

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

78 481

Patent dodatkowy
do patentu —————

Zgłoszono: 11.10.72 (P. 158 198)

Pierwszeństwo: —————

Zgłoszenie ogłoszono: 01.06.73

Opis patentowy opublikowano: 30.11.1977

MKP F01d 9/04
F04d 29/52

Int. Cl.². F01D 9/04
F04D 29/52

Twórcy wynalazku: —————

Uprawniony z patentu: Eduard Grigorievch Bulavin, Jury Evgenievich Slijsarev, Zaporozhe
(Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich)

Stojan wielostopniowej maszyny wirnikowej

Przedmiotem wynalazku jest stojan wielostopniowej maszyny wirnikowej. Przedmiot wynalazku znajduje zastosowanie zwłaszcza jako podzespół w osiowych sprężarkach i turbinach silników gazowo-turbinowych.

Znane są stojany wielostopniowych sprężarek, które zawierają kadłub sprężarki, z umieszczonymi wewnątrz niego roboczymi pierścieniami kilku stopni, wewnątrz których obracają się robocze łopatki, oraz z mechanizmami prowadniczymi tych stopni, posiadającymi nieruchome łopatki, połączone z zewnętrznymi pierścieniami.

Mechanizmy prowadnicze są podzielone w płaszczyźnie średnicowej.

W znanych stojanach robocze pierścienie i zewnętrzne pierścienie mechanizmów prowadniczych są ze sobą połączone w ten sposób, że ich wewnętrzne powierzchnie tworzą ciągły, bez występów obrys, ograniczający drogę powietrza, zewnętrzne zaś powierzchnie tych pierścieni są współśrodkowe.

Zewnętrzny pierścień mechanizmu prowadniczego każdego stopnia posiada na każdej czołowej stronie zgrubienie, umieszczone wzdłuż obwodu pierścienia. Zgrubienia na czołowej stronie zewnętrznego pierścienia, zwróconego do roboczego pierścienia jednoimiennego stopnia stanowi przedłużenie zewnętrznej powierzchni pierścienia, a zgrubienie na drugiej czołowej stronie zewnętrznego pierścienia, zwróconego do roboczego pierścienia sąsiadującego stopnia, stanowi przedłużenie jego wewnętrznej powierzchni. Roboczy pierścień każdego stopnia posiada na każdej czołowej stronie kanalik, umieszczony wzdłuż obwodu roboczego pierścienia, który kanalik otacza zgrubienie.

Wadą znanego stojana jest to, że robocze pierścienie wewnątrz których wirują z niewielkim luzem robocze łopatki, odbierają siłę obwodową, powstającą od tarcia porywanego przez łopatki powietrza o wewnętrzną powierzchnię pierścienia. Ponadto w znanych stopniach łopatki mają tendencję do zaczepiania o powierzchnię roboczego pierścienia, wskutek czego powstaje dodatkowa siła obwodowa, która sumując się z pierwszą usiłuje obrócić pierścień. Obracanie pierścienia wywołuje wskutek tarcia o korpus statora dodatkowe wydzielanie ciepła, które prowadzi do deformacji samego pierścienia i korpusu. Powoduje to konieczność ustalenia pierścienia roboczego w kierunku obwodowym.

Mechanizmy prowadnicze każdego stopnia, których nieruchome łopatki znajdują się w strefie przemieszczającego się strumienia powietrza, odbierają działanie siły stanowiącej sumę wszystkich aerodynamicznych sił,

działających na każdą łopatkę z osobna. Siła ta posiada osiową i obwodową składową. Osiowa składowa przemieszcza mechanizm prowadniczy wzdłuż jego podłużnej osi, obwodowa zaś — obraca mechanizm prowadniczy wokół osi. Osiowa składowa skierowana jest przeciwnie do ruchu strumienia powietrza w sprężarce i jest przekazywana w znanym stojanie kolejno przez wszystkie robocze pierścienie i mechanizmy prowadnicze od ostatniego stopnia do stopnia pierwszego i dalej na korpus sprężarki. Obwodowa składowa w opisywanym przykładzie jest przekazywana kolejno przez styki robocze pierścienia pierwszego stopnia do zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego pierwszego stopnia, dalej, do roboczego pierścienia drugiego stopnia i tak dalej do roboczego pierścienia ostatniego stopnia, a z niego na korpus.

Przekazywana siła obwodowa wzrasta przy tym ciągle od pierwszego stopnia aż do ostatniego. Na ostatnim stopniu siła ta stanowi sumę wszystkich sił, działających na roboczy pierścień i mechanizm prowadniczy każdego stopnia. Przekazywanie siły obwodowej o odpowiedniej wielkości na każdym styku odbywa się za pomocą trzpieni, z których każdy jest wciśnięty jednym końcem w jedno z czoł zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego, a drugi koniec wchodzi w otwór wykonany na czołowej stronie roboczego pierścienia.

Ilość trzpieni na każdym styku określa się w zależności od wielkości przekazywanej siły obwodowej.

Taki sposób przekazywania siły obwodowej pomiędzy roboczymi pierścieniami i zewnętrznymi pierścieniami mechanizmów prowadniczych posiada następujące niedogodności: istnienie zdwojonego osiowania na styku roboczego pierścienia i zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego: trzpienia i zgrubienia, centrujących każdy we wszystkich kierunkach — wywołuje dodatkowe naprężenia w trzpieniu i jego osadzeniu w zewnętrznym pierścieniu mechanizmu prowadniczego. Ponieważ części na styku odznaczają się wysoką miejscową sztywnością, naprężenia te mogą być wielkie. Z drugiej strony, istnienie na styku kilku trzpieni wymaga ich dokładnego rozmieszczenia tak w kierunku promieniowym jak i obwodowym, a także dokładnego rozmieszczenia otworów na roboczym pierścieniu, w przeciwnym bowiem wypadku, z przyczyn wyżej wymienionych, powstają w trzpieniach i ich osadzeniach dodatkowe naprężenia montażowe. Obniża to znacznie niezawodność i długowieczność stojana. Przy rozmieszczeniu trzpieni i otworów z różnym odchyleniem w stosunku do podziałki, różne trzpienie będą odbierały odmienne wielkości sił obwodowych. Stąd wymóg dokładnego rozmieszczenia trzpieni i otworów czyni ten styk niedostatecznie łatwym do wykonania, co podwyższa koszt wykonania tego zespołu.

Głębokość osadzenia trzpieni w zewnętrznym pierścieniu mechanizmu prowadniczego jest odwrotnie proporcjonalna do naprężeń powstających w zagłębionej części trzpienia i w materiale otaczającym. Inaczej mówiąc, w rozpatrywanym przykładzie szerokość miejsc osadzenia trzpieni w zewnętrznym pierścieniu mechanizmu prowadniczego musi być większa, co powoduje zwiększenie ciężaru stojana.

Znane są stojany, w których próbowano zwiększyć niezawodność i długowieczność stojanów na drodze obniżenia naprężenia w elementach łączących robocze pierścienie i zewnętrznych pierścieni mechanizmów prowadniczych.

Stojan sprężarki wielostopniowej obejmuje korpus sprężarki z rozmieszczonymi wewnątrz niego roboczymi pierścieniami kilku stopni, wewnątrz których wirują robocze łopatki, oraz mechanizmami prowadniczymi tych stopni z nieruchomymi łopatkami, połączonymi z zewnętrznymi pierścieniami.

W znanym stojanie zewnętrzne pierścienie mechanizmów prowadniczych są połączone ze sobą w ten sposób, że ich wewnętrzne płaszczyzny tworzą ciągły, bez występow obrys, ograniczający drogę powietrza, zaś zewnętrzne powierzchnie tych pierścieni są współśrodkowe.

Zewnętrzny pierścień mechanizmu prowadniczego każdego stopnia posiada po każdej czołowej stronie występy. Roboczy pierścień każdego stopnia posiada po każdej czołowej stronie wklęsłości. Przy połączeniu roboczego pierścienia i zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego tworzy się zwykłe prostozębne rowkowe połączenie.

Ogólnie wiadomo, że w takim połączeniu, z powodu znacznej powierzchni styku zębów i ich dużej sztywności w kierunku działania siły, przy przekazywaniu siły obwodowej powstają w płaszczyźnie styku i podstawie zęba niewielkie naprężenia. Jednakże takie rozwiązanie stojana nie jest łatwe do wykonania, gdyż wykonanie większej ilości występów w jednej części i zagłębień w drugiej części jest pracochłonne i drogie. To jeszcze bardziej potęguje się koniecznością dokładnego wykonania wymienionych elementów.

Znany jest także stojan sprężarki wielostopniowej, który zawiera korpus sprężarki z umieszczonym wewnątrz niego roboczym pierścieniem każdego stopnia, wewnątrz którego wirują robocze łopatki, oraz mechanizmem prowadniczym każdego stopnia z nieruchomymi łopatkami. Mechanizm prowadniczy jest rozdzielony w płaszczyźnie średnicowej. Zewnętrzny pierścień mechanizmu prowadniczego każdego stopnia posiada kanalik umieszczony na obwodzie zewnętrznego pierścienia. Roboczy pierścień każdego stopnia posiada na każdej czołowej stronie położone wzdłuż obwodu zgrubienie, obejmowane przez kanalik zewnętrznego pierścienia. Tego

rodzaju połączenie zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego z roboczym pierścieniem ogranicza ich wzajemne promieniowe przemieszczenie. Zgrubienie roboczego pierścienia posiada promieniowe występy, a zewnętrzny pierścień mechanizmu prowadniczego posiada promieniowe zagłębienia, w które wchodzi promieniowe występy. Tego rodzaju połączenie zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego z roboczym pierścieniem ogranicza obwodowe przemieszczenie roboczego pierścienia względem zewnętrznego pierścienia.

Promieniowe występy służą jednocześnie do centrowania roboczych pierścieni w korpusie.

Przekazywanie sił obwodowych w opisywanym przykładzie następuje kolejno przez styki roboczego pierścienia pierwszego stopnia do zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego pierwszego stopnia, następnie do roboczego pierścienia drugiego stopnia i tak dalej do roboczego pierścienia ostatniego stopnia a z niego na korpus.

Opisane wyżej połączenie roboczego pierścienia i zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego jest w swej istocie połączeniem rowkowym.

Ogólnie wiadomo, że w takim połączeniu przy przekazywaniu siły obwodowej, wskutek znacznej powierzchni styku zębów, a także ich wielkiej sztywności w kierunku działania siły, powstają w płaszczyźnie styku i podstawie zęba niewielkie naprężenia. Jednakże wykonanie takiego połączenia roboczych pierścieni i zewnętrznych pierścieni mechanizmów prowadniczych jest technologicznie trudne, zaś wykonanie promieniowych występow na zgrubieniach roboczych pierścieni jest pracochłonne, co podnosi koszt stojana. Z drugiej strony przerywany styk występow z korpusem sprężarki przy występujących drganiach, powoduje miejscowe zginięcie powierzchni korpusu.

Celem wynalazku jest stworzenie takiego stojana wielostopniowej maszyny wirnikowej, w którym zostałoby wyeliminowane obwodowe przemieszczenie roboczego pierścienia względem zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego tak, aby w elementach stojana występowały minimalne naprężenia.

Zadanie to zostało rozwiązane w ten sposób, że w stojanie wielostopniowej maszyny wirnikowej, zawierającym korpus, w którym jest umieszczony mechanizm prowadniczy każdego stopnia z nieruchomymi łopatkami, zewnętrzny pierścień którego na każdej czołowej stronie posiada zgrubienie umieszczone wzdłuż obwodu wymienionego pierścienia, oraz roboczy pierścień każdego stopnia, wewnątrz którego wirują robocze łopatki, który pierścień jest wyposażony w człon ograniczający obwodowe przemieszczenie roboczego pierścienia względem zewnętrznego pierścienia, posiadający na każdej czołowej stronie kanalik umieszczony wzdłuż obwodu roboczego pierścienia i obejmujący zgrubienie zewnętrznego pierścienia, według wynalazku człon ograniczający wykonany jest w postaci trzpienia umieszczonego w roboczym pierścieniu w ten sposób, że jeden jego koniec jest połączony z zewnętrznym pierścieniem mechanizmu prowadniczego jednoimiennego stopnia, a drugi koniec jest połączony z zewnętrznym pierścieniem mechanizmu prowadniczego stopnia sąsiadującego.

Jest celowe, aby każde zgrubienie zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego posiadało promieniowe wyżłobienia, oś każdego z których, równoległa z osią maszyny wirnikowej, powinna być zgodna z osią podłużną trzpienia.

Pożądane jest, aby roboczy pierścień posiadał otwory do umieszczania trzpieni, podłużna oś każdego z których powinna być położona wewnątrz każdego kanalik.

Korzystnie jest, aby średnica trzpienia była nieco większa od szerokości kanalik.

Wykonany w ten sposób stojan zmniejsza naprężenia w jego elementach. Osiąga się to skutkiem tego, że trzpień umieszczony w roboczym pierścieniu, z uwagi na umiejscowienie jednego jego końca w otworze zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego jednoimiennego stopnia i drugiego końca w otworze zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego stopnia sąsiadującego, posiada osadzenie na całej swej długości, lub co najmniej na odcinkach umieszczonych bezpośrednio przy jego końcach. To znaczy, że ta część trzpienia, która odbiera siłę od sąsiadującego zewnętrznego pierścienia mechanizmu prowadniczego jest kilka razy mniejsza od długości osadzenia trzpienia, lub odstęp między odcinkami osadzenia.

Ogólnie wiadomo, że w takim wypadku zarówno w trzpieniu jak i w otworze, w którym jest umieszczony trzpień, powstają minimalne naprężenia. Z drugiej strony, jeżeli oś trzpienia znajduje się wewnątrz kanalik, a średnica trzpienia jest większa od szerokości kanalik, to mimo to, że trzpień posiada wyżej opisane osadzenie, jego części odbierające siłę od mechanizmów prowadniczych, także okazują się być osadzonymi w materiale roboczego pierścienia dwoma segmentami wzdłuż tworzących. To jeszcze bardziej obniża naprężenie w samym trzpieniu i w roboczym pierścieniu. Ponieważ trzpień wchodzi w wyżłobienie, umieszczone promieniowo w stosunku do roboczego pierścienia, to w tym kierunku nie występują w nim naprężenia.

W związku z mającym miejsce obniżeniem naprężeń w elementach stojana następuje poprawa niezawodności jego pracy.

Dzięki takiemu wykonaniu stojana, poprawia się jego technologiczność, gdyż wykonanie otworów pod trzpienie oraz ich umieszczenie stanowi prostą operację technologiczną. Wraz z poprawieniem technologiczności konstrukcji obniżają się koszty wykonania stojana. Ponadto takie wykonanie stojana obniża jego ciężar, gdyż opisane wyżej osadzenie trzpieni pozwala na zmniejszenie zgrubień roboczych pierścieni, w których wykonuje się otwory do trzpieni, do minimalnych wielkości.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematyczny przekrój osiowy stojana wielostopniowej maszyny wirnikowej według wynalazku, fig. 2 – przekrój osiowy części stojana z roboczym pierścieniem i mechanizmem prowadniczym według wynalazku, w powiększonej skali, fig. 3 – przekrój III–III fig. 2, w powiększonej skali.

Stojan wielostopniowej maszyny wirnikowej, na przykład sprężarki, zawiera korpus 1 (fig. 1), w którym jest umieszczony mechanizm prowadniczy 2 każdego stopnia z nieruchomymi łopatkami 3 i roboczy pierścień 4 każdego stopnia, wewnątrz którego wirują robocze łopatki 5. Mechanizm prowadniczy 2 posiada zewnętrzny pierścień 6 ze zgrubieniami 7 na każdej czołowej stronie, umieszczonymi wzdłuż obwodu pierścienia 6.

Roboczy pierścień 4 posiada promieniowe kołnierze 8, na każdym z których są wykonane kanaliki 9 (fig. 2), umieszczone wzdłuż obwodu pierścienia 4. Kanaliki 9 roboczego pierścienia 4 obejmują zgrubienia 7 zewnętrznego pierścienia 6 mechanizmu prowadniczego 2. Kołnierze 8 posiadają współosiowe otwory 10, w których umieszczone są trzpienie 11. Zgrubienia 7 posiadają promieniowe wyżłobienie 12 (fig. 3), oś każdego z których, równoległa z osią maszyny wirnikowej, jest zgodna z podłużną osią trzpienia 11. Trzpienie 11 są umieszczone w wyżłobieniach 12. Korpus 1 (fig. 1) posiada pierścień wiodący 13, według którego ustawia się robocze pierścienie 4.

Powyższe zapewnia wzajemne położenie wewnętrznej powierzchni roboczych pierścieni 4 i zewnętrznych pierścieni 6 mechanizmów prowadniczych 2, tworzących ciągłe ograniczenie drogi powietrza. Każdy mechanizm prowadniczy 2 stojący zaraz za roboczym pierścieniem 4 jest przyporządkowany temu samemu stopniowi, co i wspomniany roboczy pierścień 4. Każdy roboczy pierścień 4, który znajduje się zaraz za mechanizmem prowadniczym 2, jest przyporządkowany kolejno każdemu stopniowi.

W czasie pracy wielostopniowej sprężarki, siły obwodowe są przekazywane od roboczego pierścienia 4 pierwszego stopnia do zewnętrznego pierścienia 6 mechanizmu prowadniczego 2 pierwszego stopnia, dalej do roboczego pierścienia 4 drugiego stopnia i tak dalej do roboczego pierścienia 4 ostatniego stopnia. Roboczy pierścień 4 ostatniego stopnia posiada kołnierz 14, przez który przekazuje się sumaryczną siłę obwodową za pośrednictwem sworzni 15 na korpus 1 sprężarki. Przekazywanie obwodowej siły realizuje się przez trzpień 11 (fig. 3), powierzchnię 16 wyżłobienia 12 stykającą się z trzpieniem 11.

Trzpienie 11 posiadają średnicę większą od szerokości kanalika 9, w ten sposób trzpień staje się sztywniejszy i otrzymuje większą powierzchnię oparcia w roboczym pierścieniu 4, co łącznie z osadzeniem trzpienia 11 w dwóch miejscach, oddalonych od siebie w sporym odstępie, znacznie obniża naprężenia w samym trzpieniu 11 i w materiale otaczającym robocze pierścienie 4.

Promieniowe wyżłobienia 12 są szersze od średnicy trzpieni, stąd przy składaniu stojana nie występują naprężenia montażowe w trzpieniu 11 i w roboczym pierścieniu 4, a także w zewnętrznym pierścieniu 6 mechanizmu prowadniczego 2 w kierunku obwodowym. Z uwagi na to, że wyżłobienie 12 umieszczone jest promieniowo, tak więc i w kierunku promieniowym nie występują montażowe naprężenia we wspomnianych wyżej elementach.

Ponieważ trzpienie 11 i wyżłobienia 12 są rozłożone wzdłuż obwodu pierścieni nierównomiernie w dopuszczalnych granicach tolerancji wykonawczych, to wykazują one różne obciążenia przy przekazywaniu siły obwodowej, stąd też występują różne naprężenia, powstające w trzpieniach 11 i ich osadzeniu.

W celu wyrównania naprężeń, powstających od sił obwodowych, w różnie rozmieszczonych na obwodzie trzpieniach 11 tylko jedna strona wyżłobienia 12, mianowicie strona robocza, po której występuje stykanie się z trzpieniem 11 w czasie pracy, powinna być dokładnie rozmieszczona wzdłuż obwodu. Takie wykonanie wyżłobienia 12 podnosi jego technologiczność, gdyż wyżłobienie, posiadające umieszczoną dokładnie jedną stronę jest proste w wykonaniu. Jest samo przez się zrozumiałe, że wszystkie wymienione rozważania w takim samym stopniu mają zastosowanie do stojana, gdyby trzpienie i kanaliki były przyporządkowane zewnętrznym pierścieniom mechanizmów prowadniczych, a otwory i zgrubienia roboczym pierścieniom.

Zastrzeżenia patentowe

1. Stojan wielostopniowej maszyny wirnikowej, zawierający korpus, w którym jest umieszczony mechanizm prowadniczy każdego stopnia z nieruchomymi łopatkami, którego zewnętrzny pierścień na każdej czołowej

stronie posiada zgrubienie umieszczone wzdłuż obwodu wymienionego pierścienia, oraz roboczy pierścień każdego stopnia, wewnątrz którego wirują robocze łopatki, który pierścień wyposażony jest w człon ograniczający obwodowe przemieszczenia roboczego pierścienia względem zewnętrznego pierścienia, posiadający na każdej czołowej stronie kanalik umieszczony wzdłuż obwodu roboczego pierścienia i obejmujący zgrubienie zewnętrznego pierścienia, znamienny tym, że człon ograniczający jest wykonany w postaci trzpienia (11) ustawionego w roboczym pierścieniu (4) tak, że jeden jego koniec jest połączony z zewnętrznym pierścieniem (6) mechanizmu prowadniczego (2) jednoimiennego stopnia, a drugi koniec jest połączony z zewnętrznym pierścieniem (6) mechanizmu prowadniczego (2) sąsiadującego stopnia.

2. Stojan, według zastrz. 1, znamienny tym, że każde zgrubienie (7) zewnętrznego pierścienia (6) mechanizmu prowadniczego (2) posiada promieniowe wyżłobienia (12), przy czym oś każdego z nich równoległa z osią maszyny wirnikowej, jest zgodna z podłużną osią trzpienia (11).

3. Stojan, według zastrz. 1, znamienny tym, że roboczy pierścień (4) posiada otwory na trzpienie (11), przy czym podłużna oś każdego z nich znajduje się wewnątrz każdego kanalika (9).

4. Stojan, według zastrz. 1 lub 2 lub 3, znamienny tym, że trzpień (11) posiada średnicę nieco większą od szerokości kanalika (9).

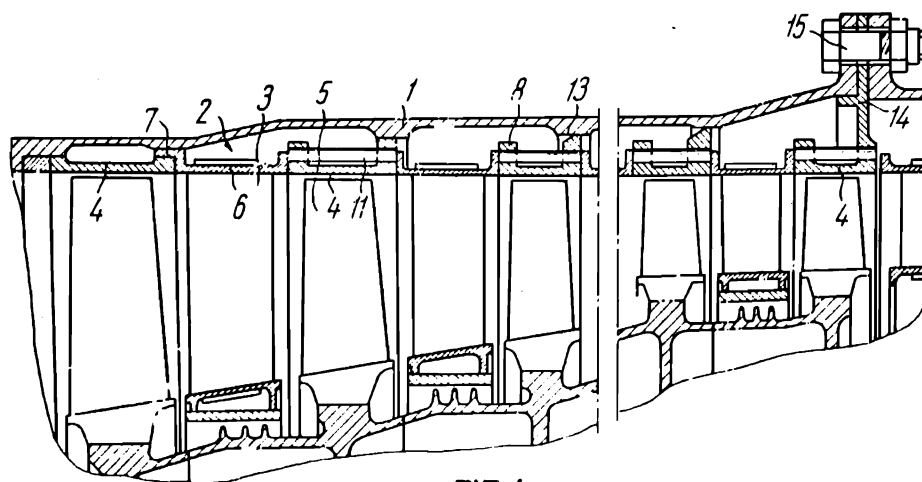


FIG. 1

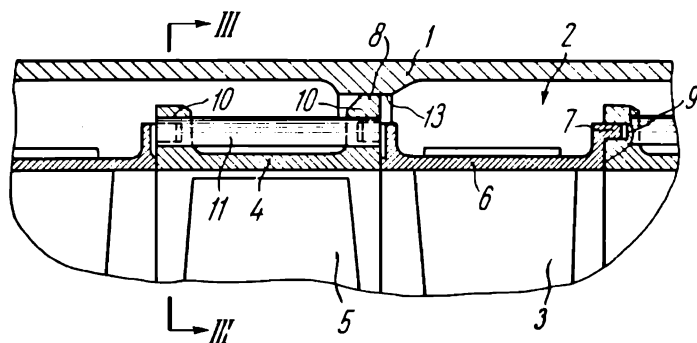


FIG. 2

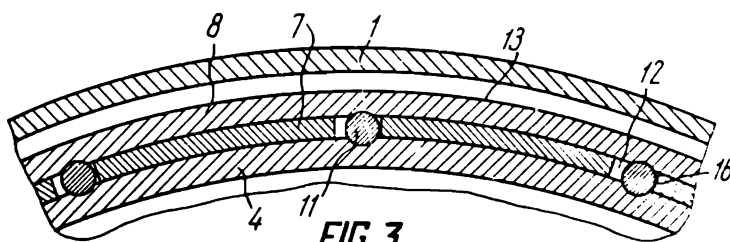


FIG. 3