

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244164 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **438142**

(22) Data zgłoszenia: **2021.06.10**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.12.12 BUP 50/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.12.11 WUP 50/2023**

(51) MKP:

B23K 11/10 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
MONIKA MICHALAK, Krzyków, PL
PAWEŁ KUSTROŃ, Mirków, PL
MARCIN KORZENIOWSKI, Mirosławice, PL
PAWEŁ SOKOŁOWSKI, Wrocław, PL
TOMASZ PIWOWARCZYK, Wrocław, PL
ALEKSANDRA MAŁACHOWSKA, Wrocław, PL

(74) Pełnomocnik:
rzec. pat. Piotr Otręba, Wrocław, PL

(54) Tytuł:

Sposób rezystancyjno-ultradźwiękowego zgrzewania punktowego kompozytów metal-polimer-metal z blachą oraz urządzenie do realizacji tego sposobu

PL 244164 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób oraz urządzenie do rezystancyjno-ultradźwiękowego zgrzewania punktowego kompozytów metal-polimer-metal z blachą. Wytwór wytworzony sposobem według wynalazku znajduje zastosowanie w konstrukcjach artykułów gospodarstwa domowego, w przemyśle motoryzacyjnym i wielu innych dziedzinach.

Kompozyty polimerowe MPC (Metal-Polymer-Composites) to nowoczesne materiały konstrukcyjne charakteryzujące się właściwościami mechanicznymi niespotykanymi dla współcześnie wytwarzanych materiałów mechanicznych, jak wysoki stosunek wytrzymałości do gęstości, duża sztywność i wysokie tłumienie drgań mechanicznych. Kompozyty metal-polimer-metal znane są między innymi z amerykańskich opisów patentowych US 4,313,996, US 3,711,365 czy US 3,623,943.

Z uwagi na występowanie w kompozytach MPC nieprzewodzącej warstwy wewnętrznej, znajdującej się pomiędzy metalowymi okładzinami, zgrzewanie ich z blachą tradycyjną metodą zgrzewania rezystancyjnego składającą się z docisku wstępnego, przepływu prądu zgrzewania i docisku końcowego, nie jest możliwe. Warstwa polimerowa, z uwagi na swoją bardzo dużą rezystancję elektryczną nie przewodzi prądu elektrycznego, co uniemożliwia nagrzanie obszaru styku zgodnie z prawem Joule'a Lenza.

Z uwagi na powyższe w celu umożliwienia wzajemnego złączenia kompozytu metal-polimer-metal z blachą metodą punktowego zgrzewania rezystancyjnego polimerowy rdzeń kompozytu MPC uplastycznia się na skutek podgrzania elementami grzewczymi, w które wyposaża się elektrody do zgrzewania rezystancyjnego. Po uplastycznieniu polimerowy rdzeń kompozytu metal-polimer-metal na skutek ściskania kompozytu elektrodami do zgrzewania usuwa się z miejsca, w którym został uplastyczniony. Na koniec ściskające kompozyt metal-polimer-metal i blachę elektrody do zgrzewania rezystancyjnego zasila się prądem zgrzewania i pomiędzy punktowo dociśniętymi do siebie zewnętrznymi metalowymi warstwami kompozytu i blachą tworzy się zgrzeinę.

W niemieckim dokumencie patentowym DE 102011109708 ujawniono rezystancyjne nagrzewanie polimerowej warstwy kompozytu MPC poprzez wyposażenie elektrod albo elementów dociskowych w elementy grzewcze. W ujawnionym rozwiązaniu, po podgrzaniu, środkowa warstwa z tworzywa sztucznego jest usuwana z miejsca łączenia na skutek docisku. W amerykańskim dokumencie patentowym US4650951 ujawniono łączenie materiałów kompozytowych za pomocą podgrzewania elektrod do zgrzewania rezystancyjnego. W niemieckim dokumencie patentowym DE102013108563 ujawniono dwustopniowy proces pracy zgrzewarki. Na początku przepuszczany jest prąd mający podgrzać warstwę polimerową, a na drugim etapie złącze jest zgrzewane. W amerykańskim dokumencie patentowym US2018/0001415 ujawniono układ nagrzewania rezystancyjnego elektrody możliwy do zintegrowania ze zgrzewarką rezystancją w celu wstępnego podgrzania laminatu. Amerykański dokument patentowy US2018000905 ujawnia zespół dwóch układów prądowych, z których pierwszy służy do nagrzewania kompozytu a drugi do jego złączania. W kolejnym amerykańskim dokumencie patentowym US20200108468 ujawniony został układ hybrydowy składający się z układu ultradźwiękowego i układu do zgrzewania rezystancyjnego. W przedmiotowym amerykańskim rozwiązaniu układ ultradźwiękowy zastosowany został w celu poprawy usuwania tlenków i zanieczyszczeń z miejsca łączenia metalowych warstw kompozytu.

Problemem jaki stoi do rozwiązania przed przedmiotowym wynalazkiem jest nowy, skuteczny i szybki sposób uplastyczniania warstwy środkowej kompozytu MPC w celu umożliwienia punktowego rezystancyjnego zgrzania jego metalowych, zewnętrznych warstw z blachą.

Sposób rezystancyjno-ultradźwiękowego zgrzewania punktowego kompozytów metal-polimer-metal z blachą, w którym kompozyt metal-polimer-metal oraz blachę umieszcza się pomiędzy górną i dolną elektrodą do zgrzewania rezystancyjnego; kolejno polimerowy rdzeń tak umiejscowionego kompozytu metal-polimer-metal uplastycznia się oraz na skutek ściskania kompozytu metal-polimer-metal elektrodami do zgrzewania usuwa się go z miejsca, w którym został uplastyczniony; następnie ściskające kompozyt metal-polimer-metal oraz blachę elektrody do zgrzewania rezystancyjnego zasila się prądem zgrzewania i pomiędzy metalowymi, punktowo dociśniętymi do siebie, zewnętrznymi warstwami kompozytu metal-polimer-metal oraz blachą tworzy się zgrzeinę; **według wynalazku charakteryzuje się tym**, iż uplastycznienia rdzenia polimerowego kompozytu metal-polimer-metal dokonuje się falami ultradźwiękowymi, które do kompozytu metal-polimer-metal doprowadza się jedną z elektrod do zgrzewania rezystancyjnego, która w procesie uplastycznienia

rdzenia polimerowego stanowi sonotrodę, która poprzez falowód połączona jest z przetwornikiem ultradźwiękowym; przy czym drugą z elektrod do zgrzewania rezystancyjnego w procesie uplastycznienia i punktowego usuwania uplastycznionego polimerowego rdzenia wykorzystuje się jako docisk.

Urządzenie do rezystancyjno-ultradźwiękowego zgrzewania punktowego kompozytów metal-polimer-metal z blachą zbudowane ze zgrzewarki rezystancyjnej punktowej mającej jedną elektrodę do zgrzewania rezystancyjnego ruchomą a drugą stałą, **według wynalazku charakteryzuje się tym**, iż elektrodę stałą do zgrzewania rezystancyjnego stanowi sonotroda poprzez falowód połączona z przetwornikiem ultradźwiękowym, który elektrycznie połączony jest z ultradźwiękowym generatorem mocy.

Pomimo znanego czynnego wpływu ultradźwięków na tworzywa sztuczne (uplastycznianie, topienie, możliwość spajania) na rynku nie ma obecnie dostępnego urządzenia umożliwiającego trwałe łączenie materiałów z rdzeniem nieprzewodzącym. Znane z rozeznaczonych opisów rozwiązania nie oferują możliwości zgrzewania materiałów MPC w jednym cyklu. Wynalazek stanowi kompleksowe rozwiązanie problemu spajania materiałów MPC z rdzeniem nieprzewodzącym, poszerzając znacznie zakres zastosowania termicznych metod łączenia. Kompaktość opracowanego rozwiązania skutkuje relatywnie łatwą możliwością automatyzacji i robotyzacji procesu zgrzewania. Ponadto, precyzyjne sterowanie parametrami procesu daje możliwość łączenia materiałów MPC o różnych grubościach i właściwościach mechanicznych.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do rezystancyjno-ultradźwiękowego zgrzewania punktowego kompozytów metal-polimer-metal z blachą w schemacie, fig. 2 stanowiący dolną elektrodę zgrzewarki rezystancyjnej punktowej układ drgający do wytwarzania fal ultradźwiękowych w widoku z przodu, fig. 3 stanowiący dolną elektrodę zgrzewarki rezystancyjnej punktowej układ drgający do wytwarzania fal ultradźwiękowych w widoku z boku, a fig. 4 etapy tworzenia trwałego połączenia metalowych zewnętrznych warstw kompozytu z blachą.

Urządzenie do rezystancyjno-ultradźwiękowego zgrzewania punktowego kompozytów metal-polimer-metal z blachą w przykładzie wykonania według wynalazku zbudowane jest ze zgrzewarki rezystancyjnej punktowej 1 mającej dwie, w pionie usytuowane jedna nad drugą, elektrody 2, 3, z których górna elektroda 2 jest ruchoma w pionie a dolna elektroda 3 stała. Nieruchoma (stała) elektroda 3 dolna ma postać układu drgającego do wytwarzania fal ultradźwiękowych, który połączony jest z ultradźwiękowym generatorem mocy 4. Stanowiący dolną elektrodę 3 do zgrzewania punktowego układ drgający składa się z sonotrody 3a, która poprzez falowód 3b połączona jest z przetwornikiem ultradźwiękowym 3c. Do falowodu 3b zamocowana jest tuleja 3d, do której za pośrednictwem śrub 3e zamocowana jest poprzeczna belka 3f mająca usytuowany po jej środku przelotowy otwór, w którym osadzona jest sonotroda 3a. Do poprzecznej belki 3f doprowadzony jest prąd zgrzewania z generatora zgrzewarki rezystancyjnej punktowej 1. Powyższa konstrukcja zapewnia swobodny ruch sonotrody 3a oraz przepływ za jej pośrednictwem prądu zgrzewania do obszaru zgrzewania. Przelotowy otwór w poprzecznej belce 3f ma średnicę dostosowaną do wymiarów osadzonej w nim sonotrody 3a. Średnica przelotowego otworu jest co do zasady większa o co najmniej 1 mm od średnicy sonotrody 3a. Powyższe zapewnia brak kontaktu mechanicznego sonotrody 3a ze ściankami bocznymi poprzecznej belki 3f. W przedmiotowym rozwiązaniu stosuje się przetwornik ultradźwiękowy 3c typu "sandwich" o częstotliwości rezonansowej 25 kHz i mocy maksymalnej 3 kW. Funkcja docisku realizowana jest przez docisk górnej elektrody 2, wykonującej ruch w osi pionowej. Stosowana w rozwiązaniu według wynalazku geometria falowodu 3b oraz jego sztywne zamocowanie w szynach prądowych nie powinny tłumić drgań ultradźwiękowych narzędzia roboczego – sonotrody 3a. Sprężona mechanicznie z falowodem 3b sonotroda 3a wykonuje drgania podłużne, uzyskując na końcówce roboczej najwyższą amplitudę wychYLENIA. Pod wpływem siły docisku generowane fale ultradźwiękowe doprowadzane są do zgrzewanych materiałów kompozytu. Tarcie wewnętrzne drgających podłużnie cząsteczek polimeru powoduje jego szybkie nagrzanie i topienie, a działająca siła docisku wyciska uplastyczniony polimer z miejsca planowanego zgrzewania. Z uwagi, iż oprócz wykonywania drgań zadaniem sonotrody 3a jest także doprowadzenie prądu zgrzewania do miejsca zgrzewania, jest ona włączona w obwód elektryczny zgrzewarki rezystancyjnej punktowej 1. W celu eliminacji strat związanych z rezystancyjnym nagrzewaniem sonotrody 3a (w wyniku przepływającego prądu elektrycznego) jako materiał na sonotrodę 3a stosuje się materiał typowy dla procesów zgrzewania rezystancyjnego punktowego, to jest stop miedzi

z cyrkonem i chromem (CuCr1Zr wg EN-13601). W rozwiązaniu według wynalazku można zastosować zgrzewarkę rezystancyjną punktową 1 o mocy znamionowej 40 kVA. Synchronizację pracy urządzenia według wynalazku zapewnia układ sterowania 5, który reguluje parametry procesu oraz wyzwała jego etapy w zadanej sekwencji.

Sposób rezystancyjno-ultradźwiękowego zgrzewania punktowego kompozytów metal-polimer-metal z blachą, w przykładzie realizacji według wynalazku i przy użyciu powyżej ujawnionego urządzenia według wynalazku przebiega następująco.

I tak, w pierwszym etapie kompozyt metal-polimer-metal 6 oraz blachę 7 umieszcza się pomiędzy elektrodami 2, 3 do punktowego zgrzewania rezystancyjnego. W takim usytuowaniu docisk ruchomej elektrody 2 górnej zapewnia sztywne pozycjonowanie kompozytu metal-polimer-metal 6 oraz blachy 7. Po spozycjonowaniu kompozytu metal-polimer-metal 6 oraz blachy 7 załączony zostaje ultradźwiękowy generator mocy 4, który zasilając przetwornik ultradźwiękowy 3c doprowadza do dolnej elektrody 3, a dokładnie do tworzącej ją sonotrody 3a, podłużne fale ultradźwiękowe, co rozpoczyna nagrzewanie polimerowego rdzenia kompozytu metal-polimer-metal 6. Nagrzewanie polimerowego rdzenia falami ultradźwiękowymi powoduje, iż on zostaje uplastyczniony. Podczas uplastyczniania kompozyt metal-polimer-metal 6 oraz blachę 7 ściska się, przy zaparciu ich na elektrodzie 3 dolnej, przesuwem do nich ruchomej elektrody 2 górnej. Siła punktowego nacisku elektrody 2 górnej na kompozyt metal-polimer-metal 6 oraz blachę 7 sprawia, iż górna metalowa warstwa kompozytu ugina się do wnętrza i usuwa na bok uplastyczniony polimerowy rdzeń. Po zetknięciu się metalowych zewnętrznych warstw kompozytu metal-polimer-metal 6, to jest po wyciśnięciu z miejsca punktowego nacisku uplastycznego rdzenia polimerowego ultradźwięki wyłącza się. Proces wytwarzania polimeru kończy się fazą, w którym do elektrody 2 górnej i elektrody 3 dolnej doprowadza się prąd zgrzewania, którym wytwarza się zgrzeinę w miejscu zetknięcia się dociskanych do siebie metalowych warstw zewnętrznych kompozytu metal-polimer-metal 6 i blachy 7. Cały cykl kończy się dociskiem końcowym. W przedmiotowym rozwiązaniu korzystnie stosuje się blachę stalową albo aluminiową o grubości od 0,5 do 2,5 mm. Rozwiązanie może obejmować także inną grubość blachy.

Wytwarzany sposobem oraz urządzeniem według wynalazku kompozyt każdorazowo składa się z zewnętrznych okładzin metalicznych, a jego warstwę wewnętrzną stanowi nieprzewodzący rdzeń z tworzywa sztucznego, ewentualnie mieszaniny tworzywa sztucznego z ceramiką/wypełnieniem mineralnym. Przykładowo kompozyt może stanowić:

- Litecor o całkowitej grubości 1,2 mm (producent Thyssen Krupp) – o zewnętrznych okładzinach stalowych o grubości 0,3 mm każda, rdzeniu z poliamidu o grubości 0,6 mm;
- Hylite o całkowitej grubości 0,8 mm (producent-3A Composites) – o zewnętrznych okładzinach ze stopu aluminium o grubości 0,2 mm każda i rdzeniu polipropylenowym o grubości około 0,8 mm;
- Alucobond o grubości całkowitej 3 mm (producent 3A Composites) – z zewnętrznymi okładzinami ze stopu aluminium o grubości 0,2 mm i rdzeniu z mieszaniny polimeru z wypełnieniem mineralnym o grubości 2,6 mm; albo
- każdy inny kompozyt metal-polimer-metal, którego grubość i rodzaj warstw pozwala na zgrzanie rezystancyjne sposobem według wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób rezystancyjno-ultradźwiękowego zgrzewania punktowego kompozytów metal-polimer-metal z blachą, w którym kompozyt metal-polimer-metal oraz blachę umieszcza się pomiędzy górną i dolną elektrodą do zgrzewania rezystancyjnego, kolejno polimerowy rdzeń lak umiejscowionego kompozytu metal-polimer-metal uplastycznia się oraz na skutek ściskania kompozytu metal-polimer-metal elektrodami do zgrzewania rezystancyjnego usuwa się go z miejsca, w którym został uplastyczniony, następnie ściskające kompozyt metal-polimer-metal oraz blachę elektrody do zgrzewania rezystancyjnego zasila się prądem zgrzewania i pomiędzy punktowo dociśniętymi do siebie zewnętrznymi, metalowymi warstwami kompozytu metal-polimer-metal oraz blachą tworzy się zgrzeinę, **znamiennym**, że uplastycznienia rdzenia polimerowego kompozytu metal-polimer-metal (6) doko-

- nuje się falami ultradźwiękowymi, które do kompozytu metal-polimer-metal (6) doprowadza się jedną z elektrod (3) do zgrzewania rezystancyjnego, która w procesie uplastycznienia rdzenia polimerowego stanowi sonotrodę (3a), która poprzez falowód (3b) połączona jest z przetwornikiem ultradźwiękowym (3c), przy czym drugą z elektrod (2) do zgrzewania rezystancyjnego w procesie uplastyczniania i punktowego usuwania uplastycznionego polimerowego rdzenia wykorzystuje się jako docisk.
2. Urządzenie do rezystancyjno-ultradźwiękowego zgrzewania punktowego kompozytów, metal-polimer-metal z blachą zbudowane ze zgrzewarki rezystancyjnej punktowej mającej jedną elektrodę do zgrzewania rezystancyjnego ruchomą a drugą stałą, **znamiennie tym**, że elektrodę (3) stałą do zgrzewania rezystancyjnego stanowi sonotroda (3a) poprzez falowód (3b) połączona z przetwornikiem ultradźwiękowym (3c), który elektrycznie połączony jest z ultradźwiękowym generatorem mocy (4).

Rysunki

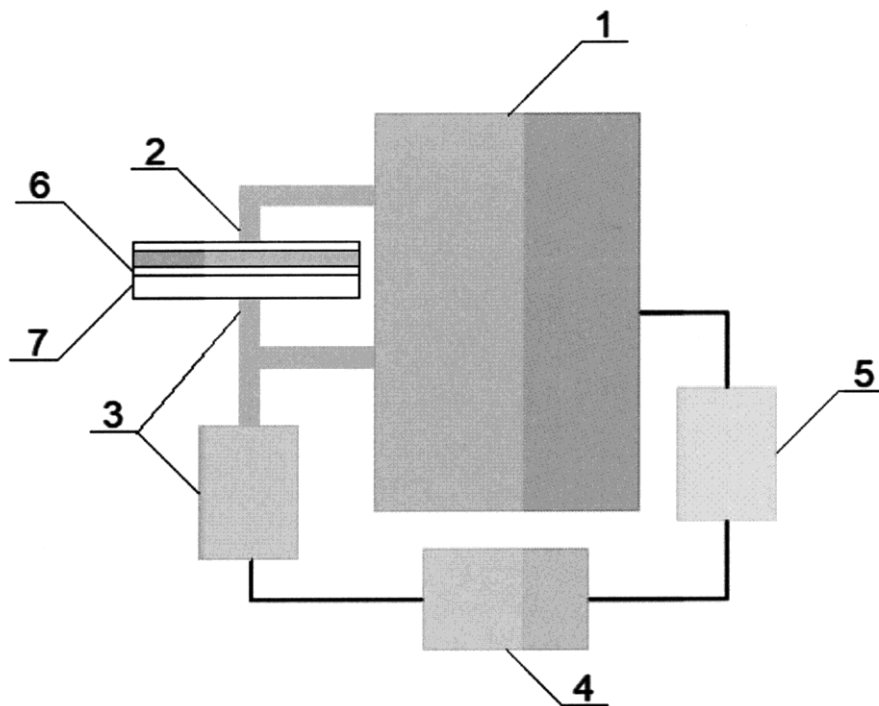


Fig. 1

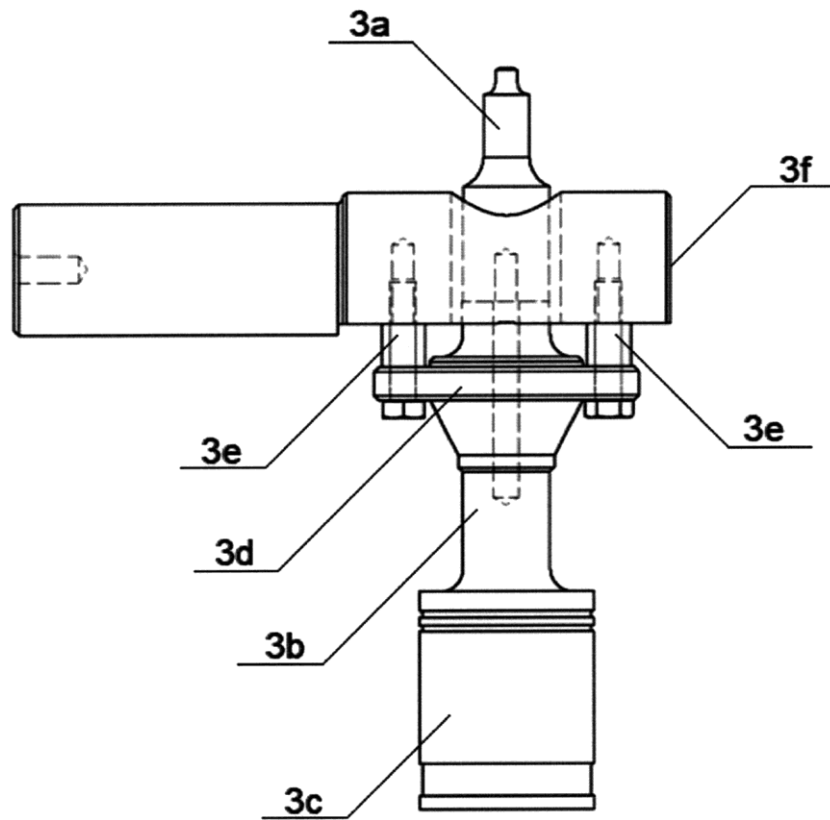


Fig. 2

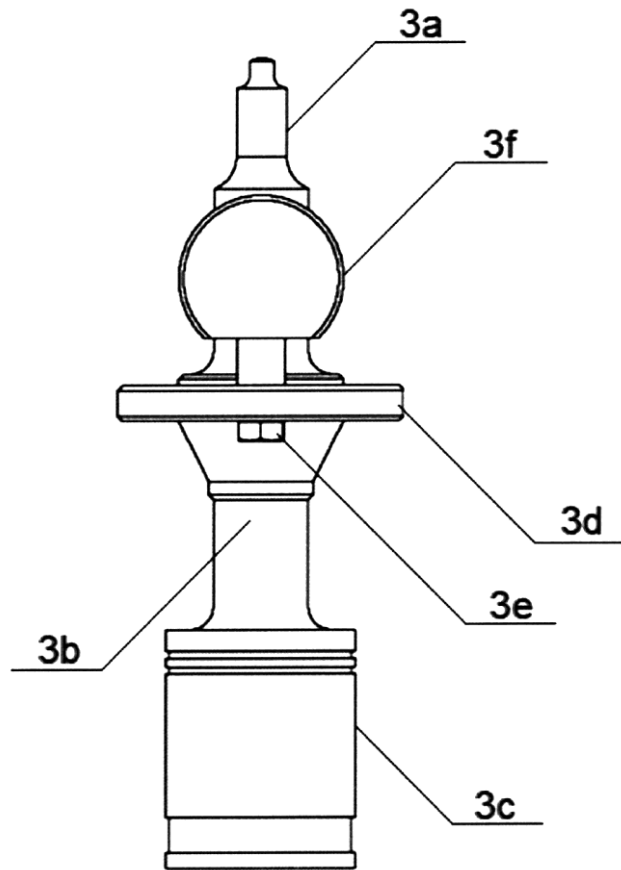


Fig. 3

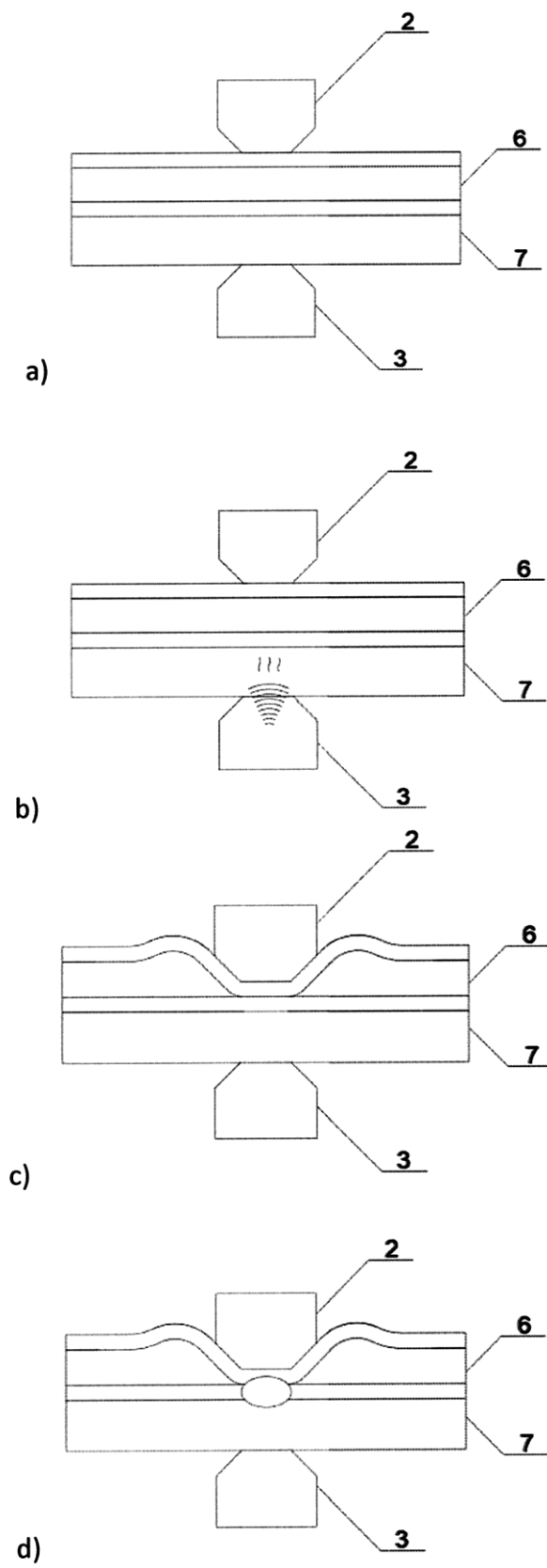


Fig. 4