

Wielofunkcyjny inteligentny kompozyt ze zintegrowaną funkcją samomonitorowania, samonagrzewania i samoregeneracji, wytworzony przy użyciu druku 3D (SMART-S2H3D)

Potrzeba zrównoważonego rozwoju, w połączeniu z wyczerpywaniem się zasobów naturalnych, nakłada na nas odpowiedzialny obowiązek projektowania konstrukcji odpornych i bezpiecznych. Aby zapewnić bezpieczeństwo użytkowania różnego typu konstrukcji, obecnie powszechnie wykorzystuje się systemy monitoringu technicznego, wykorzystujące czujniki montowane do konstrukcji. Jednak dzięki postępom w nauce o materiałach, pojawiła się nowa klasa tak zwanych inteligentnych materiałów, które umożliwiają innowacyjne rozwiązania i zwiększoną funkcjonalność. Te nowoczesne materiały potrafią na przykład samoczynnie wykrywać swój stan, co otwiera nowe perspektywy w projektowaniu i eksploatacji konstrukcji oraz monitorowaniu ich niezawodności.

Poszukiwanie rozwiązań technologicznych dla stale rosnącego zapotrzebowania na projektowanie materiałów o nowych, zaawansowanych i wielofunkcyjnych właściwościach jest jednym z największych wyzwań stojących przed naukowcami zaangażowanymi w rozwój inżynierii lądowej, mechanicznej, lotniczej, motoryzacyjnej czy biomedycznej. Najnowsze osiągnięcia w zakresie projektowania wspomaganego komputerowo i technologii produkcji addytywnej, zwanej powszechnie drukiem 3D, pozwalają na wytworzenie złożonych komponentów, o precyzyjnie zaplanowanych parametrach. Wykorzystanie druku 3D pozwala jednak pójść krok dalej, w kierunku wbudowania systemu „czujników” bezpośrednio w materiał. Elementy służące jako czujniki, mogą jednocześnie wzmacniać kompozyt tworząc inteligentny materiał o zwiększonej wytrzymałości i funkcjonalności.

Celem projektu jest opracowanie nowego, wielofunkcyjnego materiału kompozytowego ze zintegrowanymi funkcjami samomonitorowania, samonagrzewania i samonaprawy. Zostaną opracowane dwa typy materiałów. W pierwszym z nich, w matrycy polimerowej zostaną wydrukowane ścieżki wykonane z filamentu wykonanego z materiału przewodzącego prąd z dodatkiem cząsteczek węgla. Drugi typ materiału będzie wykorzystywał ciągle włókna węglowe, które w procesie drukowania 3D zostaną osadzone w matrycy polimerowej. Tak uzyskane materiały, dzięki wbudowanej przewodności elektrycznej, będą mogły wykrywać i zgłaszać uszkodzenia, a w niektórych przypadkach także inicjować procesy naprawy, wykorzystując swoje właściwości przewodzące do aktywowania mechanizmów regeneracji. Dodatkowo będą miały funkcjonalność nagrzewania, która może być wykorzystana jako mechanizm odładzania lub zapobiegania oblodzeniu elementów powierzchniowych pracujących w zimnym środowisku.

Proponowane badania doświadczalno-numeryczne pozwolą na zrozumienie sprzężonego zachowania elektro-termo-mechanicznego wielofunkcyjnego kompozytu wytworzonego metodą druku 3D. W projekcie zostaną zbadane zależności pomiędzy poszczególnymi cechami wielofunkcyjnych kompozytów, co będzie miało kluczowe znaczenie dla rozwoju inteligentnych materiałów. W wyniku badań, zostaną zaprojektowane optymalne konfiguracje ścieżek przewodzących, ich objętości, geometrie i interfejsy pomiędzy ścieżkami przewodzącymi a matrycą polimerową, tak, aby zwiększyć właściwości samomonitorowania, samonagrzewania i samoregeneracji. Końcowym efektem projektu będzie opracowanie algorytmów wykrywania uszkodzeń na bazie zmiany parametrów elektrycznych. W szerszej perspektywie wyniki projektu będą miały duży wpływ na zwiększenie bezpieczeństwa elementów konstrukcyjnych w różnych dziedzinach inżynierii i poprawę ich nowych zintegrowanych funkcjonalności.