

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245952 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439826**

(22) Data zgłoszenia: **2021.12.14**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.06.19 BUP 25/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.11.04 WUP 45/2024**

(51) MKP:

B29C 51/12 (2006.01)

B29C 51/18 (2006.01)

B29C 51/20 (2006.01)

B29C 51/26 (2006.01)

B30B 9/28 (2006.01)

B30B 11/04 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**POLSKIE ZAKŁADY LOTNICZE SPÓŁKA
Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Mielec, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**MARCIN GŁODZIK, Mielec, PL
PRZEMYSŁAW DOBRZAŃSKI, Warszawa, PL
ALEKSANDER BANAŚ, Rzeszów, PL
KONRAD FARBANIEC, Wola Niżna, PL
AGNIESZKA ŁUKASIK, Wola Mielecka, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Damian Krężel, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Sposób formowania kompozytowych części termoplastycznych o pionowych ściankach

PL 245952 B1

Opis wynalazku

Dziedzina techniki

Przedmiotem wynalazku jest sposób formowania kompozytowych części termoplastycznych zbrojonych włóknami na prasie o podwyższonej temperaturze. Formowanie wykonywane jest przy użyciu zestawu narzędzi obejmującego matrycę i stempel. Metoda ta wykorzystywana jest do formowania części o pionowych ściankach.

Stan techniki

W stanie techniki znane są różne metody formowania elementów kompozytowych z tworzyw termoplastycznych poprzez prasowanie na prasie w zestawie matryca – stempel.

Dokument CN112976606A ujawnia matrycę formującą oraz sposób prasowania na gorąco części konstrukcyjnych z kompozytów termoplastycznych wzmocnionych włóknem węglowym. Forma do formowania zawiera pierwszą formę do prasowania na gorąco, drugą formę do prasowania na gorąco, pierwszą elektrodę, drugą elektrodę i zasilacz. Druga forma do prasowania na gorąco jest umieszczona naprzeciwko pierwszej formy do prasowania na gorąco, a między pierwszą formą do prasowania na gorąco a drugą formą do prasowania na gorąco jest utworzona wnęka formy. Pierwsza elektroda jest umieszczona na jednym końcu, daleko od wnęki formy, pierwszej formy do prasowania na gorąco. Druga elektroda jest umieszczona na jednym końcu, daleko od wnęki formy, drugiej formy do prasowania na gorąco. Rozwiązanie to jest stosowane do części, których kąt między dnem wnęki a ściankami jest większy niż 90° .

W dokumencie CN104385627 przedstawiono metodę wytwarzania i formowania elementów kompozytowych, na bazie żywicy, odpornych na wyładowania elektryczne. W formie wstępnie sprasowany prepreg i przewodząca warstwa funkcjonalna są prasowane na gorąco i formowane razem, tak że dwie części materiału są współutwardzane w celu uzyskania integralnego formowania. Na koniec forma jest otwierana w celu uzyskania wzmocnionej włóknami struktury kompozytowej matrycy żywicznej z odporną na wyładowania elektryczne warstwą funkcjonalną powierzchni. W metodzie tej także stosowana jest forma, w której wnęka ma kształt taki, że kąt między dnem a ściankami jest większy niż 90° .

Dokument CN105538577A ujawnia urządzenie do formowania na gorąco płyty kompozytowej z polieteroeteroketonu (PEEK) wzmocnionej włóknem węglowym. Urządzenie do formowania na gorąco składa się z maszyny hydraulicznej, matrycy formującej i układu próżniowego. Zespół grzejny jest oddzielony od maszyny hydraulicznej, a rura grzewcza służy do podgrzewania matrycy w celu uzyskania funkcji prasowania na gorąco w wysokiej temperaturze; przeprowadzając prasowanie na gorąco w środowisku próżniowym, zawartość pęcherzyków w żywicy może zostać znacznie zmniejszona, a gładkość powierzchni badanego elementu i parametry obrabianego przedmiotu ulegają poprawie; w matrycy umieszczona jest jednostka chłodząca, a prędkość chłodzenia jest regulowana poprzez regulację przepływu i temperatury zimnego powietrza o wysokim ciśnieniu, aby kontrolować krystaliczność żywicy matrycowej i realizować elastyczny wybór między wysoką wytrzymałością a wysoką sztywnością. Odpowiednio, wynalazek zapewnia również sposób formowania na gorąco płyty kompozytowej z polieteroeteroketonu (PEEK) wzmocnionej włóknem węglowym.

Dokument US2010189837A ujawnia urządzenie składające się z formy próżniowej, obejmującej komorę próżniową z pierwszym otworem oraz elastomerycznej folii hermetycznie przymocowanej do obwodu pierwszego otworu. Elastomeryczna folia posiada powierzchnię stemplującą po stronie odległej od komory. Forma próżniowa tego urządzenia obejmuje dodatkową powierzchnię półprzepuszczalną umieszczoną w pierwszym otworze. Powierzchnia ta przyjmuje wklęsłą konfigurację zwróconą w kierunku odległym od komory próżniowej. Elastomeryczna folia, przymocowana hermetycznie do obwodu pierwszego otworu, została skonfigurowana do deformacji, aby dostosować się do tej powierzchni półprzepuszczalnej pod wpływem próżni w komorze, a jednocześnie nie dostosowuje się do niej w przypadku braku próżni. Dodatkowo, powierzchnia półprzepuszczalną ma taki sam ogólny kształt jak podłoże, na które ma być наносzony materiał przez powierzchnię stemplującą elastomerycznej folii. Ta powierzchnia półprzepuszczalną posiada dwuwymiarową krzywiznę oraz kształt półkuli, gdzie kąt nachylenia wynosi od 60° do 120° . Jest to powierzchnia o niepłaskim, ciągłym zakrzywieniu, a stosunek maksymalnej wysokości tej powierzchni półprzepuszczalnej do jej głównej osi wynosi co najmniej 0,1. Dzięki takiemu układowi, urządzenie umożliwia nanoszenie warstw o wzorcowym układzie na niepłaskim podłożu, minimalizując ryzyko uszkodzenia wzoru warstwy.

Zestaw matryca-stempel, znany ze stanu techniki, wykonany jest z metalu lub stopu metalu. Wadą takiego rozwiązania jest jednak sztywność tego układu, który powoduje nierównomierny rozkład ciśnienia na formowanej części w konkretnych przypadkach takich jak profil ceowy. Wszędzie tam, gdzie kąt przejścia między dnem a półką części wynosi 90 stopni – konieczne jest wywarcie ciśnienia odpowiedniego do dociśnięcia i skonsolidowania pionowych ścianek części.

Istota wynalazku

Celem wynalazku jest zaproponowanie rozwiązania, które rozwiąże przynajmniej częściowo problemy techniczne ze stanu techniki.

Zgodnie z przedmiotowym wynalazkiem zapewniono sposób formowania kompozytowych części termoplastycznych zbrojonych włóknami o pionowych ściankach przebiegający w podwyższonej temperaturze, obejmujący etapy:

- i. umieszczenia obrabianego materiału pomiędzy matrycą a stemplem, przy czym matryca ma gniazdo o przekroju prostokątnym ograniczone przez dno i pionowe ścianki boczne, a stempel ma kształt dopasowany do kształtu gniazda matrycy o wymiarach umożliwiających jego umieszczenie we wspomnianym gnieździe matrycy,
 - ii. zamknięcia prasy, poprzez dociśnięcie stemplem zadaną siłą nacisku obrabianego materiału do matrycy,
 - iii. otwarcia prasy i wyjęcia obrabianego materiału,
- charakteryzujący się tym, że wykorzystuje się stempel wykonany z elastomeru, a siłę nacisku stempla w etapie ii) dobiera się tak, że ścianki boczne stempla ulegają wybrzuszeniu wywierając ciśnienie p na boczne, pionowe ścianki obrabianego materiału.

W korzystnym przykładzie wykonania wynalazku stempel wykonany jest z elastomeru syntetycznego, odpornego na działanie wysokich temperatur.

Korzystnie, wywiera się ciśnienie przy pomocy stempla do momentu uzyskania w obrabianym materiale kąta przejścia między dnem a ściankami bocznymi matrycy wynoszącym 90°.

Korzystnie, matrycę wykonuje się z metalu lub stopu metalu.

Korzystne skutki wynalazku

Zastosowanie stempla wykonanego z elastomeru syntetycznego, który pod wpływem zadanej siły ulega zjawisku „beczkowatości”, tj. rozszerza się wzdłuż pionowych ścianek, powoduje wywarcie odpowiedniego ciśnienia na ścianki boczne elementu formowanego, dzięki czemu wytworzony element wykazuje odpowiednie właściwości na całej powierzchni.

Szczegółowy opis korzystnego przykładu wykonania wynalazku

Wynalazek zostanie teraz bliżej przedstawiony w korzystnym przykładzie wykonania w nawiązaniu do załączonego rysunku, przedstawiającym urządzenie w postaci zestawu narzędzi matryca-stempel do realizacji sposobu według wynalazku.

Urządzenie do realizowania sposobu według korzystnego przykładu realizacji wynalazku zostało szczegółowo przedstawione na dołączonym rysunku.

Urządzenie obejmuje zestaw narzędzi w postaci matrycy 1 oraz stempla 2.

W prezentowanym przykładzie wykonania matryca 1 wykonana jest z metalu lub stopu metalu, natomiast stempel 2 z elastomeru syntetycznego. Stempel może być także wykonany z każdego innego materiału odpornego na wysokie temperatury, który wykazuje zjawisko beczkowatości pod wpływem wywieranej na niego siły.

Sposób według wynalazku korzystnie przeznaczony jest do formowania kompozytów termoplastycznych zbrojonych włóknami, zwłaszcza włóknami węglowymi. Jako osnowę stosuje się korzystnie takie materiały jak PEEK (polieteroeteroketon), PAEK (poliaryloeteroketon) i PPS (polisilarczek fenylenu). Wymagane jest zatem przeprowadzanie procesu formowania w podwyższonej temperaturze, bowiem po umieszczeniu elementu w prasie rozpoczyna się proces utwardzania i konsolidacji elementu.

Sposób formowania według niniejszego wynalazku stosowany jest w przypadku, gdy kąt przejścia między dnem a półką części wynosi 90 stopni. Konieczne jest wtedy wywarcie ciśnienia odpowiedniego do dociśnięcia i skonsolidowania pionowych ścianek części. W przeciwnym wypadku jakość elementu na powierzchni pionowych ścianek będzie znacznie odbiegała od pożądanej – będzie charakteryzowała się wysoką porowatością, co ma znaczący wpływ na jej właściwości fizykomechaniczne.

W korzystnym przykładzie wykonania sposób według wynalazku przeprowadzany jest według następujących etapów:

- otwarcie prasy i umieszczenie obrabianego materiału 3 pomiędzy matrycą 1 a stemplem 2,

- zamknięcie prasy, poprzez dociśnięcie stemplem 2 z zadaną siłą F obrabianego materiału 3 do matrycy 1. W etapie tym następuje konsolidacja i utwardzenie elementu. Siła nacisku F stempla 2 jest tak dobrana, że ścianki boczne stempla 2 ulegają ugięciu wywierając ciśnienie p na boczne, pionowe ścianki obrabianego materiału (3). Zachodzi tzw. zjawisko beczkowatości. Dzięki temu uzyskuje się równomierny rozkład ciśnienia na wszystkich pozostałych powierzchniach, niwelując różnice grubości laminatu kompozytowego lub niedopasowanie stempla do matrycy,
- otwarcie prasy i wyjęcie obrabianego materiału 3.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób formowania kompozytowych części termoplastycznych o pionowych ściankach, zbrojonych włóknami, przebiegający w podwyższonej temperaturze, obejmujący etapy:
 - i. umieszczenia obrabianego materiału (3) pomiędzy matrycą (1) a stemplem (2) przy czym matryca (1) ma gniazdo o przekroju prostokątnym ograniczone przez dno i pionowe ścianki boczne, a stempel (2) ma kształt dopasowany do kształtu gniazda matrycy (2) o wymiarach umożliwiającym jego umieszczenie we wspomnianym gnieździe matrycy (2),
 - ii. zamknięcia prasy, poprzez dociśnięcie stemplem (2) z zadaną siłą nacisku (F) obrabianego materiału (3) do matrycy (1),
 - iii. otwarcia prasy i wyjęcia obrabianego materiału (3), **znamienny tym**, że wykorzystuje się stempel (2) wykonany z elastomeru, a siłą nacisku (F) stempla (2) w etapie ii) dobiera się tak, że ścianki boczne stempla (2) ulegają wybrzuszeniu wywierając ciśnienie (p) na boczne, pionowe ścianki obrabianego materiału (3).
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wywiera się ciśnienie (p) przy pomocy stempla (2) do momentu uzyskania w obrabianym materiale (3) kąta przejścia między dnem a ściankami bocznymi matrycy (1) wynoszącym 90° .
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że matrycę (1) wykonuje się z metalu lub stopu metalu.

Rysunek

