

Opracowanie warstwy pośredniej w laminacie metalowo-włóknistym w aspekcie odporności na korozję galwaniczną

Narodowe Centrum Nauki
UMO-2014/15/B/ST8/03447

Projektowanie nowych konstrukcji, unowocześnianie istniejących a także realia ekonomiczne są siłą napędową rozwoju innowacyjnych materiałów. Kompozyty i laminaty należą do tej kategorii materiałów. Wykorzystuje się do ich wytwarzania znane komponenty o odmiennych właściwościach, żeby po połączeniu uzyskać nowe cechy tworzywa i wyrobu, na przykład szkło odporne na uderzenia albo lekki samolot. Niezbędne jest oczywiście zbadanie i opisanie uzyskanych właściwości takiego hybrydowego materiału, żeby stał się przydatnym dla projektantów. Obiektem badań w projekcie był laminat metalowo-kompozytowy wzmocniany włóknem węglowym. Laminaty takie zastępują stopniowo metalowe elementy konstrukcji lotniczych ale potencjalnie mogą służyć do budowy pojazdów, statków, wiatraków elektrowni wiatrowych itp. W naturalnym środowisku materiały te wymagają zabezpieczenia antykorozyjnego powierzchni metalu oraz krawędzi i otworów konstrukcyjnych. W warunkach zmiennej temperatury (zamrażanie-rozmrażanie) we wnętrzu laminatu może się kondensować wilgoć. Zrealizowany projekt miał na celu opracowanie międzywarstwy w układzie metal-kompozyt (stop aluminium + kompozyt polimerowy z włóknem węglowym) w aspekcie podwyższenia odporności korozyjnej złożonego laminatu przy równoczesnym zapewnieniu wysokiej wytrzymałości. Zastosowano dwa sposoby przygotowania powierzchni aluminium do łączenia z kompozytem termoutwardzalnym oraz dodatkową międzywarstwę z ultracienkiego (o grubości 0,04 mm) kompozytu epoksydowego wzmocnianego włóknem szklanym. Wytworzone warstwy tlenkowa i silanowa oraz kompozyt szklany są dielektrykami i ich główną rolą jest odizolowanie przewodzącego włókna węglowego od metalu, co zapobiega korozji wewnątrz laminatu. Poszczególne komponenty (metal, kompozyt węglowy, kompozyt szklany, warstwa tlenkowa i warstwa zol-żel) różnią się właściwościami mechanicznymi i fizyko-chemicznymi. Niezbędne więc było wykonanie kompleksowych badań wytrzymałości takich złożonych materiałów w warunkach agresywnego środowiska o zmiennych parametrach. Sprawdzone stabilność warstw w bezpośrednim kontakcie z roztworem chlorku sodu oraz wpływ wilgoci w podwyższonej temperaturze i wpływ szoków cieplnych (-50 - +80°C) na wytrzymałość laminatów. W zastosowanych układach hybrydowych z ultracienką międzywarstwą kompozytu epoksydowo-szklanego nie zaobserwowano korozji galwanicznej aluminium-włókno węglowe w żadnym z przeprowadzonych badań środowiskowych. Pozwala to na stwierdzenie, że zaproponowany układ spełnia założenia materiału odpornego na korozję w takich środowiskach. Wykazano również, że ultracienka warstwa nie obniża wytrzymałości na ścinanie międzywarstwowe w warunkach wysokiej wilgotności i cyklicznych zmian temperatury a zastosowane warstwy na aluminium dają porównywalny wkład w adhezję połączenia metal-kompozyt.

Uzyskane wyniki poszerzają bazę wiedzy o hybrydowych laminatach metalowo-włóknistych. Właściwości takich laminatów nie były dotychczas publikowane. Pozytywne wyniki zastąpienia procesu anodowania aluminium warstwą zol-żel wykonaną z komercyjnego materiału do adhezyjnego łączenia metali z kompozytami pozwalają na rozwinięcie badań nad modyfikacją połączenia z zastosowaniem bezpiecznego inhibitora korozji. Wobec rosnącego zainteresowania przemysłu połączeniami klejonymi metal-kompozyty i strukturami hybrydowymi cienkościennymi eksploatowanymi w naturalnych środowiskach, pracujących w warunkach zmiennych obciążeń mechanicznych i cieplnych, rezultaty projektu i dalsze kontynuowanie prac przyczynią się do rozwoju funkcjonalnych laminatów hybrydowych o projektowalnych właściwościach.