

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240166**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424769**

(22) Data zgłoszenia: **06.03.2018**

(51) Int.Cl.

B32B 15/14 (2006.01)

B32B 3/28 (2006.01)

B32B 27/12 (2006.01)

B32B 37/00 (2006.01)

B29C 43/20 (2006.01)

(54)

Sposób wytwarzania kompozytów warstwowych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

09.09.2019 BUP 19/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.02.2022 WUP 09/22

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA RZESZOWSKA
IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ANDRZEJ KUBIT, Krosno, PL
DAWID WYDRZYŃSKI, Srogów Górny, PL**

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Henryk Pisiński

PL 240166 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania kompozytów warstwowych, w szczególności metalowo-włóknistych typu Fibre Metal Laminates (FML) lub kompozytów warstwowych bez udziału warstwy metalowej, zwłaszcza mających postać kształtowników kompozytowych.

Dotychczas najczęściej stosowaną metodą wytwarzania kompozytów warstwowych jest metoda autoklawowa opisana w publikacji J. Bieniasia pt.: „Fibre Metal Laminates – some aspects of manufacturing process, structure and selected properties” Kompozyty 11:1 (2011). W metodzie tej wytwarzane detale poddawane są działaniu relatywnie wysokiego ciśnienia – od 3 bar do 6 bar, próżni oraz podwyższonej temperatury. Najczęściej prowadzony proces, składający się z kilku etapów został opisany w publikacjach Wu G., Yang J.-M. pt.: „The mechanical behaviour of glare laminates for aircraft structures” JOM 2005 oraz Botelho E. C., Silva R. A., Pardini L. C., Rezende M. C., pt.: „A review on the development and properties of continuous fiber/epoxy/aluminium hybrid composites for aircraft structures”, Materials Research, 2006, 9. W początkowym etapie powierzchnie blachy przygotowuje się w celu jej aktywacji przed procesem sklejania z warstwą włóknistą, która najczęściej jest stosowana w formie preimpregnatu termoutwardzalnego. Następnie formuje się poszczególne warstwy elementów i układa się je kolejno w formie. Tak przygotowany półfabrykat obejmuje się szczelnie workiem próżniowym w celu eliminacji powietrza ze struktury kompozytu. W ostatnim etapie prowadzi się utwardzanie kompozytu w autoklawie przy podwyższonym ciśnieniu oraz w podwyższonej temperaturze. Technologia ta, choć powszechnie stosowana, jest jednak kosztowna i ogranicza się do wytwarzania relatywnie małych konstrukcji.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 7595112 B1 znany jest sposób wytwarzania kompozytów warstwowych, oparty na technice przesycania kompozytu żywicą zasysaną przy użyciu pompy próżniowej. Kompozyty wytwarzane tą metodą cechują się występowaniem perforowanych warstw metalowych. Metoda ta umożliwiła wykonywanie dużych konstrukcji o skomplikowanych kształtach, nie dających się wytworzyć przy użyciu autoklawu oraz pozwala ograniczyć koszty produkcji w stosunku do technologii wykorzystującej autoklaw.

Do wytwarzania kompozytów warstwowych w postaci kształtowników kompozytowych bez udziału warstwy metalowej obecnie najczęściej stosuje się technologię przeciągania, zwaną metodą pultruzji która została opisana w publikacji Krywult B. pt.: „Pultruzja – efektywna metoda wytwarzania półwyrobów z tworzyw wzmocnionych włóknami”. Polimery 2001, 46, nr 10. Sposób ten umożliwia automatyzację produkcji elementów konstrukcyjnych takich jak pręty, rury i kształtowniki o stałym przekroju poprzecznym. Do zbrojenia żywicy wykorzystywane są najczęściej włókna szklane lub węglowe składające się z wiązki wielu równoległych, nawiniętych na szpule włókien, zwane ciągłym rovingiem. Taśmy z rovingiem rozwijane są ze szpul i przepuszczane są przez wannę wypełnioną żywicą termoutwardzalną impregnującą włókna. Nasycone żywicą taśmy rovingu przeciągane są przez układ, który nadaje produkowanemu elementowi wstępny kształt, a następnie wprowadzane są do stalowej rozgrzanej matrycy w której prowadzony jest proces sieciowania.

W celu eliminacji istniejących wad dotychczasowych rozwiązań opracowano nowy sposób wytwarzania kompozytów warstwowych.

Sposób wytwarzania kompozytów warstwowych poprzez ułożenie naprzemiennie kolejno warstw metalowych, warstw włóknistych oraz żywicy, według wynalazku charakteryzuje się tym, że w pierwszym etapie układa się kolejno pierwszą warstwę metalową, warstwę włóknistą, warstwę żywiczną, a ponadto na obwodzie warstwy metalowej umieszcza się uszczelkę i warstwę ściśliwą, a następnie drugą warstwę metalową, po czym w drugim etapie warstwy kompozytu dociska się do siebie oraz wyciska się z niego nadmiar żywicy i powietrze, a następnie w trzecim etapie kompozyt utrzymuje się w tym stanie przez czas sieciowania żywicy.

Korzystnie warstwy kompozytu dociska się do siebie stemplem dociskającym, a jako warstwę włóknistą stosuje się tkaninę albo taśmę włóknistą albo jako warstwę włóknistą i warstwę żywiczną stosuje się preimpregnat stanowiący włókna włókniny przesyczone żywicą, przy czym jako warstwę włóknistą stosuje się warstwę z włókna szklanego albo węglowego albo kevlarowego.

Dalsze korzyści uzyskuje się, jeżeli uszczelkę stosuje się z materiału mającego mniejszą ściśliwość niż warstwa ściśliwa, korzystnie z materiału nieściśliwego, zaś na warstwę ściśliwą stosuje się materiał porowaty, korzystnie gąbkę, a na warstwę żywiczną stosuje się żywicę epoksydową.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeżeli przy wytwarzaniu kompozytu o kształcie innym niż płaski, jego kształt, po wyciśnięciu nadmiaru żywicy i powietrza, a przed usieciowaniem żywicy, kształtuje się

stemplem kształtującym albo metodą hydro-mechaniczną, a ponadto przy wytwarzaniu kompozytów pozbawionych warstw metalowych, w pierwszym etapie, przed ułożeniem warstw kompozytu, na powierzchni warstw metalowych układa się warstwy separacyjne, a po usieciowaniu żywicy usuwa się te warstwy separacyjne i warstwy metalowe.

Zaletami wytwarzania kompozytów warstwowych sposobem według wynalazku jest prostota stosowanego układu oraz niski koszt wytwarzania kompozytów, które mogą mieć różny kształt. Wykorzystywane przy sposobie wytwarzania kształtowników kompozytowych pozbawionych warstw metalowych powierzchnie metalowe nadają wyrobowi odpowiedni kształt i nie stanowią części kompozytu.

Przedmiot wynalazku jest bliżej wyjaśniony w przykładach wykonania i na rysunku nie zawężającym jego zakresu ochrony, na którym fig. 1 przedstawia układ z ułożonymi warstwami do wytworzenia kompozytu warstwowego o kształcie płaskiej płyty, fig. 2 – ten sam układ w przekroju wzdłuż linii A-A pokazanej na fig. 1, fig. 3 – ten sam, układ w stanie zaciśnięcia, fig. 4 – układ do wytworzenia kompozytu warstwowego o kształcie innym niż płaski w stanie zaciśnięcia, fig. 5 – ten sam układ ze stemplem kształtującym, fig. 6 – układ do wytworzenia kompozytu warstwowego o kształcie płaskiej płyty pozbawionego warstw metalowych, natomiast fig. 7 – ten sam układ w stanie zaciśnięcia.

Sposób wytwarzania kompozytów warstwowych według wynalazku, w pierwszym przykładzie wykonania na fig. 1÷3, dotyczy wytwarzania kompozytu metalowo-włóknistego o kształcie płaskiej płyty. Składowe kompozytu układa się w taki sposób, że w pierwszej kolejności kładzie się pierwszą warstwę metalową 1 mającą postać blachy, następnie warstwę włóknistą 2, którą stanowi tkanina z włókna węglowego, w dalszej kolejności układa się warstwę żywiczną 3 żywicy epoksydowej. Na obwodzie warstwy metalowej 1 kładzie się ponadto uszczelkę 4 z materiału nieściśliwego, a na niej warstwę ściśliwą 5, wykonaną z gąbki. Następnie kładzie się drugą warstwę metalową 1 w postaci blachy. Kolejno w drugim etapie warstwy kompozytu dociska się do siebie stemplem dociskającym, powodując równomierny docisk do siebie warstw składowych wytwarzanego kompozytu. Nadmiar żywicy oraz powietrze z układu przepuszcza się przez warstwę ściśliwą 5, a uszczelka 4 zapewnia utrzymanie właściwej ilości żywicy. Kompozyt utrzymuje się w tych warunkach przez czas sieciowania żywicy. Następnie zwalnia się stempel dociskający i otrzymuje się kompozyt metalowo-włóknisty mający formę płaskiej płyty.

W celu otrzymania kompozytu warstwowego o kształcie innym niż płaski, sposobem według wynalazku w drugim przykładzie wykonania na fig. 4÷5, w pierwszym etapie kształtuje się płaską płytę z kompozytu metalowo-włóknistego tak samo, jak w pierwszym przykładzie wykonania. Po wyciśnięciu nadmiaru żywicy i powietrza, w kształtowanym miejscu przykładana się stempel kształtujący 6 i wyciska się pożądaną formę. Kompozyt utrzymuje się w tych warunkach przez czas sieciowania żywicy. Następnie zwalnia się stempel kształtujący oraz zacisk na brzegach kompozytu i otrzymuje się kompozyt metalowo-włóknisty o kształcie innym niż płaski.

W celu otrzymania kompozytu pozbawionego warstw metalowych w formie płaskiej płyty, sposobem według wynalazku w trzecim przykładzie wykonania na fig. 6÷7, składowe kompozytu układa się w taki sposób, że w pierwszej kolejności kładzie się pierwszą warstwę metalową 1 mającą postać blachy, następnie pierwszą warstwę separacyjną 7, warstwę włóknistą 2, którą stanowi tkanina z włókna kevlarowego, w dalszej kolejności układa się warstwę żywiczną 3 żywicy epoksydowej. Na obwodzie warstwy metalowej 1 kładzie się ponadto uszczelkę 4 z materiału nieściśliwego, a na niej warstwę ściśliwą 5, wykonaną z gąbki. Następnie kładzie się drugą warstwę separacyjną 7 oraz drugą warstwę metalową 1 w postaci blachy. Kolejno w drugim etapie warstwy kompozytu dociska się do siebie stemplem dociskającym, powodując równomierny docisk do siebie warstw składowych wytwarzanego kompozytu. Nadmiar żywicy oraz powietrze z układu przepuszcza się przez warstwę ściśliwą 5, a uszczelka 4 zapewnia utrzymanie właściwej ilości żywicy. Kompozyt utrzymuje się w tych warunkach przez czas sieciowania żywicy. Następnie zwalnia się stempel dociskający, usuwa się warstwy separacyjne 7 oraz warstwy metalowe 1 i otrzymuje się kompozyt warstwowy pozbawiony warstw metalowych mający kształt płaskiej płyty.

Kompozyty warstwowe otrzymane sposobem według wynalazku mogą być wykorzystywane w postaci kształtowników jako podłużnice wspierające podłogi w statkach powietrznych, podłużnice usztywniające fragmenty kadłubów statków powietrznych, elementy obudów maszyn górniczych lub elementy konstrukcji turbin wiatrowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania kompozytów warstwowych poprzez ułożenie naprzemiennie kolejno warstw metalowych, warstw włóknistych oraz żywicy, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie układa się kolejno pierwszą warstwę metalową (1), warstwę włóknistą (2), warstwę żywiczną (3), a ponadto na obwodzie warstwy metalowej (1) umieszcza się uszczelkę (4) i warstwę ściśliwą (5), a następnie drugą warstwę metalową (1), po czym w drugim etapie warstwy kompozytu dociska się do siebie oraz wyciska się z niego nadmiar żywicy i powietrze, a następnie w trzecim etapie kompozyt utrzymuje się w tym stanie przez czas sieciowania żywicy.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że warstwy kompozytu dociska się do siebie stemplem dociskającym.
3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że jako warstwę włóknistą (2) stosuje się tkaninę.
4. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że jako warstwę włóknistą (2) stosuje się taśmę włóknistą.
5. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że jako warstwę włóknistą (2) i warstwę żywiczną (3) stosuje się preimpregnat stanowiący włókna włókniny przesycone żywicą.
6. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5, **znamienny tym**, że jako warstwę włóknistą (2) stosuje się warstwę z włókna szklanego.
7. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5, **znamienny tym**, że jako warstwę włóknistą (2) stosuje się warstwę z włókna węglowego.
8. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5, **znamienny tym**, że jako warstwę włóknistą (2) stosuje się warstwę z włókna kevlarowego.
9. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5 albo 6 albo 7 albo 8, **znamienny tym**, że uszczelkę (4) stosuje się z materiału mającego mniejszą ściśliwość niż warstwa ściśliwa (5).
10. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5 albo 6 albo 7 albo 8 albo 9, **znamienny tym**, że uszczelkę (4) stosuje się z materiału nieściśliwego.
11. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5 albo 6 albo 7 albo 8 albo 9 albo 10, **znamienny tym**, że na warstwę ściśliwą (5) stosuje się materiał porowaty.
12. Sposób według zastrz. 11, **znamienny tym**, że na warstwę ściśliwą (5) stosuje się gąbkę.
13. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5 albo 6 albo 7 albo 8 albo 9 albo 10 albo 11 albo 12, **znamienny tym**, że na warstwę żywiczną (3) stosuje się żywicę epoksydową.
14. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5 albo 6 albo 7 albo 8 albo 9 albo 10 albo 11 albo 12 albo 13, **znamienny tym**, że przy wytwarzaniu kompozytu o kształcie innym niż płaski, jego kształt, po wyciśnięciu nadmiaru żywicy i powietrza, a przed usieciowaniem żywicy, kształtuje się stemplem kształtującym (6).
15. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5 albo 6 albo 7 albo 8 albo 9 albo 10 albo 11 albo 12 albo 13, **znamienny tym**, że przy wytwarzaniu kompozytu o kształcie innym niż płaski, jego kształt, po wyciśnięciu nadmiaru żywicy i powietrza, a przed usieciowaniem żywicy, kształtuje się metodą hydromechaniczną.
16. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5 albo 6 albo 7 albo 8 albo 9 albo 10 albo 11 albo 12 albo 13 albo 14 albo 15, **znamienny tym**, że przy wytwarzaniu kompozytów pozbawionych warstw metalowych, w pierwszym etapie, przed ułożeniem warstw kompozytu, na powierzchni warstw metalowych (1) układa się warstwy separacyjne (7), a po usieciowaniu żywicy usuwa się te warstwy separacyjne (7) i warstwy metalowe (1).

Wykaz oznaczeń

- 1 – warstwa metalowa
- 2 – warstwa włóknista
- 3 – warstwa żywiczna
- 4 – uszczelka
- 5 – warstwa ściśliwa
- 6 – stempel kształtujący
- 7 – warstwa separacyjna

Rysunki

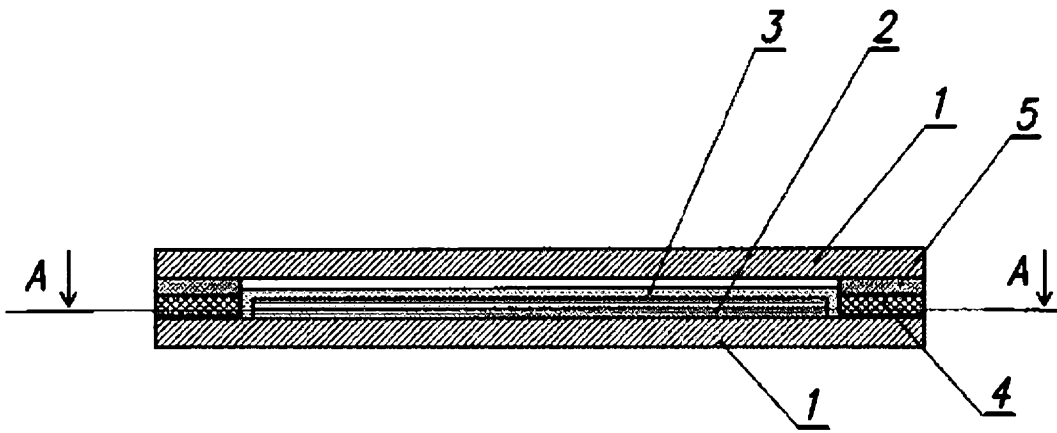


Fig. 1

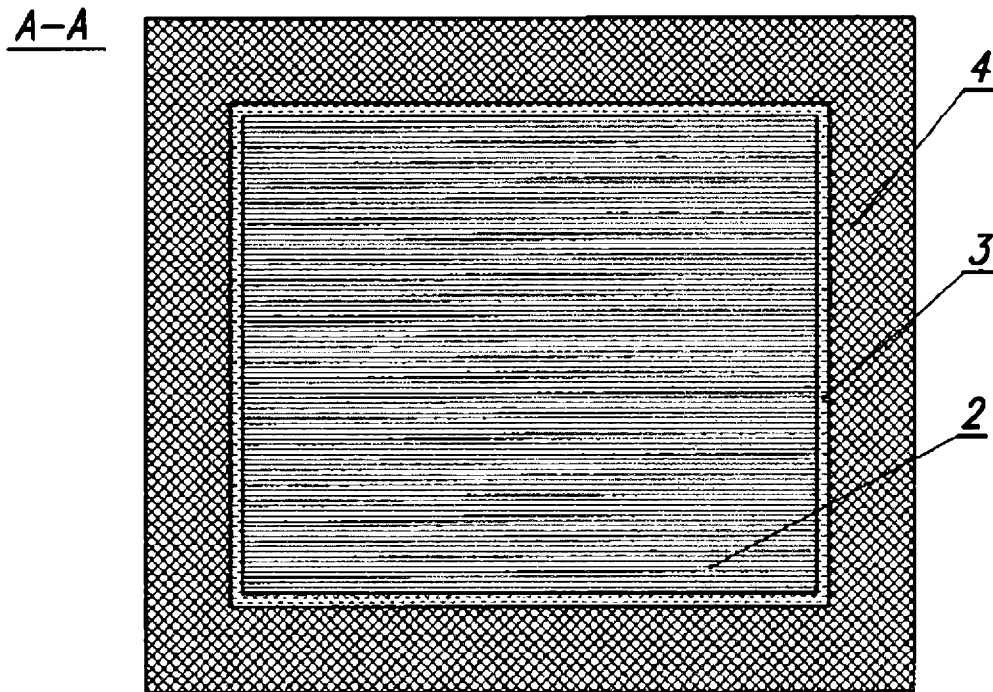


Fig. 2

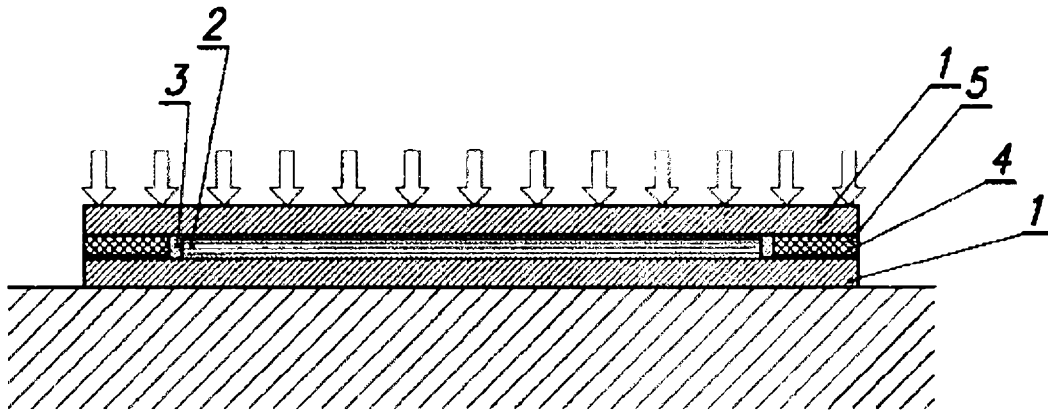


Fig. 3

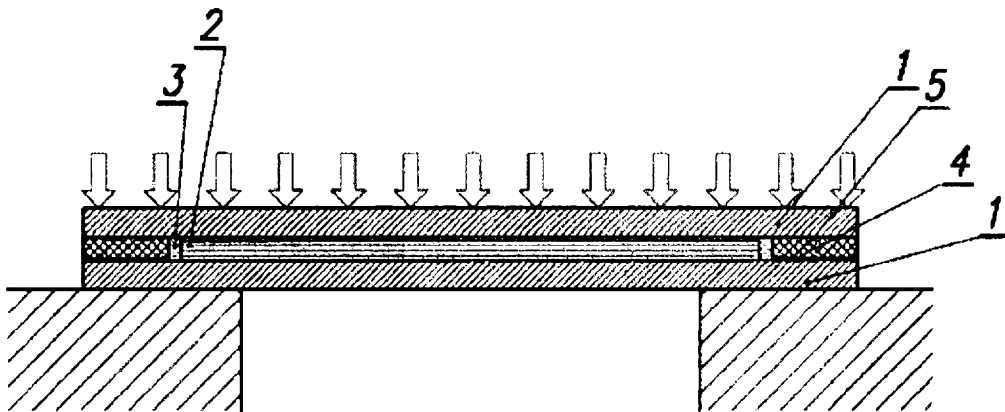


Fig. 4

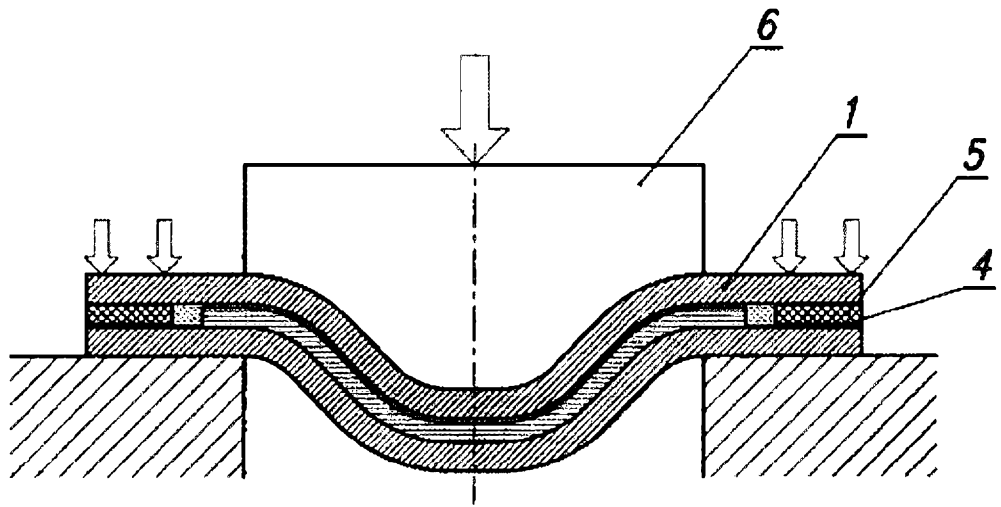


Fig. 5

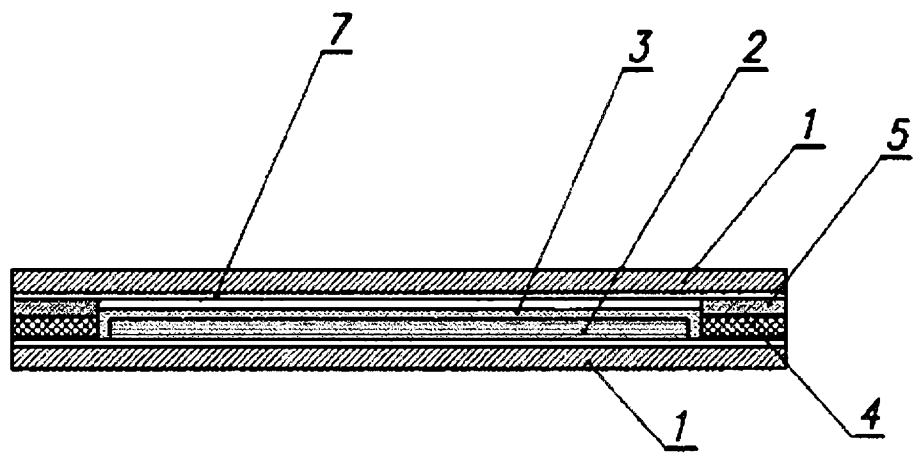


Fig. 6

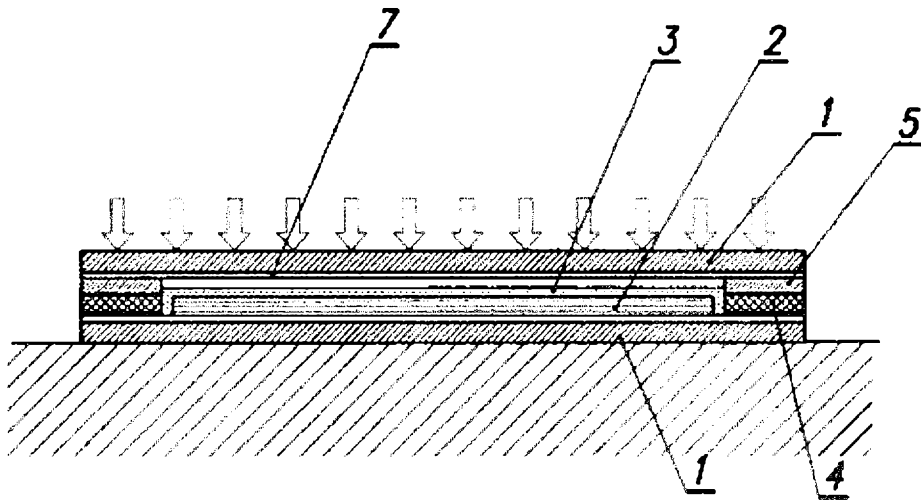


Fig. 7