

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239781**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428052**

(22) Data zgłoszenia: **04.12.2018**

(51) Int.Cl.
B30B 11/06 (2006.01)
A61K 31/716 (2006.01)
A61F 2/28 (2006.01)

(54) **Maszyna do formowania masy kompozytu i sposób wytwarzania kompozytu
na bazie ceramiki**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
15.06.2020 BUP 13/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
10.01.2022 WUP 02/22

(73) Uprawniony z patentu:
MEDICAL INVENTI SPÓŁKA AKCYJNA,
Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
JÓZEF KUCZMASZEWSKI, Lublin, PL
KAMIL ANASIEWICZ,
Abramowice Kościelne, PL
MACIEJ WŁODARCZYK, Biała, PL
TOMASZ WARDA, Lublin, PL
ANNA BELCARZ, Lublin, PL
GRAŻYNA GINALSKA, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Anna Belz

PL 239781 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest maszyna do formowania kształtek kompozytu i sposób wytwarzania kompozytu na bazie ceramiki, zwłaszcza ceramiki HAp.

Granulki ceramiczne z hydroksyapatytu HAp lub fosforanu trójwapniowego TCP są stosowane jako materiały implantacyjne, lecz ze względu na kruchość i małą plastyczność mają ograniczone zastosowanie w chirurgii, zwłaszcza szczękowo-twarzowej.

Znana jest z opisu patentowego DE2238265 prasa mająca niezależne stopnie do produkcji wielowarstwowego, laminowanego wyrobu ze sproszkowanych materiałów.

Ilość stopni jest zależna od liczby użytych sproszkowanych materiałów. Każdy stopień ma tłok, którego ruch jest prowadzony przez cylindryczną część sąsiedniego tłoka umieszczonego pod nim. Stempel ma napęd hydrauliczny a jego wysunięcie jest regulowane. Prasa jest wyposażona w podajnik materiału.

Znane są metody uplastyczniania wspomnianych materiałów ceramicznych wodnej zawiesiny kurdlanu wygrzewanego w temperaturze 40°C.

Znany jest na przykład z polskiego opisu patentowego PL 212866 sposób wytwarzania kompozytu bioaktywnego na bazie bioceramiki fosforano-wapniowej w postaci granul, który miesza się z kurdlanem w proporcji określonej wzorem, po czym ubitą masę ogrzewa się w temperaturze 80–100°C.

Celem wynalazku jest maszyna do formowania i ubijania masy plastycznej oraz sposób wytwarzania kompozytu na bazie ceramiki o dużej wytrzymałości mechanicznej.

Nieoczekiwanie okazało się, że duży wpływ na poprawę wytrzymałości kompozytów na implanty ma wpływ minimalna obecność powietrza w ich strukturze.

Zgodnie z wynalazkiem maszyna do formowania charakteryzuje się tym, że posiada zespół porcjowania w skład którego wchodzi blok dozujący, wyposażony korzystnie w co najmniej jeden popychacz poruszany napędem liniowym oraz blok wstępnego formowania, zaopatrzony korzystnie w co najmniej jedną rynienkę, umieszczone przesuwnie na płycie wózka, połączonego z napędem liniowym. Nad blokiem form jest blok prowadzący, usytuowany na przeciwko bloku dozującego. Powyżej bloku prowadzącego jest zespół tłoczący, osadzony przesuwnie na pionowej ramie. Zespół tłoczący jest wyposażony w co najmniej jedno tłoczysko zakończone ubijakiem. Tłoczysko jest umieszczone w korpusie, do którego są doprowadzone przewody instalacji pneumatycznej. Zespół porcjowania jest osadzony przesuwnie w płaszczyźnie poziomej względem bloku prowadzącego. Wszystkie napędy zespołów roboczych są połączone z układem sterującym. Liczba popychaczy i rynienek pozostaje w związku z liczbą tłoczków i form.

Korzystnie ubijak w postaci walca ma w środkowej części przewężenie, a na bocznych pierścieniach są płytkie wyżłobienia usytuowane wzdłuż osi ubijaka.

Korzystnie blok form jest mocowany rozłącznie za pomocą zacisków.

Maszyna zapewnia wymagane ubicie masy na kompozyt. Skuteczne wyparcie powietrza z masy osiąga się dzięki temu, że ubijak posiada konstrukcję umożliwiającą przemieszczanie się pęcherzyków powietrza pomiędzy ubijakiem a formą. Wielokrotność mechanizmów tłoczących i gniazd form przyspiesza proces produkcji półwyrobów. Zautomatyzowane sterowanie zapewnia uzyskanie półproduktu o powtarzalnej strukturze.

Przedmiot wynalazku zobrazowano w przykładowym wykonaniu na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia maszynę do formowania w rzucie aksonometrycznym od strony wózka, Fig. 2 widok z boku na płytę wózka z zespołami do dozowania masy, Fig. 3 przekrój wzdłużny maszyny poprzez osie tłoczków, Fig. 4 widok maszyny w rzucie aksonometrycznym od strony zespołu tłoczącego, Fig. 5 ubijak z częściowym przekrojem wzdłuż linii A, a Fig. 6 ubijak w widoku od czoła.

Maszyna do formowania posiada łożo **1**, na którym jest osadzony przesuwnie wózek **2** z napędem **3** liniowym, który osadzony jest w prowadnicach **4**. Na płycie **5** wózka **2** jest przykręcony blok dozujący **6** z ośmioma popychaczami **7** oraz blok wstępnego formowania **8** z ośmioma rynienkami **9** usytuowanymi w osi popychaczy **7**. Blok wstępnego formowania **8** jest elementem wymiennym i na płycie **5** wózka **2** jest osadzona na trzpieniach centrujących. Wózek **2** jest połączony z pierwszym napędem **10** liniowym. Na łożu **1** jest zainstalowany blok prowadzący **11** posiadający osiem pierwszych otworów **12** przelotowych usytuowanych pionowo, oraz osiem cylindrycznych drugich otworów **13** poziomych, wykonanych w bloku prowadzącym **11** i przebiegających od ściany czołowej, znajdującej się od strony bloku wstępnego formowania **8**, do pierwszych otworów **12** przelotowych. Osie drugich otworów **13** poziomych

pokrywają się z osiami popychaczy 7. Pod blokiem prowadzącym 11 jest blok form 14 osadzony przesuwnie i zamocowany do ramy 19 zaciskami, umożliwiającymi szybki demontaż. Blok form 14 ma osiem cylindrycznych gniazd form 15, których osie pokrywają się z osiami pierwszych otworów 12. Pod blokiem form 14 jest listwa 16 z ośmioma zatyczkami 17, która podparta jest siłownikiem pneumatycznym 18.

Na łożu 1 jest posadowiona rama 19, na której jest zainstalowany zespół tłoczący 20, który jest sprzęgnięty z drugim napędem 21 liniowym. Zespół tłoczący 20 wyposażony jest w osiem mechanizmów tłoczących 22. Mechanizm tłoczący 22 składa się z korpusu 24, do którego są doprowadzone dwa przewody instalacji pneumatycznej 23. W korpusie 24 jest tłoczysko 25 połączone poprzez przegub 26 i połączenie gwintowe z cylindrycznym ubijakiem 27. Ubijak 27 ma kształt walca ze środkowym przewężeniem 28, tworzącym po bokach dwa pierścienie 29. Na powierzchni walcowej pierścieni 29 ubijaka 27, dopasowane z minimalnym luzem do średnicy formy, są płytkie wyżłobienia 30 wykonane wzdłuż tworzących. Wszystkie napędy zespołów roboczych są połączone z układem sterującym 31.

Wszystkie elementy zespołów ulegające zabrudzeniu, a szczególnie blok wstępnego formowania 8 popychacze 7, blok form 14 i blok prowadzący 11 są demontowalne celem oczyszczenia. Blok form 14 jest wykonany z chemoodpornego materiału.

Działanie maszyny jest następujące. Blok wstępnego formowania 8 z wypełnionymi dokładnie rynienkami 9 umieszcza się na płycie 5 wózka 2 i dokładnie pozycjonuje. W części frontowej, po podniesieniu zespołu tłoczącego 20, umieszcza się blok form 14. Za pomocą siłownika pneumatycznego 18 podpira się listwę 16 z zatyczkami 17 uszczelniającymi poszczególne komory 15 formujące. Po opuszczeniu zespołu tłoczącego 20 włącza się zaprogramowany proces ubijania w cyklu, na który składa się podający ruch popychaczy 7, które dostarczają porcje kompozytu do pierwszych otworów 12 bloku prowadzącego 11 oraz zsynchronizowany z nimi ruch ubiaków 27. W bloku prowadzącym przemieszczają się ubijaki 27 oraz popychacze 7, wykonując przemiennie ruchy wzajemnie prostopadłe. Ubijanie jest realizowane przez trzykrotny ruch ubijaka 27 po umieszczeniu w otworach 12 każdej porcji kompozytu. Cykl ubijania poszczególnych porcji masy powtarzany jest 10–13 razy. Po ubiciu kompozytu wycofuje się zespół tłoczący 20 i demontuje blok form 14, po czym zatyka się wlot gniazd form 15 korkami i przenosi się całość do dalszej obróbki termicznej.

Przedmiotem wynalazku jest także sposób wytwarzania kompozytu na bazie ceramiki fosforanowo-wapniowej.

Zgodnie z wynalazkiem sposób wytwarzania kompozytu na bazie ceramiki fosforanu wapnia charakteryzuje się tym, że do wodnej zawiesiny β -1,3-glukanu zwanego dalej kurdlanem w ilości 76–175 g na 1 litr wody dodaje się ceramikę fosforanowo-wapniową w postaci porowatych granul o masie 300–800 g, korzystnie od 415 do 800 g i miesza do uzyskania optymalnej jednorodności, a następnie przeprowadza się formowanie wstępne wypełniając dokładnie masą rynienkę preformy, po czym z preformy wypycha się masę porcjami do formy, ubijając odrębnie każdą porcję, aż do uzyskania konsystencji o zawartości objętościowej powietrza nie większej niż 15%, a następnie po dokładnym ubiciu ogrzewa się wraz z formą przez 5–120 minut w temperaturze 80–100°C, po czym wybija się z formy gotowy produkt.

Korzystnie granule mają rozmiar od 0,1 do 0,9 mm i porowatość otwartą od 50% do 70%.

Najkorzystniej gdy porowatość granul wynosi od 60 do 70%.

Korzystnie formę z ubitą masą przed ogrzewaniem zamyka się korkiem lub w inny sposób ogranicza się kontakt ubitej masy z powietrzem.

Przykłady

Przykład I

170 g β -1,3-glukanu wymieszano z 1000 ml wody, a następnie dodano 350 g granul ceramiki fosforanowo-wapniowej HAp o średnicy 0,3–0,4 mm i składniki mieszano do uzyskania jednolitej konsystencji. Z powstałej masy pobrano próbkę o objętości około 6,5 cm³, którą zapełniono dokładnie rynienkę preformy o objętości 5550 mm³. Pozostałą nadwyżkę masy usunięto. Następnie porcje masy o objętości około 0,4 cm³ podawano sukcesywnie z rynienki do formy o średnicy 13 mm, zaś każdą porcję trzykrotnie ubijano z siłą 15 N. Otrzymany półfabrykat o objętości 4 cm³ wygrzewano przez 25 minut w temperaturze 98°C, po czym go wystudzono do temperatury pokojowej i wybito z formy. Stwierdzono, że otrzymano jednolity kompozyt, który był małoplastyczny i do chwili zniszczenia przy ściskaniu próbka odkształciła się o 18%.

Kompozyt suszono w temperaturze 40°C przez okres 12 godzin. Całkowita objętość porów (zawartość powietrza) w wysuszonej próbce kompozytu mierzona techniką mikrotomografii komputerowej

(przy granicznej wielkości wykrywanych porów równej $15\text{ }\mu\text{m}$) wyniosła $6,74\% \pm 1,15\%$. Pory zamknięte stanowiły powyżej 90% wszystkich porów w próbce.

Przykład II

Do próby użyto 40 g β -1,3-glukanu, który wymieszano z wodą w ilości 500 ml. Do zawiesiny dodano 225 g granul ceramiki fosforanowo-wapniowej TCP, których średnica wynosiła 0,4–0,6 mm, a następnie komponenty mieszano do uzyskania jednorodnej masy.

Z otrzymanej masy pobrano próbkę około 10 cm^3 , którą umieszczono w rynience preformy o pojemności 8350 mm^3 , dokładnie ją wypełniając i usuwając nadmiar masy. Następnie wypychano z rynienki porcje masy o objętości 750 mm^3 , które trafiały do formy o średnicy 15 mm, w której kolejne porcje były ubijane trzykrotnie z siłą 20 N. Otrzymany półprodukt o objętości 7 cm^3 wygrzewano w czasie 20 min, w temperaturze 93°C . Gotowy produkt wystudowano i po wybiciu z formy poddano oględzinom mikroskopowym, w trakcie których w próbce nie stwierdzono pustych przestrzeni powstałych w wyniku pozostawienia powietrza w formowanym półprodukcie.

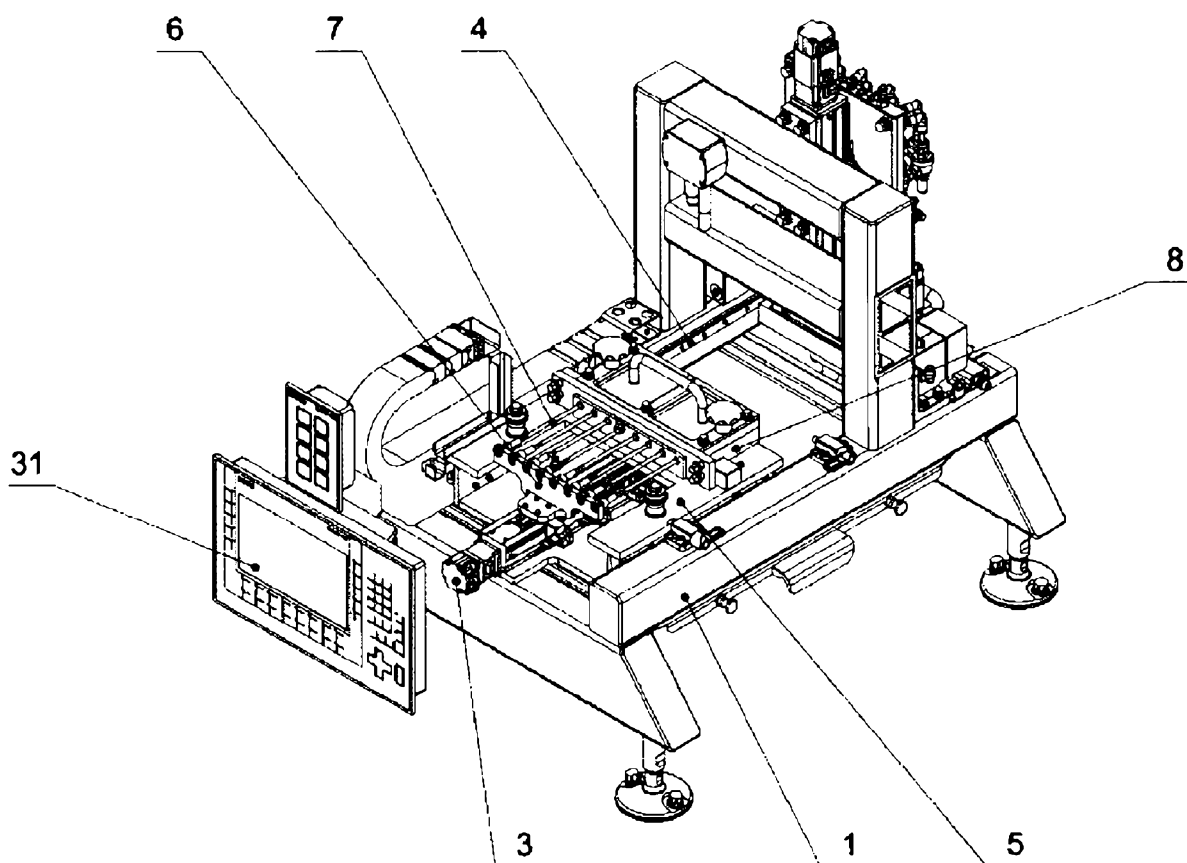
Całkowita objętość porów (zawartość powietrza) w wysuszonej próbce kompozytu mierzona techniką mikrotomografii komputerowej (przy granicznej wielkości wykrywanych porów równej $15\text{ }\mu\text{m}$) wyniosła $7,24\% \pm 1,11\%$. Około 30% tych porów stanowiły pory o wymiarach 45–75 μm . W kompozycie nie stwierdzono porów o wymiarach większych niż 0,3 mm, co świadczy o znacznej jednorodności jego struktury i wysokiej efektywności procesu formowania przy pomocy opisywanej maszyny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Maszyna do formowania masy zwłaszcza wyprasek kompozytu na implanty, posiadająca zespół tłoczący oraz blok form, **znamienna tym**, że posiada zespół porcjowania w skład którego wchodzi blok dozujący (6) i blok wstępnego formowania (8), przy czym nad blokiem form (14) jest blok prowadzący (11), usytuowany na przeciwko bloku dozującego (6), a nad wspomnianym blokiem prowadzącym (11) jest zespół tłoczący (20), osadzony przesuwnie na pionowej ramie (19), który jest wyposażony w co najmniej jedno tłoczysko (25) zakończone ubijakiem (27), przy czym tłoczysko (25) jest umieszczone w korpusie (24), do którego są doprowadzone przewody instalacji pneumatycznej (23), a ponadto zespół porcjowania jest osadzony przesuwnie w płaszczyźnie poziomej względem bloku prowadzącego (11), przy czym wszystkie napędy zespołów roboczych są połączone z układem sterującym (31).
2. Maszyna do formowania według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ubijak (27) w postaci walca ma w środkowej części przewężenie (28), a na bocznych pierścieniach (29) są płytkie wyżłobienia (30) usytuowane wzdłuż osi ubijaka (27).
3. Maszyna do formowania według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zespół porcjowania jest umieszczony na płycie wózka (2) wyposażonego w napęd liniowy (3).
4. Maszyna do formowania według zastrz. 1, **znamienna tym**, że blok wstępnego formowania (8) posiada co najmniej jedną rynienkę (9).
5. Maszyna do formowania według zastrz. 1, **znamienna tym**, że blok form (14) jest mocowany rozłącznie za pomocą zacisków.
6. Maszyna do formowania według zastrz. 1, **znamienna tym**, że blok dozujący (6) wyposażony jest w co najmniej jeden popychacz (7) poruszany napędem liniowym (3).
7. Maszyna do formowania według zastrz. 1, **znamienna tym**, że w zależności od ilości tłoczysk (25) i gniazd form (15) pozostaje liczba popychaczy (7) i rynienek (8).
8. Sposób wytwarzania kompozytu na bazie ceramiki fosforanu wapnia zmieszanej z kurdlanem, **znamienny tym**, że do wodnej zawiesiny β -1,3-glukanu zwanego dalej kurdlanem w ilości 76–175 g na 1 litr wody dodaje się ceramikę fosforanowo-wapniową w postaci porowatych granul o masie 300–800 g, korzystnie od 415 do 800 g i miesza do uzyskania optymalnej jednorodności, a następnie przeprowadza się formowanie wypełniając dokładnie masą rynienkę preformy, po czym z preformy wypycha się masę porcjami do formy, ubijając odrębnie każdą porcję aż do uzyskania konsystencji o zawartości objętościowej powietrza nie większej 15%, a następnie po dokładnym ubiciu ogrzewa się wraz z formą przez 5–120 minut w temperaturze $80\text{--}100^\circ\text{C}$, po czym wybija się z formy gotowy produkt.

9. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że granule mają rozmiar od 0,1 do 0,9 mm i porowatość otwartą od 50% do 70%.
10. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że korzystnie porowatość granul wynosi od 60 do 70%.
11. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że formę z ubitą masą przed ogrzewaniem zamyka się korkiem lub w inny sposób ogranicza się kontakt ubitej masy z powietrzem.

Rysunki



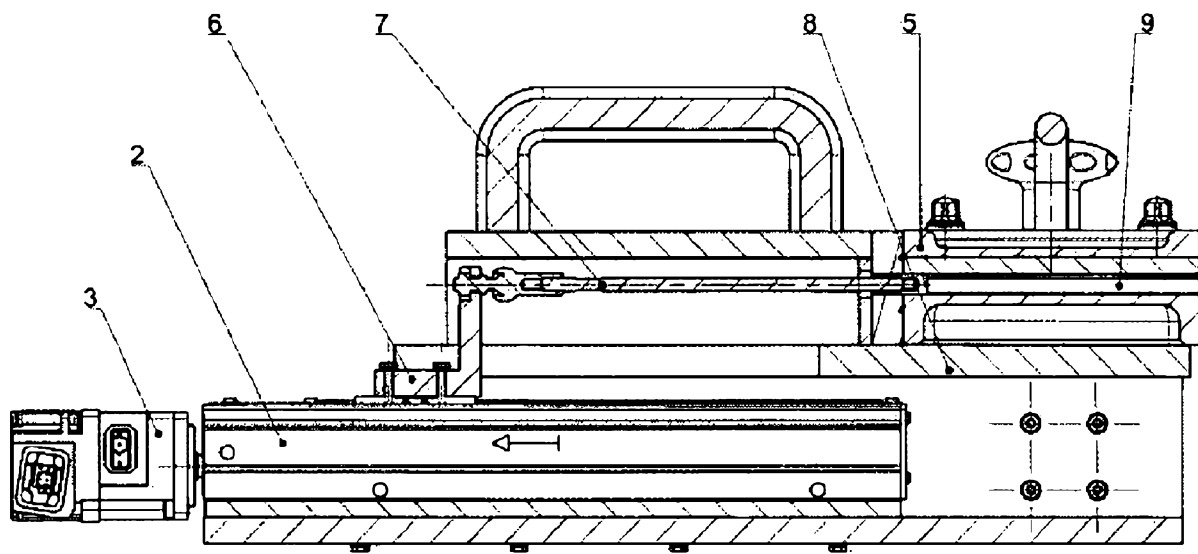


Fig. 2

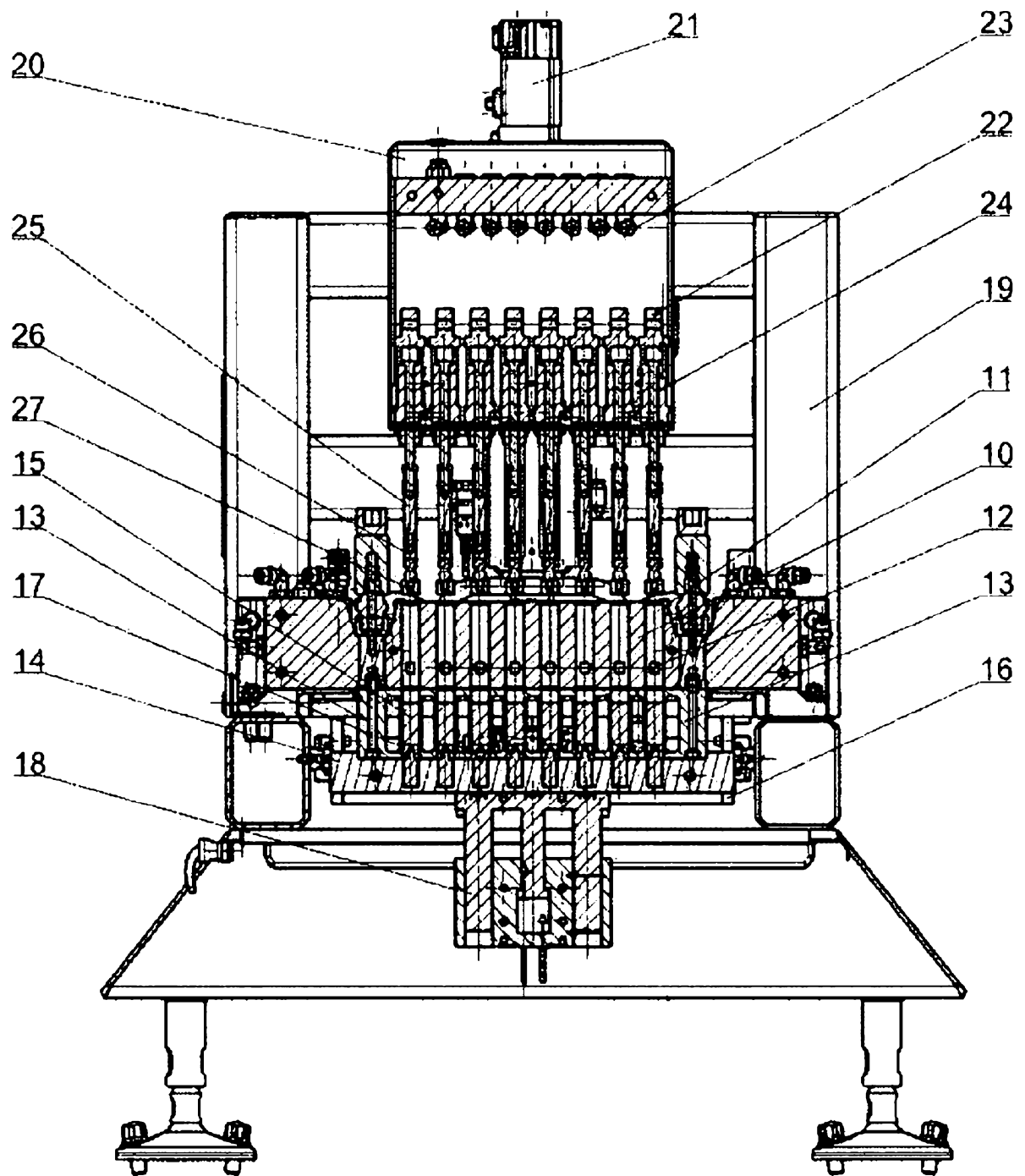


Fig. 3

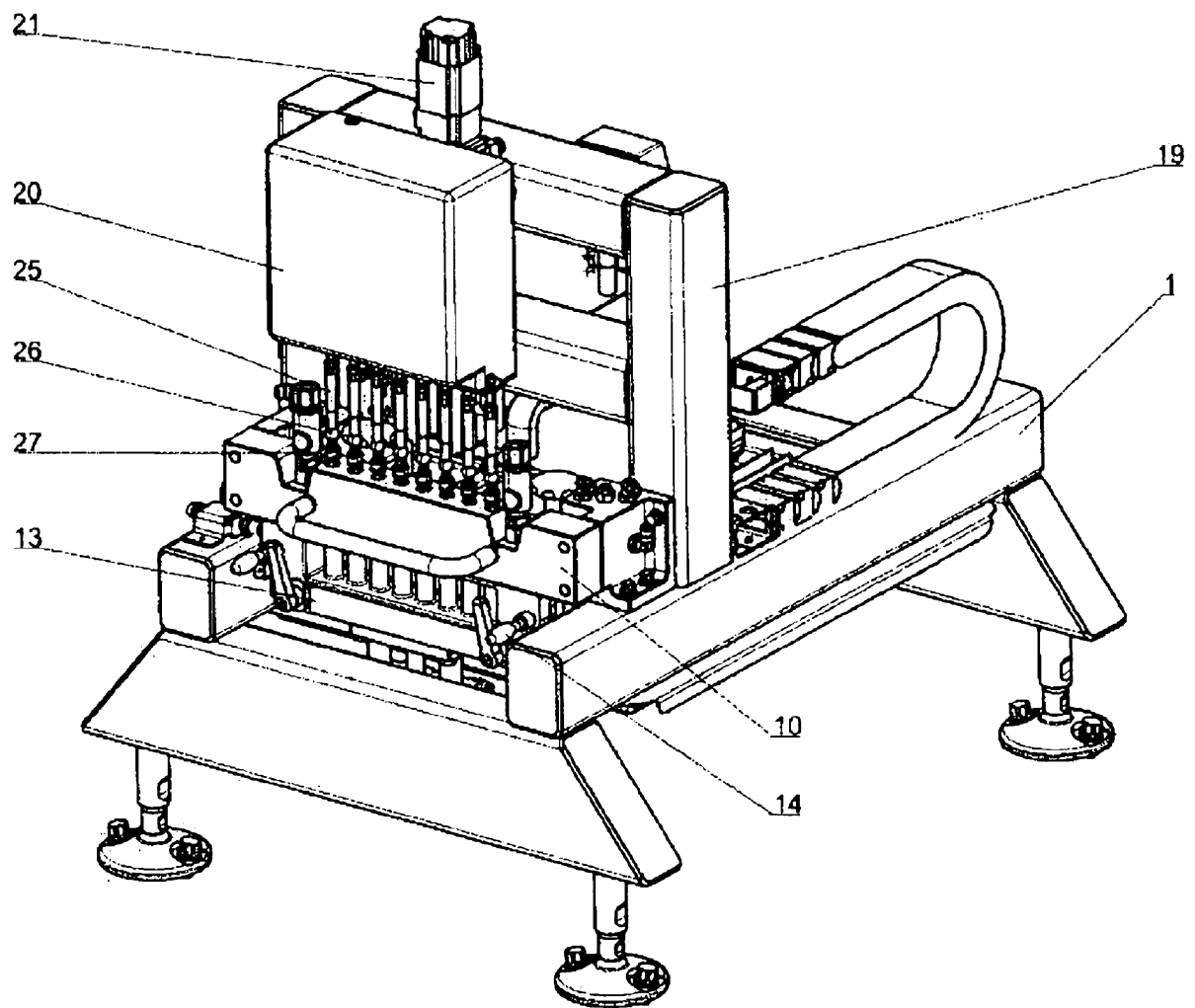


Fig. 4

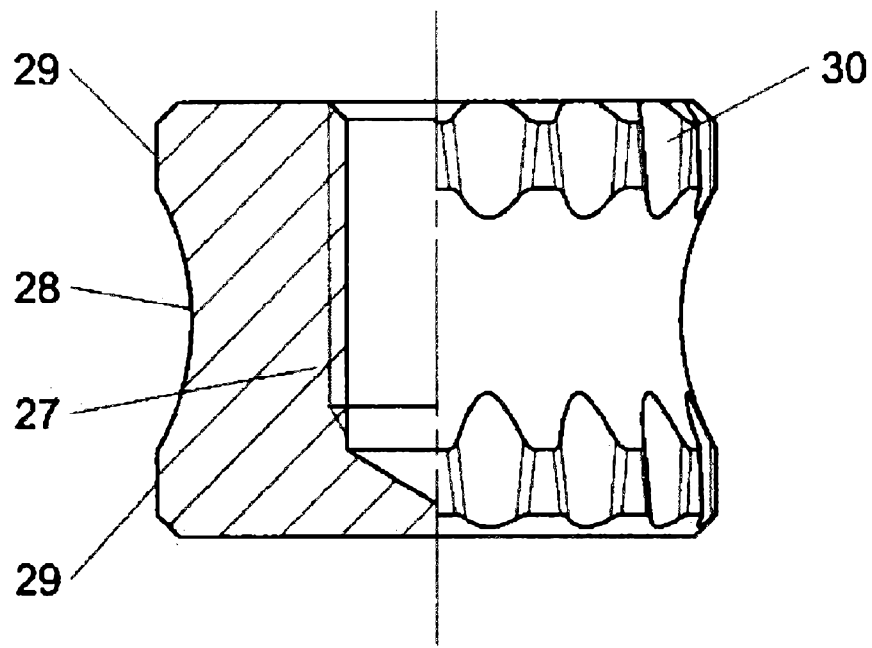


Fig. 5

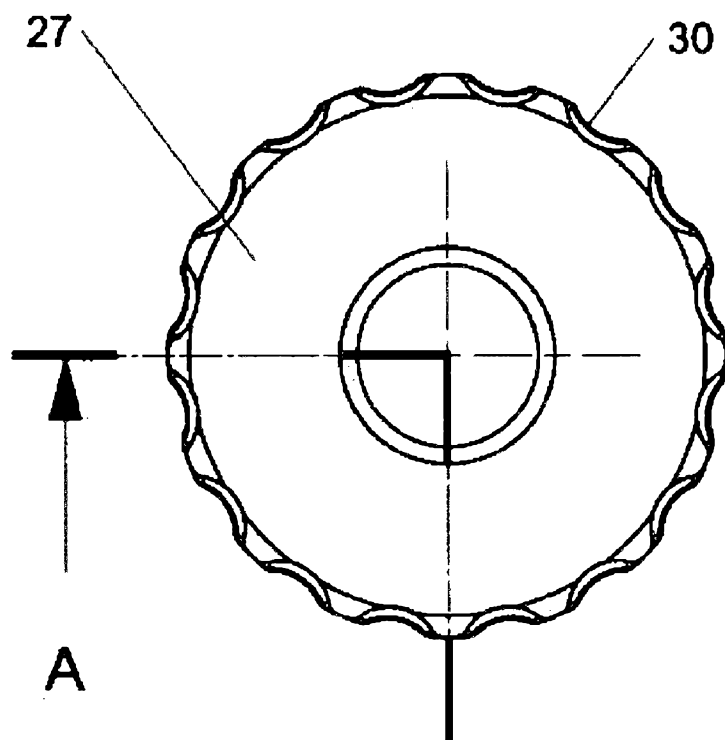


Fig. 6