



Sposób wytwarzania powłoki funkcyjnej i powłoka funkcyjna wykonana na podłożu kompozytu polimerowego o wzmocnieniu „hybrydowym”.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania powłoki i powłoka funkcyjna z proszku tlenków półmetali, wykonanej na podłożu kompozytu o wzmocnieniu „hybrydowym” przy użyciu techniki infuzji próżniowej.

Opis patentowy [PL/EP1740368T3](#) obejmuje umieszczenie zbrojenia z włókna pomiędzy dwoma arkuszami silikonowymi, które są następnie sprasowywane w próżni razem ze zbrojeniem tak, że powstaje silikonowy worek wokół zbrojenia. W tym sposobie nie można jednakże zastosować tradycyjnych metod pokrywania części, jak nakładanie pokrycia na powierzchnię formy przed wprowadzeniem zbrojenia i żywicy.

Opis zgłoszenia patentowego [US2011052862A1](#) obejmuje nowy panel okładzinowy do zastosowania w pojeździe rekreacyjnym. Jest produkowany w procesie układania ręcznego lub infuzji próżniowej. W procesie infuzji próżniowej powłoka żelowa jest najpierw układana na powierzchni formy infuzyjnej, a następnie na powłokę żelową układane są suche materiały warstwowe. Forma jest zamykana, a składnik żywiczny jest wprowadzany do suchego materiału laminatu pod ciśnieniem próżniowym i utwardzany. Panele okładzinowe wytwarzane tymi metodami są bezszwowe i mają ograniczoną ilość odpadów związanych z procesami przycinania poprodukcyjnego. Panele okładzinowe produkowane w procesie infuzji próżniowej mają bardziej spójny skład i osiągają lepszą powtarzalność między częściami.

Opis zgłoszenia patentowego [US20120164900A1](#) dotyczy dostarczania powlekanego wzmocnienia, którego powlekanie ostatecznie umożliwia dostarczanie produktu wzmocnionego włókne szczególności w metodzie infuzji, o wyjątkowych właściwościach mechanicznych, przy czym skład powłoki obejmuje żywicę stałą i nanorurki węglowe, a wspomniana kompozycja została poddana obróbce cieplnej powyżej temperatury topnienia w zakresie mięknienia i poniżej temperatury sieciowania żywicy stałej, która jest samosiecicująca, w stosownych przypadkach, przy czym kompozycja jest utrwalona na powierzchni wzmocnienia.

Dokument [USH2133H](#) dotyczy konstrukcji kompozytowej posiadającej podłoże pokryte podczas wytwarzania warstwą barierową, taką jak mata pęczniejąca lub filc, do której środek ognioodporny, taki jak żywica fenolowa lub powłoka pęczniejąca na bazie wody lub oleju, jest wprowadzany na miejscu przed przymocowaniem do podłoża i zakończeniem wytwarzania konstrukcji kompozytowej. Warstwa barierowa jest infuzowana na miejscu żywicą fenolową przed przymocowaniem za pomocą klejenia do podłoża lub infuzja jest wykonywana podczas formowania leżącej poniżej warstwy podłoża, aby uzyskać mocowanie bez kleju.

Opis zgłoszenia patentowego [US2016229997A1](#) dotyczy konstrukcji kompozytowej hybrydowej zawierającej jeden lub więcej materiałów syntetycznych z tworzyw sztucznych, takich jak termoplasty, jeden lub więcej materiałów naturalnych, takich jak włókna roślinne/drzewne oraz biowęgiel i/lub materiał torrefiowany. Kompozyt może zawierać dodatkowe dodatki, takie jak środki wzmacniające i/lub włókna, kompatybilizatory itp.

Opis patentowy PL240048B1 dotyczy sposobu wytwarzania powłoki funkcyjnej wykonanej na podłożu epoksydowego kompozytu włóknistego, który polega na tym, że na podłożu epoksydowego kompozytu włóknistego w postaci prepregu węglowego nanosi się proszek metali, tlenków metali lub tlenków półmetali, po czym poddaje się je utwardzaniu w autoklawie poprzez umieszczenie ich w worku próżniowym, w którym wytwarza się podciśnienie o wartości od 0,072 MPa do 0,088 MPa i podwyższa się temperaturę w zakresie od 115°C do 125°C oraz wywiera nacisk na worek próżniowy o wartości ciśnienia w zakresie od 0,38 MPa do 0,42 MPa.

W artykule Felice Rubino, Fausto Tucci, Vitantonio Esperto, Alessia Serena Perna, Antonello Astarita, Pierpaolo Carlone, Antonino Squillace, Metallization of Fiber Reinforced Composite by Surface Functionalization and Cold Spray Deposition, Procedia Manufacturing 47 (2020) 1084–1088 autorzy zaproponowali wykonanie metalizacji powierzchni kompozytu GFRP za pomocą proszków: tytanu o ziarnistości 40 µm oraz miedzi o ziarnistości 15 – 45 µm na powierzchni. Proszki były nanoszone na ostatnią warstwę suchej tkaniny i unieruchomione za pomocą kleju w spreju. Kompozyt był wytworzony za pomocą infuzji próżniowej. Nie stosowano żadnych narzędzi pozwalających na uzyskanie

W artykule Aymen Zahrouni, Ahlem Bendaoued, Rached Salhi, Effect of sol-gel derived TiO₂ nanopowders on the mechanical and structural properties of a polymer matrix nanocomposites developed by vacuum-assisted resin transfer molding (VARTM), Ceramics International 47 (2021) 9755–9762, zastosowano nanocząstki dwutlenku tytanu do wytworzenia kompozytu polimerowo – włóknistego metodą infuzji próżniowej. Częstki tlenku metalu były jednak rozproszone w całej objętości żywicy i nie tworzyły odrębnej warstwy.

Celem wynalazku jest wykonanie warstwy funkcyjnej wykonanej z proszku tlenków półmetali na podłożu kompozytu polimerowego o wzmocnieniu „hybrydowym” techniką infuzji próżniowej.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania powłoki funkcyjnej i powłoka funkcyjna wykonana na podłożu kompozytu polimerowego o wzmocnieniu „hybrydowym”. **Istotą sposobu jest to, że** na narzędziu formującym układana jest warstwa proszku tlenku półmetal w postaci piasku kwarcowego o ziarnistości w zakresie od 50 do 300 µm. Następnie na warstwę proszku układa się matę z włókien szklanych, na które na nakłada się warstwy włókien naturalnych w postaci mat z włókien lnianych albo konopnych. Następnie na maty układa się matę z włókien szklanych, na którą nakłada się tkaninę rozdzielającą oraz folię perforowaną i siatkę rozprowadzającą do infuzji. Następnie na narzędziu formującym w sąsiedztwie warstw układa się rurkę spiralną do wprowadzania żywicy oraz rurkę spiralną albo rurkę mikroporowatą do odprowadzenia powietrza. Następnie taśmą uszczelniającą łączy się narzędzie formujące z folią próżniową przykrywającą warstwy i rurki oraz wytwarza się wewnątrz przestrzeni pomiędzy narzędziem formującym, a folią próżniową ciśnienie o wartości od 250 do 350 hPa i wprowadza się żywicę o lepkości 185 mPa·s i wypełnia się przestrzeń.

Korzystnie warstwę proszku układa się z wykorzystaniem ramki oraz zgarniacza.

Istotą powłoki funkcyjnej jest to, że składa się z utwardzonej żywicy epoksydowej oraz utwardzonego proszku tlenku półmetal w postaci piasku kwarcowego.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

Fig. 1 – widok z góry kompozytu w procesie produkcji,

Fig. 2 – przekrój wzdłuż linii A-A z fig. 1,

5 Fig. 3 – warstwę proszku w procesie formowania.

Korzystnymi skutkami zastosowania wynalazku są:

- wykonanie materiału bez użycia drogiej aparatury w postaci autoklawu,
- wykonanie warstwy w jednym procesie podczas formowania kompozytu, co zapewnia dobrą
- 10 adhezję warstwy do podłoża potwierdzoną przez brak delaminacji w testach rozciągania osiowego,
- zwiększenie sztywności i wytrzymałości laminatu przy obciążeniach mechanicznych, zapewnienie równej grubości warstwy.

Sposób wytwarzania powłoki funkcyjnej wykonanej na narzędziu formującym 1 na podłożu kompozytu polimerowego o wzmocnieniu „hybrydowym” w przykładach wykonania wykonano w temperaturze pokojowej. Polegał on na tym, że na narzędziu formującym 1 w postaci szkła niehartowanego o grubości 6 mm, nałożono szablon o wymiarach 975 x 436 mm i grubości 1 mm w postaci prostokątnej ramki 10 z laminatu. Następnie do wnętrza ramki 10 na narzędziu formującym 1 naniesiono proszek 2 tlenków półmetali w postaci pisaku kwarcowego o ziarnistości 200 μm i rozprowadzono go równomiernie na powierzchni narzędzia formującego 1 za pomocą zgarniacza 12 w postaci narzędzia do rozprowadzania proszku. Grubość warstwy proszku przed utwardzeniem wynosiła 1 mm. Ramkę 10 zdjęto, zaś na proszku 2 ułożono jedną warstwę maty włókien szklanych 3 o gramaturze 300 g/m², na którą ułożono trzy warstwy maty włókien 4 lnianych każda o gramaturze 100 g/m² albo cztery warstwy mat włókien 4 konopnych, każda o gramaturze 100 g/m² zgodnie z

20 przykładami przedstawionymi w tabeli 1. Na warstwy mat włókien 4 lnianych albo konopnych ułożono jedną warstwę maty włókien szklanych 3 o gramaturze 300 g/m², na które ułożono tkaninę rozdzielającą 5 w postaci delaminażu oraz folię perforowaną 6 FlowPly i siatkę rozprowadzającą FlowPly 7 do infuzji. Na narzędziu formującym 1 w sąsiedztwie warstw ułożono rurki spiralne 8 o średnicy zewnętrznej 4,5 mm do wprowadzania żywicy oraz do odprowadzenia powietrza. Następnie połączono taśmą uszczelniającą 11 Flashtape narzędzie formujące 1 z folią próżniową 9 FLM120 przykrywającą warstwy i rurki oraz wytworzono wewnątrz przestrzeni pomiędzy narzędziem formującym, a folią próżniową ciśnienie o wartości od 250 do 350 hPa i wprowadzono żywicę epoksydową o lepkości 185 mPa·s i wypełniono przestrzeń. Po czasie 24 h usunięto folię próżniową 9, rurki spiralne 8, folię perforowaną 6, siatkę rozprowadzającą 7 do infuzji, tkaninę rozdzielającą 5 oraz narzędzie formujące 1.

35 Uzyskany wyrób w postaci kompozytu o wzmocnieniu „hybrydowym” z powłoką funkcyjną może być stosowany jako produkt wierzchni dla struktur budowlanych, np. jako panel elewacyjny. Uzyskany wyrób kompozytowy cechuje się lekkością oraz trwałością. Zastosowanie wzmocnienia w postaci hybrydy włókien szklanych oraz naturalnych może wpłynąć na uzyskanie produktu o niższym śladzie węglowym w stosunku do produktu wykonanego wyłącznie z materiałów sztucznych oraz

40 o wytrzymałości na rozciąganie wyższej w stosunku do produktu wykonanego wyłącznie z włókien

naturalnych. Powłoka funkcyjna może stanowić zabezpieczenie przed oddziaływaniem czynników zewnętrznych takich jak promieniowanie UV czy erozja mechaniczna. Ponadto powłoka funkcyjna może nadać wyrobowi charakter dekoracyjny.

- 5 Otrzymane kompozyty wycięto do wymiarów wynoszących 25 mm na 240 mm. Następnie próbki poddano badaniu rozciągania osiowego na maszynie wytrzymałościowej MTS 100 kN. Poszczególne wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Przykłady wykonania.

	Rodzaj zbrojenia
Przykład 1	4 warstwy maty włókien konopnych
Przykład 2	3 warstwy maty włókien lnianych

10

Tabela 2. Wyniki z testu rozciągania osiowego.

	Grubość próbki [mm]	Maksymalna siła [N]
Przykład 1	2,93	4903
Przykład 2	3,15	4662

RZECZNIK PATENTOWY
Maciej Nowicki
 mgr inż. Maciej Nowicki
 Nr wp. 3476

Wykaz oznaczeń:

1. Narzędzie formujące
2. Proszek
3. Warstwa maty włókien szklanej
4. Warstwy mat włókien naturalnych
5. Tkanina rozdzielająca
6. Folia perforowana
7. Siatka rozpraszająca
8. Rurka spiralna
9. Folia próżniowa
10. Ramka
11. Taśma uszczelniająca
12. Zgarniacz