

Obecnie większość zaawansowanych technologicznie urządzeń zawiera elementy złączy materiał polimerowy-metal. Osadzanie metali na powierzchni polimerów jest kluczowym zagadnieniem w produkcji paneli samochodowych, obwodów scalonych, wyprasek zawierających obwody drukowane (3D-MID), urządzeń typu „labs-on-chip” i wielu innych. Najbardziej powszechną metodą osadzania warstwy metalu na podłożach polimerowych jest metalizacja bezprądowa (chemiczna). Z oczywistych względów metalizacja prądowa większości polimerów nie może być prowadzona bezpośrednio z powodu braku ich przewodności elektrycznej. Musi być ona poprzedzona wytworzeniem warstwy przewodzącej prąd elektryczny.

Celem realizacji planowanych badań naukowych jest uzyskanie, wskutek ablacji laserowej, takiego przewodnictwa elektrycznego warstwy wierzchniej nowych kompozytów termoplastycznych, które umożliwi ich selektywną (w miejscu napromienienia laserowego) metalizację prądową, przy jednoczesnym utrzymaniu właściwości dielektrycznych (izolacyjnych) nienapromienionego kompozytu. Ponadto, oprócz właściwości dielektrycznych kompozyty te będą się charakteryzowały właściwościami ekranującymi pole elektromagnetyczne.

Aby osiągnąć ten cel, opracowane zostaną nowe kompozyty termoplastyczne zawierające specjalnie dobrane dodatki przewodzące. W oparciu o obszerne badania literaturowe połączenie włókien miedzi, proszków miedzi, cyny i sadzy można uznać za bardzo obiecujący wybór napełniaczy ze względu na cel projektu. Różne kombinacje tych dodatków zostaną wykorzystane do określenia optymalnych właściwości kompozytów przed (struktura izolacyjna) i po (powierzchniowa struktura przewodząca) napromienianiu laserowym.

Opracowane materiały zostaną poddane procesom ablacji laserowej w celu usunięcia osnowy polimerowej z warstwy powierzchniowej w celu zwiększenia w niej stężenia dodatków przewodzących. Procesy ablacji kompozytów będą przeprowadzane przy użyciu laserów podczerwieni ( $\lambda = 1064 \text{ nm}$ ;  $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$ ), przy wykorzystaniu różnych parametrów promieniowania (moc wiązki, szybkość skanowania wiązką, częstotliwość).

Po laserowym indukowaniu warstwy wierzchniej przewodzącej prąd elektryczny zostanie zbadana skuteczność metalizowania prądowego. W układzie metalizacji prądowej w roztworze zawierającym jony miedzi wytworzona warstwa wierzchnia kompozytu stanowić będzie katodę, natomiast miedziana płytka anodę. Przeprowadzone będą badania wpływu rodzaju kąpeli oraz parametrów napięciowo-prądowych na strukturę i właściwości adhezyjne uzyskanych warstw miedzi, w zależności od parametrów napromieniania laserowego i metalizowania prądowego.

W ramach kompleksowej analizy literatury sformułowano następujące wnioski:

- 1) Selektowna metalizacja polimerów termoplastycznych może być realizowana przy użyciu bezpośredniej strukturyzacji laserowej (LDS). W tej metodzie stosuje się jednak związki metaloorganiczne, które nie są stabilne termicznie, dlatego często nie mogą być przetwarzane z tworzywami termoplastycznymi. Dodatkowo, metalizacja bezprądowa wymaga bardzo złożonych kąpeli, a sam proces jest wolny i trudny do kontrolowania.
- 2) Metalizacja prądowa jest prosta, może być kontrolowana parametrami prądowo-napięciowymi, dzięki czemu nawet gruba warstwa metaliczna może zostać osadzona w stosunkowo krótkim czasie. Jednak ta metoda wymaga przewodzącej powierzchni na termoplastycznych materiałach polimerowych.
- 3) Ustalono, że handlowy termoplastyczny kompozyt o najwyższej przewodności nie mógł być efektywnie metalizowany prądowo. Autor tego projektu jest przekonany, że aby zwiększyć przewodnictwo we wszystkich skalach długości powierzchni (także w skali nanometrycznej), dodatkowo przewodzące nanonapełniacze powinny zostać wprowadzone do struktury kompozytu. Ponadto, jeden z przewodzących napełniaczy powinien ulegać stopieniu wskutek ablacji laserowej, łącząc napełniacz miedziany.
- 4) Polimery termoplastyczne zawierające napełniacze przewodzące można galwanizować po osiągnięciu przewodności wynoszącej co najmniej  $10^{-2} \text{ S/cm}$ . Jednak nawet wtedy powierzchnia nie jest całkowicie pokryta, szczególnie w najbardziej odległym obszarze od elektrody. W tej technice cały materiał jest metalizowany (selektowna metalizacja nie jest możliwa).
- 5) Napromienianie laserowe związane z ablacją polimeru może zwiększyć przewodność powierzchniową przez zwęglenie powierzchni polimerowej.
- 6) Metalowe napełniacze są odporne na ablację laserową, dlatego ich stężenie podczas tego procesu może rosnąć wraz z osnowy kompozytu. Może to prowadzić do znacznego i kontrolowanego wzrostu przewodności powierzchniowej.

Przegląd literatury dotyczący tego projektu ujawnił nowość i znaczenie poznawcze proponowanych badań, które mogą mieć również znaczący i wymierny wpływ na zastosowania przemysłowe. Technika ta może być wykorzystana w szybko rozwijających się wypraskach zawierających obwody drukowane (3D-MID) wykorzystywanych w urządzeniach, w których zintegrowane są funkcje mechaniczne i elektryczne.