

Laminat magnez-szkło-węgiel i sposób jego wytwarzania

Przedmiotem wynalazku jest laminat magnez-szkło-węgiel i sposób wytwarzania laminatu magnez-szkło-węgiel.

5 W europejskim zgłoszeniu patentowym nr EP2763849 (A1) został opisany laminat metalowo-włóknisty składający się z naprzemiennie ułożonych warstw metalu, np. stopów magnezu, stopów stali, stopów aluminium lub stopów tytanu, oraz warstw kompozytu polimerowego wzmocnianego włóknami szklanymi, 10 węglowymi, aramidowymi, albo ich kombinacją. Laminaty poddaje się procesowi utwardzania pod działaniem temperatury i ciśnienia w celu uzyskania jednorodnej struktury.

W artykule pt. „The fracture properties of a fibre-metal laminate based on magnesium alloy” autorstwa P. Cortés, W. J. 15 Cantwell opublikowanego w czasopiśmie “Composite Part B” opisano laminat metalowo- włóknisty, który posiadał dwie zewnętrzne warstwy ze stopu magnezu AZ31 o grubości 0,5 mm. Zastosowano w nim warstwę polipropylenową wzmocnioną włóknem szklanym o grubości 0,54 mm.

20 Z artykułu „Applicability of AZ31B-H24 magnesium in Fibre Metal Laminates – An experimental impact research opublikowanego w czasopiśmie „Composite Part A” autorstwa T. Pärnänen, R. Alderliesten, C. Rans, T. Brander, O. Saarela znany jest laminat składający się z naprzemiennie ułożonych warstw metalu ze stopu 25 magnezu AZ31B-H24 o grubości 0,5 mm oraz kompozytu

polimerowego wzmocnionego wysokowytrzymałym włóknem szklanym S2 o grubości 0,4 lub 0,5 mm o gęstości 1,96 g/cm².

Celem wynalazku jest wytworzenie laminatu magnez-szkło-węgiel odpornego na uderzenia.

5 Istotą laminatu magnez-szkło-węgiel posiadającego od zewnętrznej strony arkusz blachy ze stopu magnezu, który na obu powierzchniach posiada warstwę ceramiczną, do której przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową, do których
10 przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową, według wynalazku jest to, że w części środkowej laminatu znajduje się warstwa włókniny poliestrowej o grubości od 3 mm do 9 mm i o gramaturze 339 g/m². Do obu powierzchni warstwy
15 włókniny poliestrowej przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową o grubości 0,2 mm każda, do których przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą
20 epoksydową o grubości 0,2 mm każda, które przylegają adhezyjnie do warstwy ceramicznej o grubości od 5 μm do 20 μm, znajdującej się na arkuszu blachy ze stopu magnezu o grubości od 0,2 mm do 1 mm. Arkusz blachy ze stopu magnezu na zewnętrznej powierzchni posiada warstwę ceramiczną (2) o grubości od 5 μm do 20 μm.

Istotą sposobu wytwarzania laminatu magnez-szkło-węgiel, według wynalazku, jest to, że na jeden z arkuszy blachy ze stopu magnezu o grubości od 0,2 mm do 1 mm posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną o grubości od 5 μm do 20 μm nakłada się kolejno dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową o grubości 0,2 mm każda. Następnie nakłada się kolejno dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową o grubości 0,2 mm każda po czym nakłada się warstwę włókniny poliestrowej o grubości od 3 mm do 9 mm i o gramaturze 339 g/m^2 . Na warstwę włókniny poliestrowej nakłada się kolejno dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową o grubości 0,2 mm każda, na które nakłada się kolejno dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową o grubości 0,2 mm każda. Następnie nakłada się drugi z arkuszy blachy ze stopu magnezu o grubości od 0,2 mm do 1 mm posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną o grubości od 5 μm do 20 μm . Następnie wykonuje się pakiet próżniowy i odsysa się powietrze do podciśnienia -0,08 MPa, po czym poddaje się całość procesowi utwardzania.

Korzystnie jest, gdy nakłada się kolejno dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową w kierunku ułożenia $0^\circ/0^\circ$ albo $90^\circ/90^\circ$ albo $+45^\circ/-45^\circ$.

Korzystnie jest, gdy nakłada się kolejno dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową w kierunku ułożenia $0^{\circ}/0^{\circ}$ albo $90^{\circ}/90^{\circ}$ albo $+45^{\circ}/-45^{\circ}$.

5 Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że otrzymuje się laminat magnez-szkło-węgiel o wysokiej odporności na obciążenia dynamiczne niskiej prędkości. W laminacie zastosowano włókninę poliestrową, która hamuje rozwój pęknięć w laminacie. Dzięki przesączeniu żywicą podczas utwardzania w autoklawie włóknina
10 tworzy integralną strukturę na granicy rozdziału o wysokich właściwościach wytrzymałościowych z kompozytem polimerowym.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia przekrój poprzeczny laminatu.

Przykład 1

15 Sposób wytwarzania laminatu magnez-szkło-węgiel polegał na tym, że dwa arkusze blachy 1 ze stopu magnezu AZ31-H24 o wymiarach 300 x 400 mm wyczyszczono papierem ściernym o gradacji 500 i odtłuszczono w acetonie oba arkusze blachy 1 o grubości 0,3 mm. Następnie aktywowano powierzchnię arkuszy
20 blachy 1 w 10% roztworze kwasu fluorowodorowym i płukano w wodzie w czasie 5 minut. Potem anodowano arkusze blachy 1 w przemysłowym roztworze alkalicznym 5% wag. krzemianu sodu o pH 13.1. Czas procesu wynosił 10 minut, gęstość prądu 5 A/dm^2 , a napięcie do 400V. Po procesie anodowania płukano w wodzie
25 arkusze blachy 1 przez okres 5 minut i pozostawiono do wysuszenia

w temperaturze 23°C. Wytworzono warstwy ceramiczne 2 o grubości 5 µm na obu powierzchniach arkuszy blachy 1. Następnie nałożono na jeden z arkuszy blachy 1 posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2 kolejno dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową 3 o grubości 0,2 mm każda, w kierunku ułożenia 0°/0°, po czym nałożono kolejne dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową 4 o grubości 0,2 mm każda, w kierunku ułożenia 0°/0°. Następnie nałożono warstwę włókniny poliestrowej 5 o grubości 3 mm i o gramaturze 339 g/m². Na warstwę włókniny poliestrowej 5 nałożono kolejno dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową 4 o grubości 0,2 mm każda, w kierunku ułożenia 0°/0°, na które nałożono kolejno dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową 3 o grubości 0,2 mm każda, w kierunku ułożenia 0°/0°. Następnie nałożono drugi z arkuszy blachy 1 posiadający na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2. Całość ułożono na formie aluminiowej i za pomocą pakietu próżniowego odessano powietrze do podciśnienia -0,08 MPa. Następnie całość utwardzano w komorze autoklawu w temperaturze +135°C oraz w ciśnieniu 0,4 MPa. Wewnątrz komory autoklawu nagrzewano i chłodzono pakiet próżniowy z prędkością 2°C/min. Cały proces utwardzania z nagrzewaniem i chłodzeniem przebiegał w czasie 4,5 godziny. Po

wyjęciu pakiet próżniowy z autoklawu schłodzony do temperatury 23°C.

W wytworzonym laminacie magnez-szkło-węgiel w części środkowej znajduje się warstwa włókniny poliestrowej 5 o grubości 3 mm i o gramaturze 339 g/m². Do obu powierzchni warstwy włókniny poliestrowej 5 przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową 4 o grubości 0,2 mm każda, do których przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową 3 o grubości 0,2 mm każda, które przylegają adhezyjnie do warstwy ceramicznej 2 o grubości 2 μm znajdującej się na arkuszu blachy 1 ze stopu magnezu AZ31-H24, który na zewnętrznej powierzchni posiada warstwę ceramiczną o grubości 5 μm.

Otrzymany laminat poddano badaniom na uderzenia o niskiej prędkości poniżej 5 m/s w zakresie energii 5 J i 20 J. Laminat charakteryzował się zmniejszonym zniszczeniem warstw kompozytowych oraz zwiększoną wartością absorpcji energii przez warstwę poliestrową. Siła maksymalna uzyskana w badaniach na uderzenia wynosiła dla 5 J – 1987 N, a dla 20 J - 4553 N.

Przykład 2

Sposób wytwarzania laminatu magnez-szkło-węgiel przebiegał jak w pierwszym przykładzie wykonania, z tym, że wykorzystano dwa arkusze blachy 1 o grubości 1 mm posiadające na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2 o grubości 20 μm, jednakowe warstwy

kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową 3 o grubości 0,2 mm każda, które ułożono w kierunku ułożenia $90^\circ/90^\circ$, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową 4 o grubości 0,2 mm każda, które ułożono w kierunku ułożenia $90^\circ/90^\circ$ i warstwę włókniny poliestrowej 4 o grubości 9 mm i o gramaturze 339 g/m².

W wytworzonym laminacie magnez-szkło-węgiel w części środkowej znajduje się warstwa włókniny poliestrowej 5 o grubości 9 mm i o gramaturze 339 g/m². Do obu powierzchni warstwy włókniny poliestrowej 5 przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową 4 o grubości 0,2 mm każda, do których przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową 3 o grubości 0,2 mm każda, które przylegają adhezyjnie do warstwy ceramicznej 2 o grubości 20 μm znajdującej się na arkuszu blachy 1 ze stopu magnezu AZ31-H24, który na zewnętrznej powierzchni posiada warstwę ceramiczną 2 o grubości 20 μm .

Otrzymany laminat poddano badaniom na uderzenia o niskiej prędkości poniżej 5 m/s w zakresie energii 5 J i 20 J. Laminat charakteryzował się zmniejszonym zniszczeniem warstw kompozytowych oraz zwiększoną wartością absorpcji energii przez warstwę poliestrową. Siła maksymalna uzyskana w badaniach na uderzenia wynosiła dla 5 J – 1980 N, a dla 20 J - 4771 N.

Przykład 3

Sposób wytwarzania laminatu magnez-szkło-węgiel wykonania przebiegał jak w pierwszym przykładzie wykonania, z tym, że wykorzystano dwa arkusze blachy 1 o grubości 0,5 mm posiadające na obu powierzchniach warstwę ceramiczną 2 o grubości 8 μm ,
5 jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien szklanych połączonych żywicą epoksydową 3 o grubości 0,2 mm każda, które ułożono w kierunku ułożenia $+45^\circ/-45^\circ$, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych
10 połączonych żywicą epoksydową 4 o grubości 0,2 mm każda, które ułożono w kierunku ułożenia $+45^\circ/-45^\circ$ i warstwę włókniny poliestrowej 4 o grubości 9 mm i o gramaturze 339 g/m^2 .

W wytworzonym laminacie magnez-szkło-węgiel w części środkowej znajduje się warstwa włókniny poliestrowej 5 o grubości
15 5 mm i o gramaturze 339 g/m^2 . Do obu powierzchni przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową 4 o grubości 0,2 mm każda, do których przylegają adhezyjnie dwie, jednakowe warstwy kompozytu polimerowego na bazie włókien
20 szklanych połączonych żywicą epoksydową 3 o grubości 0,2 mm każda, które przylegają adhezyjnie do warstwy ceramicznej 3 o grubości 10 μm . Warstwa ceramiczna 2 o grubości 10 μm znajduje się na arkuszu blachy 1 ze stopu magnezu AZ31-H24 o grubości 1 mm, który na zewnętrznej powierzchni posiada warstwę ceramiczną 2
25 o grubości 8 μm .

Otrzymany laminat poddano badaniom na uderzenia o niskiej prędkości poniżej 5 m/s w zakresie energii 5 J i 20 J. Laminat charakteryzował się zmniejszonym zniszczeniem warstw kompozytowych oraz zwiększoną wartością absorpcji energii przez 5 warstwę poliestrową. Siła maksymalna uzyskana w badaniach na uderzenia wynosiła dla 5 J – 1836 N, a dla 20 J - 5042 N.

POLITECHNIKA LUBELSKA
Biuro Rzecznika Patentowego
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin
tel. +48 81 538 46 29, fax +48 81 538 41 70

RZECZNIK PATENTOWY


mgr inż. Tomasz Milczek
Nr ew. 2796