



Sposób wytwarzania powłoki funkcyjnej i powłoka funkcyjna wykonana na podłożu kompozytu typu „sandwich”

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania powłoki i powłoka funkcyjna z proszków metali, tlenków metali lub tlenków półmetali, wykonanej na podłożu kompozytu typu „sandwich” przy użyciu techniki infuzji próżniowej.

Opis patentowy [US11691575B2](#) obejmuje kompozytowy element typu sandwich z natryskiwana powłoką ochronną na tylnej stronie. Powłoka ochronna jest integralnie uformowana z materiału elastomerowego. Materiał jest natryskiwany w celu utworzenia powłoki, a powłoka jest łączona z powierzchnią zewnętrzną poprzez utwardzanie.

Opis patentowy [CN102514249A](#) obejmuje sposób wytwarzania materiału warstwowego o strukturze pianki kompozytowej o strukturze plastra miodu dla energetyki wiatrowej. Materiał warstwowy o strukturze plastra miodu jest wzajemnie wzmacniany i może być formowany przez połączenie wielu typów, wielu materiałów i wielu formuł, dzięki czemu wzmocnienie, zachowanie ciepła, odporność ogniowa i izolacja akustyczna są ulepszone

Opis patentowy [WO2004082928A2](#) obejmuje konstrukcyjny element warstwowy składający się z pierwszej i drugiej płyty zewnętrznej oraz rdzenia z tworzywa sztucznego lub materiału polimerowego. Bariera może mieć postać wydrążonej rurki, w której umieszczony jest materiał izolacyjny lub powłoki nakładanej przez zanurzenie lub natryskiwanie lub materiału arkusowego, takiego jak folia metalowa, filc, tkanina mineralna itp.

Opis patentowy Pat.240048 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.

Opis patentowy [PL1740368T3](#) 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 patentowy [WO2016097825A1](#) dotyczy powłoki struktur lub elementów lub części wykonanych z tworzywa sztucznego otrzymanego w procesie formowania, zawierającej warstwę wykończeniową, warstwę wzmacniającą połączoną z warstwą wykończeniową, od strony przeciwnej do odsłoniętej powierzchni czołowej, tworząc warstwę; termozgrzewalnej folii połączonej w postaci stałej ze wspomnianą warstwą wzmacniającą, przy czym wspomniana przekładka jest przystosowana do połączenia z częścią nośną z tworzywa sztucznego otrzymanego w procesie formowania, przy czym połączenie to następuje podczas formowania części nośnej za pomocą termozgrzewalnej folii przystosowanej do aktywacji w temperaturze formowania.

W artykule Bernhard Schartel, James K. Humphrey, A. Geoff Gibson, Andreas Hörold, Volker Trappe, Volker Gettwert, Assessing the structural integrity of carbon-fibre sandwich panels in fire: Bench-scale approach, Composites Part B 164 (2019) 82–89 zaproponowano zastosowanie trzech typów komercyjnych pokryć chroniących przed pożarem na komercyjnym kompozycie typu „sandwich” z pianką PMI oraz nakładkami z laminatu z włókien węglowych.

W artykule Minkook Kim, Jaeheon Choe, Dai Gil Lee, Development of the fire-retardant sandwich structure using an aramid/glass hybrid composite and a phenolic foam-filled honeycomb, Composite Structures 158 (2016) 227–234 opracowano ognioodporną strukturę warstwową z wykorzystaniem wypełnionego pianką fenolową plastra miodu i karbonizowanej matrycy fenolowej z hybrydowymi powierzchniami kompozytowymi aramid/szkło.

Celem wynalazku jest wykonanie warstwy funkcyjnej wykonanej z proszków metali, tlenków metali lub tlenków półmetali na podłożu z polimerowego kompozytu włóknistego typu „sandwich” wykonanego techniką infuzji próżniowej.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania powłoki funkcyjnej i powłoka funkcyjna wykonana na podłożu kompozytu typu „sandwich”. **Istotą wynalazku jest to, że** za pomocą ramki oraz zgarniacza na narzędziu formującym układana jest warstwa proszku:

proszek metalu w postaci aluminium albo

proszek tlenku metalu w postaci Al_2O_3 albo

proszek tlenku półmetalów w postaci piasku kwarcowego

o ziarnistości w zakresie od 50 do 300 μm . Następnie na warstwę proszku układa się tkaniny z włókien szklanych, na które nakłada się materiał rdzenia. Następnie materiał rdzenia przykrywa się kolejnymi warstwami tkaniny z włókien szklanych. Następnie na warstwy włókien nakłada się tkaninę rozdzielającą oraz folię perforowaną i siatkę rozpraszającą 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 w zakresie 160 – 325 mPa·s i wypełnia się przestrzeń.

Istotą powłoki funkcyjnej **jest to, że** składa się z utwardzonej żywicy epoksydowej, albo poliestrowej oraz z:

utwardzonego proszku metalu w postaci aluminium, albo

utwardzonego proszku tlenku metalu w postaci Al_2O_3 albo

utwardzonego proszku tlenku półmetalów 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.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest wykonanie materiału bez użycia drogiej aparatury w postaci autoklawu, wykonanie warstwy w jednym procesie podczas formowania kompozytu co zapewnia dobrą adhezję warstwy do podłoża potwierdzoną przez brak delaminacji w testach trójpunktowego zginania, zwiększenie sztywności i wytrzymałości laminatu przy obciążeniach mechanicznych, zapewnienie równej grubości warstwy.

Sposób wytwarzania powłoki funkcyjnej wykonanej na narzędziu formującym na podłożu kompozytu typu „sandwich” 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 210 x 300 mm i grubości 1 mm w postaci prostokątnej ramki 9 z laminatu. Następnie do wnętrza ramki 9 na narzędzie formujące 1 naniesiono proszek 2 metali albo tlenków metali albo tlenków półmetali i rozprowadzono go równomiernie na powierzchni narzędzie formującego 1 za pomocą zgarniacza 11 w postaci narzędzia do rozprowadzania proszku. Grubość warstwy proszku przed utwardzeniem wynosiła 1 mm. Poszczególne składy proszków przedstawiono w tabeli 1. Ramkę 9 zdjęto, zaś na proszku 2 ułożono trzy warstwy tkanin włókien 3 szklanych, każda o gramaturze 280 g/m². Na warstwy tkanin ułożono materiał rdzenia 12 (wypełniający) Lantor Soric SF o grubości 3 mm, albo materiał rdzenia 12 (wypełniający) EasyCell75 Closed Cell PVC Foam o grubości 10 mm. Na materiał rdzenia 12 ułożono trzy warstwy tkanin włókien 3 szklanych, każda o gramaturze 280 g/m², na które ułożono się tkaninę rozdzielającą 4 w postaci delaminażu oraz folię perforowaną 5 FlowPly i siatkę rozprowadzającą FlowPly 6 do infuzji. Na narzędziu formującym 1 w sąsiedztwie warstw 3 ułożono rurki spiralne 7 o średnicy zewnętrznej 4,5 mm do wprowadzania żywicy oraz do odprowadzenia powietrza. Następnie połączono taśmą uszczelniającą 10 Flashtape narzędzie formujące 1 z folią próżniową 8 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 325 mPa·s, albo poliestrową o lepkości 160 mPa·s i wypełniono przestrzeń. Po czasie 24 h usunięto folię próżniową 8, rurki spiralne 7, folię perforowaną 5, siatkę rozprowadzającą 6 do infuzji, tkaninę rozdzielającą 4 oraz narzędzie formujące 1.

Otrzymane kompozyty poddano badaniu trójpunktowego zginania na maszynie wytrzymałościowej MTS 100 kN. Szerokość próbek wynosiła 30 mm, odległość pomiędzy podporami 100 mm. Poszczególne wyniki przedstawiono w tabeli 2.

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

Tabela 1. Przykłady wykonania.

| | Materiał proszku | Ziarnistość [μm] | Rodzaj żywicy | Grubość mat. rdzenia |
|-------------|-------------------------|-------------------------------|---------------|----------------------|
| Przekład 1 | aluminium | 65 | epoksydowa | 3 mm |
| Przykład 2 | piasek kwarcowy | 200 | epoksydowa | 3 mm |
| Przykład 3 | Al_2O_3 | 50 | epoksydowa | 3 mm |
| Przykład 4 | aluminium | 150 | poliestrowa | 3 mm |
| Przykład 5 | piasek kwarcowy | 300 | poliestrowa | 3 mm |
| Przykład 6 | Al_2O_3 | 200 | poliestrowa | 3 mm |
| Przykład 7 | aluminium | 65 | epoksydowa | 10 mm |
| Przykład 8 | piasek kwarcowy | 200 | epoksydowa | 10 mm |
| Przykład 9 | Al_2O_3 | 50 | epoksydowa | 10 mm |
| Przykład 10 | aluminium | 150 | poliestrowa | 10 mm |
| Przykład 11 | piasek kwarcowy | 300 | poliestrowa | 10 mm |
| Przykład 12 | Al_2O_3 | 200 | poliestrowa | 10 mm |

Tabela 2. Wyniki z testu trójpunktowego zginania.

| | Grubość próbki [mm] | Maksymalna siła [N] | Absorbowana energia [J] |
|-------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| Przekład 1 | 5,3 | 880 | 2,38 |
| Przykład 2 | 5,5 | 930 | 2,32 |
| Przykład 3 | 5,2 | 940 | 2,27 |
| Przykład 4 | 5,3 | 885 | 2,40 |
| Przykład 5 | 5,5 | 935 | 2,37 |
| Przykład 6 | 5,2 | 945 | 2,29 |
| Przykład 7 | 5,3 | 2550 | 5,31 |
| Przykład 8 | 5,5 | 2610 | 5,26 |
| Przykład 9 | 5,2 | 2640 | 5,22 |
| Przykład 10 | 5,3 | 2555 | 5,33 |
| Przykład 11 | 5,5 | 2615 | 5,29 |
| Przykład 12 | 5,2 | 2645 | 5,24 |