

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 245736 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439604**

(22) Data zgłoszenia: **2021.11.23**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.05.29 BUP 22/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.09.30 WUP 40/2024**

(51) MKP:

**H01F 41/02** (2006.01)

**B29C 41/34** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:  
**POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:  
**PIOTR BŁYSKUN, Otwock, PL**  
**MACIEJ KOWALCZYK, Sulejówek, PL**

(74) Pełnomocnik:  
**rzecz. pat. Paweł Kocańda, Warszawa, PL**

(54) Tytuł:

**Forma odlewnicza do rdzeni magnetycznych ze szczeliną rozproszoną**

**PL 245736 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest forma odlewnicza do rdzeni magnetycznych ze szczeliną rozproszoną, wykorzystywana zwłaszcza do wytwarzania rdzeni na dławiki do pracy w wysokich częstotliwościach.

Rdzenie magnetyczne ze szczeliną rozproszoną najczęściej wytwarzane są poprzez prasowanie proszku ferromagnetycznego. Sposób ten ma jednak ograniczenia, gdyż nie umożliwia wytwarzania rdzeni o dowolnych kształtach i rozmiarach. Dlatego stosuje się także sposób odlewania mieszanin łączących proszki i lepiszcze. Produkt uzyskuje się poprzez termiczne sieciowanie lepiszcza, nie zaś poprzez prasowanie.

Dokument US9754710B2 ujawnia wypraskę na rdzeń magnetyczny, która jest wytwarzana przez wypełnienie matrycy miękkim proszkiem magnetycznym, sprasowanie go w celu utworzenia wypraski o stosunku gęstości miękkiego proszku magnetycznego wynoszącym 91% lub więcej. Rozwiązanie zapewnia rdzeń magnetyczny odpowiedni do zastosowań w wysokich częstotliwościach.

Inne, mniej popularne formy odlewnicze, to formy do odlewania odśrodkowego, które pozwalają dogęścić mieszaninę w czasie odlewania, bezpośrednio po którym następuje sieciowanie w wirującej formie. Nie są to jednak formy wielokrotnego użytku.

Dokument US8932517B2 ujawnia sposób wytwarzania komponentu magnetycznie miękkiego, komponent i urządzenie do jego wytwarzania. Urządzenie wykorzystuje formę rotacyjną składającą się z co najmniej jednego gniazda formy połączonego z napędzaną osią obrotową, sposób obejmuje umieszczenie cewki w formie, wypełnienie co najmniej jednego gniazda formy spoiwem i magnetycznie miękkim materiałem metalicznym w postaci proszku, napędzanie osi w celu obracania co najmniej jednej formy, przy czym materiał jest upakowywany przez siły odśrodkowe tworząc komponent składający się z kompozytu miękkiego magnetycznie z osadzoną w nim cewką.

Znany jest także sposób wytwarzania kompozytów miękkich magnetycznie poprzez wtrysk, który to sposób jest bezpośrednim przeniesieniem technologii z dziedziny wytwarzania detali z termoplastów.

W stanie techniki stosuje się zazwyczaj jednorazowe formy odlewnicze, co wydłuża i komplikuje proces technologiczny. Formy wielogniazdowe pozwalają zwiększyć produktywność, jednak ich wykonanie jest bardziej skomplikowane. Zarówno formy jednorazowe jak i elastyczne umieszcza się w piecach lub suszarkach w celu odgazowania odlewów oraz usieciowania lepiszcza. Po sieciowaniu gotowy odlew jest usuwany z formy.

Celem wynalazku jest zapewnienie formy odlewniczej wykorzystywanej do jednostkowego wytwarzania toroidalnych rdzeni magnetycznych ze szczeliną rozproszoną, czyli tzw. kompozytów miękkich magnetycznie, z lejnej mieszaniny proszku o właściwościach ferromagnetycznych miękkich oraz termoutwardzalnego lepiszcza.

Forma odlewnicza do rdzeni magnetycznych ze szczeliną rozproszoną, wykonana z silikonu i mająca gniazdo odlewnicze, charakteryzuje się tym, że ma kształt walca, w którego wnętrzu jest toroidalne gniazdo odlewnicze, mające ścianę wewnętrzną i ścianę zewnętrzną. Przez centralną część gniazda przebiega otwór wewnętrzny ograniczony ścianą wewnętrzną gniazda odlewniczego. Wokół gniazda usytuowane są symetrycznie co najmniej cztery otwory zewnętrzne, przy czym pomiędzy ścianą zewnętrzną gniazda odlewniczego a otworami zewnętrznymi, wewnątrz formy odlewniczej jest osadzona cewka.

Korzystnym jest, że otwory zewnętrzne i otwór wewnętrzny są osiowe względem osi formy odlewniczej.

Korzystnym jest, że otwór wewnętrzny ma średnicę 4 mm.

Korzystnym jest, że jest dziesięć otworów zewnętrznych rozmieszczonych po okręgu o średnicy 30 mm.

Korzystnym jest, że zewnętrzna ściana gniazda odlewniczego ma średnicę 20 mm, wewnętrzna ściana gniazda odlewniczego ma średnicę 7 mm, zaś wysokość gniazda odlewniczego to 15 mm.

Korzystnym jest, że cewka jest wykonana z drutu miedzianego o średnicy 1 mm.

Korzystnym jest, że cewka ma średnicę 23 mm.

Korzystnym jest, że cewka rozciąga się na całej wysokości formy odlewniczej.

Korzystnym jest, że jest wykonana z elastycznego silikonu odpornego na działanie temperatury w zakresie 160°C – 200°C.

Zaletą wynalazku jest to, że umożliwia wytwarzanie jednostkowych rdzeni magnetycznych ze szczeliną rozproszoną. Ponadto, ogrzewanie formy odlewniczej poprzez przepływ medium grzejnego i lokalne nagrzewanie formy pozwala obniżyć koszty. Inną zaletą wynalazku jest możliwość wielokrot-

nego wykorzystywania formy odlewniczej, co pozwala na dalsze obniżanie kosztów. Co więcej, zastosowanie cewki magnetycznej umożliwia sieciowanie kompozytu w kierunkowym polu magnetycznym, co zapewnia preferencyjne ułożenie cząstek proszku ferromagnetycznego i w efekcie anizotropowe właściwości produktu.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia rzut aksonometryczny formy odlewniczej, fig. 2 – widok z góry formy odlewniczej, fig. 3 – widok przekroju poprzecznego wzdłuż linii A-A z fig. 2, a fig. 4 – widok z boku formy odlewniczej.

Zgodnie z przykładem realizacji wynalazku, forma odlewnicza 1 do wytwarzania rdzeni magnetycznych ze szczeliną rozproszoną, wykonana jest z elastycznego silikonu odpornego na działanie temperatury w zakresie 160°C – 200°C. Forma odlewnicza 1 ma kształt walca. We wnętrzu formy 1 jest toroidalne gniazdo odlewnicze 2. Zewnętrzna ściana gniazda 2 ma średnicę 20 mm, wewnętrzna ściana gniazda 2 ma średnicę 7 mm, zaś wysokość gniazda 2 to 15 mm. Wokół gniazda 2 jest rozmieszczonych symetrycznie dziesięć otworów zewnętrznych 3 usytuowanych po okręgu o średnicy 30 mm. Przez centralną część gniazda 2 przebiega otwór wewnętrzny 4 ograniczony wewnętrzną ścianą gniazda 2. Otwory zewnętrzne 3 i otwór wewnętrzny 4 są osiowe względem osi 5 formy odlewniczej 1. Przez otwory zewnętrzne 3 i otwór wewnętrzny 4 przepływa płyn grzejny, korzystnie olej, umożliwiający nagrzanie formy odlewniczej 1. Forma odlewnicza 1 jest nagrzewana do temperatury odpowiedniej do sieciowania mieszaniny kompozytowej będącej materiałem odlewu. Pomiędzy ścianą zewnętrzną gniazda 2 a otworami zewnętrznymi 3, wewnątrz formy odlewniczej 1 jest trwale osadzona cewka 6. Cewka 6 jest zatopiona w materiale silikonowym formy odlewniczej 1. Cewka 6 jest wykonana z drutu miedzianego o średnicy 1 mm. Cewka 6 ma średnicę 23 mm. Cewka 6 rozciąga się na całej wysokości formy 1. Drut cewki 6 podłączony jest do układu elektrycznego prądu stałego (nie pokazany) poprzez wyprowadzenia drutu cewki 6 z formy 1 w jej dolnej i górnej części, co jest uwidocznione na fig. 4. W wyniku przepływu prądu wewnątrz cewki 6 powstaje pole magnetyczne skierowane równoległe do osi formy. W tym polu magnetycznym, niekuliste cząstki ferromagnetyczne mieszaniny kompozytowej stanowiącej materiał odlewu ustawiają się wzdłużnie do kierunku pola. Takie kierunkowanie cząstek pozwala uzyskiwać anizotropowe właściwości wytwarzanego odlewu o toroidalnym kształcie. Wysokość gniazda 2 jest wyższa, niż zakładana wysokość odlewu o 5 mm. Wysokość odlewu wykonywanego w formie odlewniczej zgodnie z przykładem wykonania, to 10 mm. Większa głębokość gniazda 2 umożliwia napowietrzonej mieszaninie kompozytowej swobodne odgazowywanie, bez ryzyka wylania się materiału z formy 1.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Forma odlewnicza do rdzeni magnetycznych ze szczeliną rozproszoną, wykonana z silikonu i mająca gniazdo odlewnicze, **znamienna tym**, że ma kształt walca, w którego wnętrzu jest toroidalne gniazdo odlewnicze (2), mające ścianę wewnętrzną i ścianę zewnętrzną, przy czym przez centralną część gniazda odlewniczego (2) przebiega otwór wewnętrzny (4) ograniczony ścianą wewnętrzną gniazda odlewniczego (2), zaś wokół gniazda usytuowane są symetrycznie co najmniej cztery otwory zewnętrzne (3), przy czym pomiędzy ścianą zewnętrzną gniazda odlewniczego (2) a otworami zewnętrznymi (3), wewnątrz formy odlewniczej (1) jest osadzona cewka (6).
2. Forma według zastrz. 1 **znamienna tym**, że otwory zewnętrzne (3) i otwór wewnętrzny (4) są osiowe względem osi (5) formy odlewniczej (1).
3. Forma według zastrz. 1 albo 2 **znamienna tym**, że otwór wewnętrzny (4) ma średnicę 4 mm.
4. Forma według zastrz. 1 albo 2 **znamienna tym**, że jest dziesięć otworów zewnętrznych (3) rozmieszczonych po okręgu o średnicy 30 mm.
5. Forma według zastrz. 1 **znamienna tym**, że zewnętrzna ściana gniazda odlewniczego (2) ma średnicę 20 mm, wewnętrzna ściana gniazda odlewniczego (2) ma średnicę 7 mm, zaś wysokość gniazda odlewniczego (2) to 15 mm.
6. Forma według zastrz. 1 **znamienna tym**, że cewka (6) jest wykonana z drutu miedzianego o średnicy 1 mm.
7. Forma według zastrz. 1 albo 6 **znamienna tym**, że cewka (6) ma średnicę 23 mm.
8. Forma według zastrz. 7 **znamienna tym**, że cewka (6) rozciąga się na całej wysokości formy odlewniczej (1).
9. Forma według zastrz. 1 **znamienna tym**, że jest wykonana z elastycznego silikonu odpornego na działanie temperatury w zakresie 160°C – 200°C.

## Rysunki

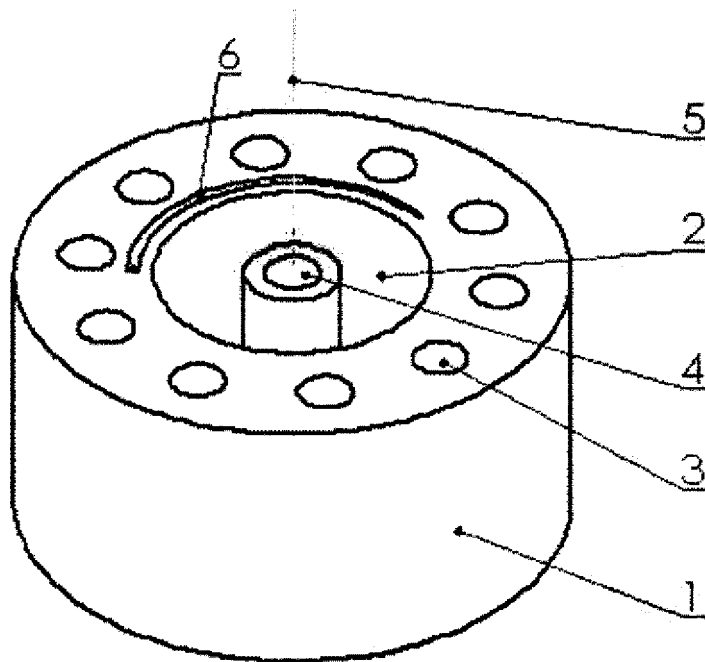


Fig. 1

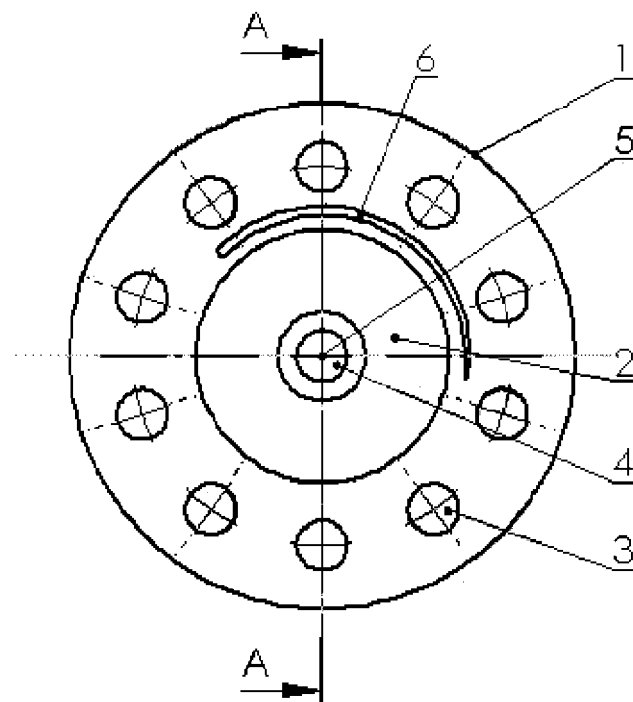


Fig. 2

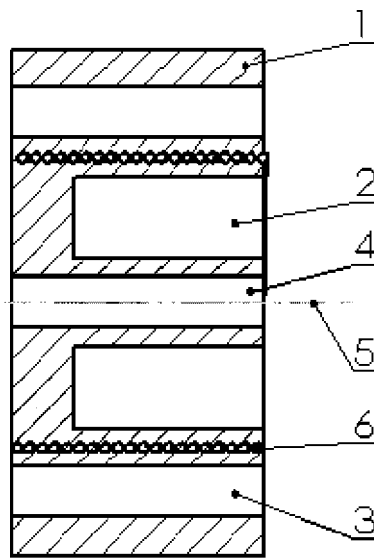


Fig. 3

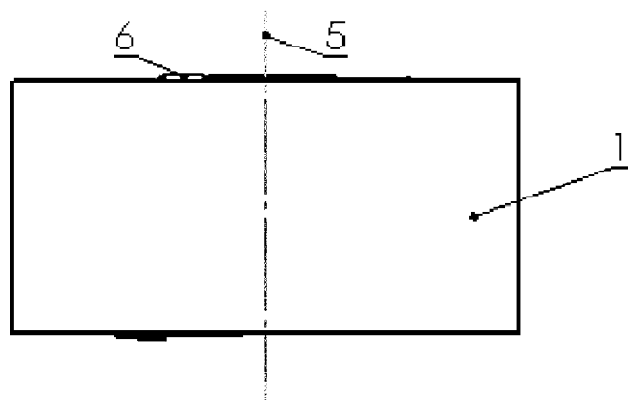


Fig. 4