iż w każdym przypadku projekt całkowitej wymiany balkonowych płyt podestowych musi być poprzedzony analizą konstrukcji i ekspertyzą stanu technicznego budynku, zwłaszcza ewentualnych wieńców lub tych elementów konstrukcyjnych, które stabilizowały położenie usuniętych podestów żelbetowych.



Rys. 1. Prototyp płyty balkonowej z kompozytów przekładkowych PWS

3. LAMINATY Z WŁÓKNEM SZKLANYM I WĘGLOWYM

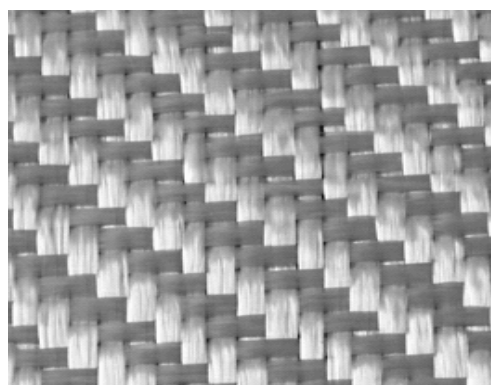
Bezbarwne, przezroczyste żywice pozwalają otrzymywać laminaty przezroczyste lub częściowo przezroczyste (rys. 2...6) z cienkich tkanin i mat włóknistych. Mają one zastosowanie na osłony, wiaty, pokrycia, świetliki. Są bezpieczne, odporne na uderzenie i rozbitcie, pochłaniają dużą ilość energii. Przy pękaniu matowieją, nie rozpryskują się jak np. szkło.



Rys. 2. Próbkki utwardzonej żywicy epoksydowej i laminatu z włóknem szklanym



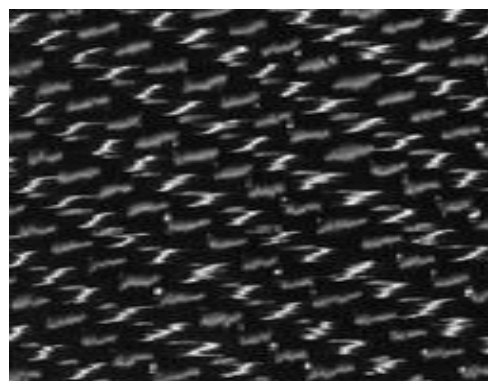
Rys. 3. Przykład maty emulsyjnej powierzchniowej z włókna szklanego



Rys. 4. Przykład tkaniny szklanej



Rys. 5. Przykład tkaniny z włókna aramidowego



Rys. 6. Przykład tkaniny z włókna węglowego

Największe gabarytowo – zbiorniki, rury, elementy aparatury chemicznej z laminatów poliestrowych z włóknem szklanym (PWS) i węglowym (PWW) produkuje, metodą nawijania, firma Plasticscon z Torunia (rys. 7). Do produkcji stosowane są tam następujące żywice poliestrowe: winyloestrowe, bisfenolowe, izoftalowe, teroftalowe, ortoftalowe, zapewniające najwyższą odporność na agresywne, chemiczne środowiska.

Inne ciekawe zastosowania dużych (gabarytowo) laminatów PWS to pokrycia zbiorników oraz kanałów (w celu hermetyzacji) w oczyszczalniach ścieków. Firma ROMA Sp z o.o. pod Toruniem wykonuje elementy zabudowy zbiorników oraz kanałów od 1998 r. Wykonane przez nią elementy zamontowane są na terenie Polski, Niemiec, Szwajcarii, Austrii (rys.8...10).

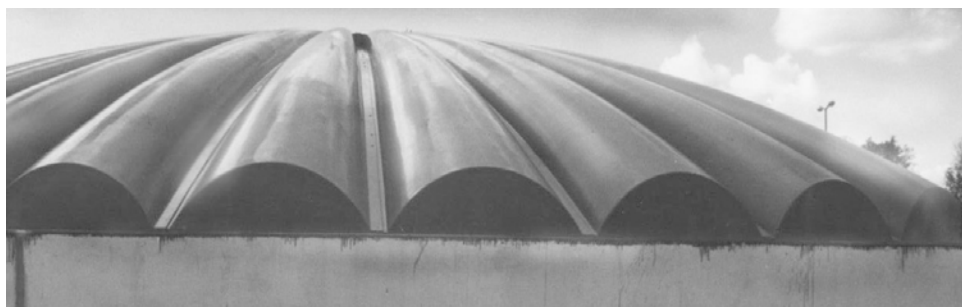


Rys. 7. Skruber (absorber) wykonany z PWS. (PLASTICON POLAND)



Rys. 8. Oczyszczalnia Ścieków w Bonn (Niemcy). Pokrycie kanałów na długości ok. 120 m

Rys.9. Słupia Kapitulna (Polska). Zbiorniki Dn18000 oraz Dn9000 z pomostem; konstrukcja podparta na pomoście oraz koronie zbiornika



Rys. 10. Pokrycie samonośne Dn 15000, konstrukcja bez podparcia w centralnym punkcie zbiornika

2. ZASTOSOWANIA ŻYWIC I POLIMEROBETONÓW

Materiały stosowane w izolatorach to:

- żywica Epidian 2 ;
- bezwodnik kwasu ftalowego;
- mączka kwarcowa ;
- barwnik.

Przykłady zastosowań kompozytów w elektrotechnice ukazuje rys. 11

W badaniach żywic, laminatów, polimerobetonów do zastosowań energetycznych i elektrotechnicznych w trudnych warunkach eksploatacji, sprawdza się najczęściej zmiany następujących parametrów:

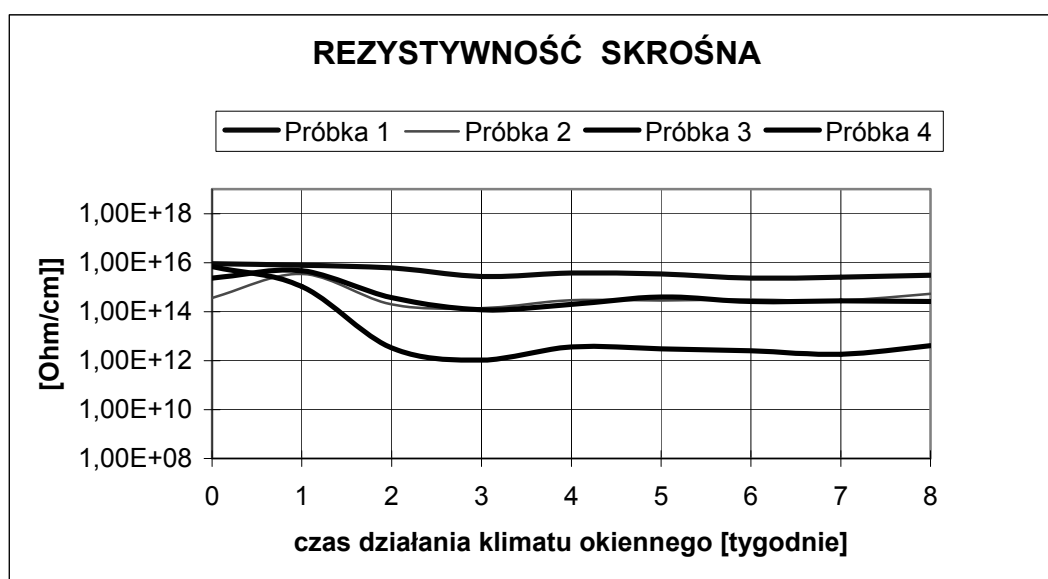
- rezystywność skrośna ρ [Ω /cm]
- współczynnik strat $\text{tg}\delta$
- przenikalność dielektryczna ϵ
- odporność na działanie łuku elektrycznego w różnych warunkach: – woda, niskie i podwyższone temperatury, wysoka wilgotność powietrza.



Rys. 11. Izolatory wykonane z żywicy epoksydowej

Rysunek 12 przedstawia wynik działania tzw. „klimatu okiennego” – zmiennej temperatury od -20°C , poprzez $+10$, -25 , $+25$, $+80^{\circ}\text{C}$ przy zmiennej wilgotności 65 i 98% w ciągu doby na polimerobeton (także z recyklatem PWS nieb.). Jak widać, po 2-3 tygodniach działania wilgoci i zmiennej temperatury, rezystywność skrośna stabilizuje się na nieco niższym, dobrym poziomie.

Przebadane polimerobetonu miały dobrą odporność na łuk elektryczny (190 s; 250 s) podobny do odporności porcelany. Mogą więc być stosowane do produkcji izolatorów Sn i Wn, a także jako materiał izolacyjno-konstrukcyjny do pracy w trudnych i ciężkich warunkach środowiskowych. Koszt wytwarzania izolatorów z polimerobetonu szacuje się na 5 –10 % kosztów wytwarzania izolatora porcelanowego. Polimerobetonu stosowane są również jako podkładki dielektryczne pod szyny w kolejnictwie.



Rys. 12. Wyniki badania Polimerobetonów

Podstawową zaletą betonów żywicznych (polimerobetonów) jest ich duża wytrzymałość mechaniczna i dobra odporność chemiczna. Są wodoszczelne i nienasiąkliwe, mrozo odporne oraz odporne na różne agresywne środowiska. Ich bardzo dobre właściwości zależą od zastosowanych rodzajów składników, przede wszystkim spoiwa/żywicy. Duża szczelność (nasiąkliwość wodą poniżej 1%), bardzo mała ścieralność, duża odporność na działanie mrozu, duża przyczepność do różnych materiałów, duża odporność na zarysowania, możliwość uzyskiwania gładkich powierzchni, żądanych wybarwień, minimalne wymagania pielęgnacyjne to dalsze zalety tych nowych materiałów.

Wytrzymałość na ściskanie wynosi $50 \div 200$ MPa; na rozciąganie ok. 10 MPa; na zginanie 15 – 50 MPa. Aby uzyskać beton cementowy o wytrzymałości na ściskanie ok. 100 MPa trzeba ponieść koszt 3 do 4 razy większy, niż wynosi koszt betonu żywicznego o tej samej wytrzymałości.

Z tych nowych materiałów wykonuje się budowle hydrotechniczne, wykładziny zapór wodnych, nabrzeża portowe, bloki fundamentowe, słupy linii przesyłowych, rury, belki, słupy, płyty, elementy elewacji, wyposażenie sanitarne, rynny ściekowe, posadzki przemysłowe, zbiorniki, obudowy kanałów, studnie a nawet stopnie schodowe.

Rękopis dostarczono, dnia 13.09.2006 r.

COMPOSITES, LAMINATES, AND PLASTICS USED IN TECHNOLOGY

J. IZBICKA, J. MICHALSKI

ABSTRACT

The paper presents exemplary applications of sandwich composites and laminates with glass and carbon fibres. Application of resins in power engineering for construction of insulators is discussed. Results of investigations into volume resistivity of polymer-concretes are presented.