

Zestaw narzędzi i sposób wytwarzania rury kompozytowej z zewnętrzną powłoką funkcyjną

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania rury kompozytowej z zewnętrzną powłoką funkcyjną z proszków metali, tlenków metali lub tlenków półmetali, zwłaszcza o przekroju okrągłym.

5 Opis zgłoszenia patentowego JPS5783447A dotyczy wyrobu rurowego wzmocnianego na zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni. Jako osnowę stosuje się żywicę nanoszoną np. poprzez natrysk, jednak zbrojenie w postaci tkaniny lub siatki jest nanoszone poprzez nawijanie.

10 Opis zgłoszenia patentowego JPS4845580A dotyczy wytworzenia trójwarstwowej rury z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknami (FRP). Warstwa pośrednia jest organiczną lub nieorganiczną zaprawą lub warstwą betonu. Warstwę pośrednią otrzymuje się wypełniając szczelinę pomiędzy dwiema osobnymi rurami o mniejszej i większej średnicy wykonanymi z FRP.

15 Opis zgłoszenia patentowego JPH10138357A dotyczy sposobu tworzenia warstwy zaprawy żywicznej z agregatem nieorganicznym (piasek krzemionkowy) w procesie wytwarzania kompozytowej rury FRP. Warstwa jest ugniatana na kompozycie FRP w sposób ciągły i dogniatana. Na zewnątrz znów formowana jest warstwa kompozytu FRP poprzez nawijanie. Utwardzanie następuje w piecu.

20 Opis zgłoszenia patentowego JP2003127257A dotyczy rurowego korpusu z żywicą wzmocnioną włóknami posiadającą warstwę galwaniczną na wewnętrznej powierzchni obwodowej. Rurę wykonuje się poprzez nawijanie prepregu i utwardza w autoklawie a dopiero po utwardzeniu przeprowadza się proces galwaniczny.

Opis zgłoszenia patentowego JPS63166520A dotyczy sposobu wytwarzania rurowego materiału kompozytowego. Prepreg jest owijany wokół trzpienia a następnie na zewnątrz jest owinięta wysuszona tkanina. Żywica zawarta w prepregu, w procesie utwardzania podlega ciśnieniu i jest pochłaniana przez wspomniany wcześniej suchy materiał.

25 Opis zgłoszenia JPH0656225B2 dotyczy rurowego korpusu FRP, hybrydowego układu kompozytowego utworzonego z długich włókien oraz warstwy arkusza FRP z krótkich włókien, wiskersów z węgla krzemowego i włókien tlenku glinu.

Opis zgłoszenia CN108263005A dotyczy nowego materiału na rury kompozytowe. Główna rura kompozytowa jest wykonana z matrycy o wysokiej zawartości polimeru i jest mieszana z jednym lub większą liczbą porowatych lekkich kruszyw. Rura jest produkowana poprzez wytlaczanie.

30 W artykule Alfred N. Montestruc, Michael A. Stubblefield, Su-SengPang, Vic A. Cundy and Richard H. Lea, Fire-endurance tests of dual-wall fiberglass-resin composite pipe autorzy badali trójwarstwową rurę kompozytową, gdzie w szczelinie pierścieniowej między rurami GFRP zastosowano ognioodporną piankę polifosfazenową o różnej grubości.

35 W artykule A. Rezzoug, S. Abdi, A. Kaci, M. Yandouzi, Thermal spray metallisation of carbon fiber reinforced polymer composites: Effect of top surface modification on coating adhesion and mechanical properties, Surface & Coatings Technology 333 (2018) 13–23, autorzy modyfikowali warstwę wierzchnią kompozytu na kilka sposobów: - dodatkowa warstwa matrycy, - warstwa proszku miedzi, - warstwa proszku mieszaniny miedzi ze stalą, - warstwa siatki aluminiowej.

W obu przypadkach stosowano metodę mokrego laminowania, nie wykorzystywano prepregu. Przed utwardzeniem proszek stanowił mieszaninę z płynną żywicą.

5 Celem wynalazku jest wykonanie rury kompozytowej, wykonanej metodą nawijania z prepregu, z zewnętrzną warstwą funkcyjną z proszków metali, tlenków metali lub tlenków półmetali, wykonanej w jednym procesie poprzez utwardzanie w autoklawie przy użyciu technologii worka próżniowego.

Przedmiotem wynalazku jest zestaw narzędzi i sposób wytwarzania rury kompozytowej z zewnętrzną powłoką funkcyjną.

10 Istotą zestawu narzędzi jest to, że składa się z formy wewnętrznej w postaci rury o średnicy wewnętrznej i średnicy zewnętrznej, na której ściankach w końcowych częściach znajdują się otwory pozycjonujące. Na każdym z końców formy wewnętrznej znajduje się pierścień dystansowy o średnicy wewnętrznej dopasowanej do średnicy zewnętrznej formy wewnętrznej. Na każdym końcu formy wewnętrznej zamocowana jest wkładka w postaci walca stopniowanego, w którego pierwszy stopień posiada kształt kołnierza o pierwszej średnicy zewnętrznej dopasowaną do wewnętrznej średnicy
15 formy wewnętrznej i średnicę wewnętrzną, drugi stopień posiada drugą średnicę zewnętrzną a trzeci stopień posiada kształt kołnierza o średnicy zewnętrznej równej średnicy zewnętrznej drugiego stopnia i średnicy wewnętrznej. W pierwszym stopniu w postaci kołnierza znajduje się otwór pozycjonujący biegnący w kierunku prostopadłym do osi formy wewnętrznej. W drugim stopniu wkładki znajdują się otwór montażowy leżący w jej osi oraz otwory wentylacyjne ułożone równoległe do otworu montażowego a w trzecim stopniu wkładki w postaci kołnierza znajdują się drugie otwór
20 montażowe biegnący w kierunku prostopadłym do osi formy wewnętrznej. Przez otwory montażowe wkładek oraz przez formę wewnętrzną przechodzi pręt z elementami blokującymi. Pomiedzy formą wewnętrzną a wkładką znajduje się pierwsze uszczelnienie. Z kolei do wkładek na ich obwodzie zamocowane są zewnątrz elementy formy zewnętrznej w postaci wycinka pierścienia, które tworzą
25 rurę. Zewnętrzne elementy formy zewnętrznej w postaci wycinka rury na swoich końcach posiadają otwory montażowe, przez które przechodzą śruby wkręcone w otwory montażowe wkładek. Zestaw składa się również z przekładki ograniczające przemieszczanie się materiału w procesie produkcji.

30 Istotą sposobu wytwarzania rury kompozytowej z zewnętrzną powłoką jest to, że na formę wewnętrzną nawija się prepreg tworząc rurę oraz na formę wewnętrzną nakłada się pierścienie dystansowe, które stykają się z końcami prepregu, po czym na końce formy wewnętrznej nakłada się wkładki w postaci walca stopniowanego, zabezpiecza się je przed obrotem i uszczelnia. W dalszej kolejności rozpoczyna się sekwencję, w której do wkładki przymocowuje się pierwszy zewnętrzny element formy i drugi zewnętrzny element formy w postaci wycinka pierścienia, w ten sposób, że pomiędzy nimi pozostaje wolna przestrzeń ułożona równoległe do poziomu, odpowiadająca wielkością
35 zewnętrznemu elementowi formy oraz o boki zewnętrznych elementów formy od strony wolnej przestrzeni opiera się przekładki i w wolnej przestrzeni umieszcza się proszek, który rozprowadza się w niej za pomocą zgarniacza a następnie w miejscu rozprowadzenia proszku przymocowuje się trzeci zewnętrzny element formy, po czym obraca się formę o taki kąt aby drugi z zewnętrznych elementów formy był ułożony równoległe do poziomu oraz demontuje się go wraz z drugą przekładką

a w sąsiedztwie mocuje się czwarty zewnętrzny element formy tak aby pomiędzy nim a trzecim z zewnętrznych elementów formy pozostawała pusta przestrzeń oraz o czwarty zewnętrzny element formy opiera się przekładkę od strony wolnej przestrzeni i wolną przestrzeń wypełnia się proszkiem, który rozprowadza się w niej za pomocą zgarniacza a następnie mocuje się piąty zewnętrzny element formy i kolejno powyższą sekwencję powtarza się do całkowitego zamknięcia formy. Następnie na powierzchni zewnętrznej formy układa się tkaninę odpowietrzającą, nakłada się rękaw foliowy wraz z zaworem próżniowym i kolejno rękaw foliowy mocuje się i uszczelnia się przy pomocy drugiego uszczelnienia do wewnętrznej powierzchni drugiego stopnia wkładki a następnie cały pakiet poddaje się utwardzaniu w autoklawie.

10

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest umożliwienie uformowania warstwy funkcyjnej o równomiernej grubości z proszków metali, tlenków metali lub tlenków półmetali na powierzchni zakrzywionej w postaci rury. Jest to zagadnienie trudne ponieważ proszek pod wpływem grawitacji ulega zsypywaniu z powierzchni rury, zaś zastosowanie tylko elastycznych docisków np. folii powoduje, że uzyskuje się nierównomierną grubość po procesie formowania.

15

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

Fig. 1 – widok perspektywiczny formy z nawiniętym prepregiem,

20 Fig. 2 – widok perspektywiczny przekroju formy z nawiniętym prepregiem,

Fig. 3 – widok perspektywiczny formy z nawiniętym prepregiem i nałożonymi pierścieniami dystansowymi,

Fig. 4 – widok perspektywiczny pierścienia dystansowego,

Fig. 5 – szczegół mocowania wkładki w widoku perspektywicznym,

25 Fig. 6 – widok przekroju wkładki,

Fig. 7 – widok perspektywiczny wkładki,

Fig. 8 – widok perspektywiczny przekroju formy z osiowo zamocowanym prętem za pomocą nakrętek,

Fig. 9 – szczegół mocowania uszczelnienia,

Fig. 10 – widok perspektywiczny sposobu zamocowania formy zewnętrznej (etap 1),

30 Fig. 11 – widok perspektywiczny elementu formy zewnętrznej,

Fig. 12 – widok perspektywiczny etapu 1 nakładania warstwy proszku,

Fig. 13 – widok perspektywiczny etapu 1 zamykania formy zewnętrznej,

Fig. 14 – widok perspektywiczny sposobu zamocowania formy zewnętrznej (etap 2),

Fig. 15 – widok perspektywiczny etapu 2 nakładania warstwy proszku,

35 Fig. 16 – widok perspektywiczny etapu 2 zamykania formy zewnętrznej,

Fig. 17 – widok perspektywiczny zamknięcia formy zewnętrznej,

Fig. 18 – widok perspektywiczny pakietu próżniowego

Zestaw narzędzi do wytwarzania rury kompozytowej z zewnętrzną powłoką funkcyjną w przykładzie wykonania składa się z formy wewnętrznej 1 w postaci rury wykonanej ze stopu aluminium AW-6060 o średnicy wewnętrznej $d_{1.1} = 50\text{mm}$ i średnicy zewnętrznej $d_{1.2} = 52\text{mm}$, na której ściankach w końcowych częściach znajdują się dwa otwory pozycjonujące 1a co przedstawiono na fig. 1. Na każdym z końców formy wewnętrznej 1 znajduje się pierścień dystansowy 3 o średnicy wewnętrznej $d_3 = 52\text{mm}$ dopasowanej do średnicy zewnętrznej $d_{1.2}$ formy wewnętrznej 1 co przedstawiono na fig. 3. Na każdym końcu formy wewnętrznej 1 zamocowana jest wkładka 4 w postaci walca stopniowanego co przedstawiono na fig. 5. Pierwszy stopień wkładki 4 posiada kształt kołnierza o pierwszej średnicy zewnętrznej $d_{4.1}$ dopasowaną do wewnętrznej średnicy $d_{1.1}$ formy wewnętrznej 1 i średnicę wewnętrzną $d_{4.2} = 46\text{mm}$, drugi stopień posiada drugą średnicę zewnętrzną $d_{4.3} = 64\text{mm}$ a trzeci stopień posiada kształt kołnierza o średnicy zewnętrznej równej średnicy zewnętrznej drugiego stopnia i średnicy wewnętrznej $d_{4.4} = 60\text{mm}$ co przedstawiono na fig. 6. W pierwszym stopniu w postaci kołnierza znajduje się otwór pozycjonujący 4.1 biegnący w kierunku prostopadłym do osi formy wewnętrznej 1 co przedstawiono na fig. 7. W drugim stopniu wkładki 4 znajduje się otwór montażowy 4.2 leżący w jej osi oraz 5 otworów wentylacyjnych 4.3 ułożone równolegle do otworu montażowego 4.2 rozmieszczonych o kąt 72° a w trzecim stopniu wkładki 4 w postaci kołnierza znajduje się dziesięć drugich otworów montażowych 4.4 gwintowanych M3 biegnących w kierunku prostopadłym do osi formy wewnętrznej 1 co przedstawiono na fig. 7. Przez otwory montażowe 4.2 wkładki 4 oraz przez formę wewnętrzną 1 przechodzi pręt 6 gwintowany z elementami blokującymi 7 w postaci nakrętek co przedstawiono na fig. 8. Pomiędzy formą wewnętrzną 1 a wkładką 4 znajduje się pierwsze uszczelnienie 8 w postaci taśmy butylowej co przedstawiono na fig. 9. Do wkładek 4 na ich obwodzie zamocowanych jest dziesięć zewnętrznych elementów formy zewnętrznej 9a, 9b, 9c, 9d w postaci wycinka pierścienia, które tworzą rurę co przedstawiono na fig. 17. Elementy formy zewnętrznej 9a, 9b, 9c, 9d w postaci wycinka rury na swoich końcach posiadają otwory montażowe 9.1 co przedstawiono na fig. 11, przez które przechodzą śruby 10 wkręcone w otwory montażowe 4.4 wkładki 4 co przedstawiono na fig. 10. Zestaw składa się również z przekładki 11a, 11b, 11c ograniczające przemieszczanie się materiału w procesie produkcji co przedstawiono na fig. 10 i fig. 14.

Sposób wytwarzania rury kompozytowej z zewnętrzną powłoką w ogólnym przykładzie wykonania z zastosowaniem zestawu przedstawionego powyżej polega na tym, że na formę wewnętrzną 1 nawija się prepreg 2 tworząc rurę oraz na formę wewnętrzną 1 nakłada się pierścienie dystansowe 3, które stykają się z końcami prepregu 2, po czym na końce formy wewnętrznej 1 nakłada się wkładki 4 w postaci walca stopniowanego, zabezpiecza się je przed obrotem i uszczelnia. Następnie rozpoczyna się sekwencję, w której do wkładki 4 przymocowuje się pierwszy zewnętrzny element formy 9a i drugi zewnętrzny element formy 9b w postaci wycinka pierścienia, w ten sposób, że pomiędzy nimi pozostaje wolna przestrzeń ułożona równolegle do poziomu, odpowiadająca wielkością zewnętrznemu elementowi formy 9 oraz o boki zewnętrznych elementów formy 9a, 9b od strony wolnej przestrzeni opiera się przekładki 11a, 11b i w wolnej przestrzeni umieszcza się prosek

12, który rozprowadza się w niej za pomocą zgarniacza 13. W miejscu rozprowadzenia proszku przymocowuje się trzeci zewnętrzny element formy 9c, po czym obraca się formę 1 o taki kąt aby drugi z zewnętrznych elementów formy 9b był ułożony równolegle do poziomu oraz demontuje się go wraz z drugą przekładką 11a. W sąsiedztwie mocuje się czwarty zewnętrzny element formy 9d tak aby 5 pomiędzy nim a trzecim z zewnętrznych elementów formy 9c pozostawała pusta przestrzeń oraz o czwarty zewnętrzny element formy 9d opiera się przekładkę 11c od strony wolnej przestrzeni. Wolną przestrzeń wypełnia się proszkiem 12, który rozprowadza się w niej za pomocą zgarniacza 13. Następnie mocuje się piąty zewnętrzny element formy 9e i kolejno powyższą sekwencję powtarza się do całkowitego zamknięcia formy. Następnie na powierzchni zewnętrznej formy 9a, 9b, 9c, 9d układa 10 się tkaninę odpowietrzającą 14, nakłada się rękaw foliowy 15 wraz z zaworem próżniowym 17 a następnie rękaw foliowy 15 mocuje się i uszczelnia się przy pomocy drugiego uszczelnienia 16 do wewnętrznej powierzchni drugiego stopnia wkładki 4. Cały pakiet poddaje się utwardzaniu w autoklawie.

W pierwszym przykładzie wykonania zastosowano prepreg 2 w postaci włókien 15 jednokierunkowych T700S firmy Torayca, proszek 12 w postaci tritlenku diglinu Al_2O_3 , temperaturę w autoklawie wynoszącą $115^{\circ}C$ i podciśnienie wynoszące $0,072MPa$, czas utwardzania 110 min.

W drugim przykładzie wykonania zastosowano prepreg 2 w postaci włókien jednokierunkowych IMS65 firmy Tenax, proszek 12 w postaci ditlenku krzemu SiO_2 , temperaturę w autoklawie wynoszącą $125^{\circ}C$ i podciśnienie wynoszące $0,088MPa$ czas utwardzania 130 min.

20 W trzecim przykładzie wykonania zastosowano prepreg 2 w postaci włókien jednokierunkowych HR40 firmy Pyrofil, proszek 12 w postaci miedzi, temperaturę w autoklawie wynoszącą $120^{\circ}C$ i podciśnienie wynoszące $0,08MPa$, czas utwardzania 120 min.

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