



Patent tymczasowy dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 23.02.1972 (P.153626)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 30.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 18.04.1975

Kl. 88b,2

MKP F03c 3/00

Twórcy wynalazku: Władysław Wiśniewski, Jan Piotrowski, Zbigniew Szeler

Uprawniony z patentu tymczasowego: Centrum Techniki Okrętowej,  
Gdańsk (Polska)

**Sposób uzyskiwania optymalnych luzów w maszynach zwłaszcza  
w hydraulicznych silnikach i pompach zębatych wielokołowych**

1

Wynalazek dotyczy sposobu usytuowania względem siebie poszczególnych współpracujących części maszyn oraz takiej technologii ich zamocowania, aby dotrzymane były optymalne luzy pomiędzy współpracującymi częściami zwłaszcza w silnikach lub pompach zębatych wielokołowych.

Dotychczas sposób uzyskiwania minimalnych luzów, limitowanych z jednej strony potrzebą jak najmniejszych przecieków i w efekcie — strat na sprawności wolumetrycznej, a z drugiej strony koniecznością przesuwania się względem siebie części współpracujących bez zjawiska zacierania się, polegał na stosowaniu wysokiej dokładności wymiarowej przy obróbce części. Konieczność zachowania wysokiej klasy dokładności wymiarowych odnosiła się do tolerancji liniowych i kątowych, rozstawu osi części obrotowych oraz tolerancji związanych z luzami między częściami współpracującymi ze sobą. W szczególności dotyczyło to luzu między kołem zębatym a uszczelniającą je promieniowo obudową lub innym elementem uszczelniającym oraz luzu między osią obracającą się koła a otworem w tym kole.

Obróbka części, możliwie najdokładniejsza, wyznaczała jednak w efekcie końcowym pracę zazeębienia oraz wielkości luzów promieniowych i osiowych. Współpraca tych części była zatem uwarunkowana osiąganymi luzami i tolerancjami, sumującymi się w łańcuch odstępstw od teoretycznie założonego układu. Znane są również sposoby uzy-

2

skiwania minimalnych luzów w pompach zębatych przez stosowanie uszczelnień promieniowych i osiowych dociskanych do kół zębatych przy pomocy ciśnienia, sprężyn lub gumy.

5 Uzyskiwanie optymalnych luzów przy pomocy dokładnej obróbki, możliwe i mające zastosowanie w pompach dwukołowych, stało się nierealne w silnikach i pompach zębatych wielokołowych, a wśród nich w pompach z pierścieniami zębatymi. Było to wynikiem większej ilości wymiarów oraz konieczności uwzględnienia łańcucha tolerancji, których wypadkowa odchyłka była tak duża, że praktycznie dyskwalifikowała silniki i pompy zębate wielokołowe. Dotyczyło to następujących tolerancji:

15 — na średnicy koła wierzchołków zębów wewnętrznego pierścienia zębatego,  
— na średnicy koła wierzchołków zębów zewnętrznego pierścienia zębatego,  
— na średnicy koła wierzchołków zębów kół zębatych,

20 — kątowego rozstawu kół zębatych,  
— promieniowego rozstawu kół zębatych,  
— na średnicy otworu w każdym kole zębatym.

Ponadto wymienione wyżej tolerancje, za wyjątkiem tej ostatniej, dotyczą współzależności z taką samą ilością pasowań między każdym uzębieniem a jego elementem uszczelniającym. Z tego powodu nakładanie się odchyłek dolnych lub górnych, w granicach przyjętych tolerancji i pasowań, powodowało albo duże straty mechaniczne przy ciasno-

spasowanych elementach współpracujących albo duże straty na przeciekach przy luźno spasowanych elementach współpracujących. Zastosowanie nawet najdokładniejszych, obecnie znanych obrabiarek, nie zmieniło zasadniczo problemu. Stanowiło to podstawowy hamulec rozwoju najprostszych maszyn w technice, jakimi są pompy i silniki zębate.

Usuwanie nadmiernych luzów promieniowych i osiowych w pompach i silnikach zębatych, przez dociskanie uszczelnień do kół zębatych przy wykorzystaniu ciśnienia, sprężyn lub gumy, jest dotychczas rozwiązywane z lepszym lub gorszym skutkiem dla pomp dwukółowych. Natomiast nie jest ono rozwiązane dla silników i pomp wielokółowych, zamkniętych zewnętrznym pierścieniem zębatym. Próba rozwiązania tego zagadnienia znanymi metodami wywołuje konieczność bądź rozbudowywania konstrukcji bądź stwarza ogromne trudności w uzyskaniu odpowiedniego docisku elementów uszczelniających do kół zębatych tak, aby nie wywołać nadmiernych strat na tarcu lub na przeciekach z powodu luzów. Rozwiązania te są dalekie od optymalnych.

Celem wynalazku jest uzyskanie prawidłowego ząbienia wszystkich kół zębatych oraz uzyskanie jednakowych i optymalnych luzów między tymi kołami a elementami uszczelniającymi. Elementami tymi są w szczególności rozdzielacze, których sposób wykonania prowadzi do uzyskania optymalnych luzów we współpracy z pośrednimi kołami zębatymi oraz wewnętrznym i zewnętrznym pierścieniem zębatym.

Cel ten został osiągnięty dzięki przyjęciu zasady, że bazą ustawienia wszystkich elementów maszyny są ząbienia kół zębatych z pierścieniami zębatymi. W sposobie według wynalazku składa się wstępnie koła zębate z wewnętrznym pierścieniem zębatym i zewnętrznym pierścieniem zębatym, a następnie w ząbienia wprowadza się taśmę o jednakowej grubości. Wprowadzanie taśmy między zęby współpracujących części odbywa się przez obrót tych części. Taśma wchodząc między zęby odpycha je od siebie we wszystkich ząbieniach równocześnie. Ponieważ siły rozpychające są we wszystkich ząbieniach jednakowe, wobec tego wszystkie koła zębate ustawiają się wobec pierścieni zębatych z jednakowym luzem.

Po takim ustawieniu, w przestrzeni ograniczonej pierścieniami zębatymi i sąsiednimi kołami zębatymi, wkłada się segmenty, z których każdy posiada jeden bok o zarysie odpowiadającym zarysowi walców jakie tworzą wierzchołki zębów. Przestrzeń zawarta między segmentami zostaje wypełniona substancją, na którą następnie wywiera się nacisk. Pod wpływem tego nacisku substancja wypełnia szczelnie przestrzeń między segmentami oraz dociska te segmenty do zębów kół zębatych i pierścieni zębatych.

W takim stanie pozostawia się zmontowane elementy do stwardnienia substancji. Segmenty wraz z wiążącą je substancją, po jej stwardnieniu tworzą monolityczny rozdzielacz. Zadaniem rozdzielacza jest zamykanie przestrzeni międzyzębnych i nie dopuszczanie do niepożądanych przecieków. Tak wykonane i umiejscowione rozdzielacze, mocuje

się do bocznych płyt za pomocą znanych elementów.

W celu ułożyskowania kół zębatych w poprzednio wyznaczonych im położeniach, w otwory bocznych płyt i w otwory kół zębatych wkłada się osie. Osadzenie obu końców osi w płytach bocznych jest wynikowe. Osadzenie to osiąga się dzięki tulejkom, które są ciasno pasowane z końcami osi a luźno w otworach bocznych płyt. Luz między tulejkami a otworami w bocznych płytach wypełnia się substancją, która po zastygnięciu ustala położenie osi względem kół zębatych.

Przy zastosowaniu ślizgowego łożyskowania kół zębatych na osiach, luz wybiera się przez promieniowe dosunięcie osi do powierzchni otworu w kole zębatym. Ma to na celu przejęcie występujących w czasie pracy reakcji zmierzających do przemieszczania położenia kół zębatych.

Po stwardnieniu substancji mocującej tulejki, demontuje się elementy silnika celem ich oczyszczenia i usunięcia taśmy z ząbienia. Ostatecznie zmontowane opisane elementy stanowią wewnętrzną część silnika lub pompy zębatej.

Odmiana sposobu uzyskiwania optymalnych luzów wyróżnia się tym, że równomierny podział luzów w ząbieniach uzyskuje się przez dwuetapową obróbkę zębów, gdzie pierwszym etapem jest obróbka kół zębatych z nadładkiem na grubości zębów, wywołującym przy montażu wcisk w ząbieniach. Po wykonaniu i zamocowaniu rozdzielacza w sposób opisany wyżej, wyjmując się koła zębate i boki zębów poddaje się ostatecznej obróbce wykańczającej, celem uzyskania wymaganych dla pracy maszyny luzów, która to czynność jest drugim etapem obróbki zębów. Pozostałe czynności wykonuje się podobnie jak opisano wyżej.

Następna odmiana sposobu uzyskiwania optymalnych luzów dotycząca równomiernego podziału luzów w ząbieniach kół zębatych z pierścieniami zębatymi polega na wywieraniu jednakowych nacisków na zęby. Naciski te wywołuje się znanym przyrządem wywierającym na koła zębate jednakowy i jednokierunkowy moment obrotowy. Moment obrotowy przykładają się do kół zębatych przy zamocowanych w przyrządzie pierścieniach zębatych.

We wszystkich opisanych odmianach siły rozpychające ząbione ze sobą elementy powodują ustawienie się kół zębatych w takim położeniu, że luzy w każdym ząbieniu są takie same.

Dalsza odmiana sposobu uzyskiwania optymalnych luzów dotyczy wykonania i ustalenia rozdzielacza. W odmianie tej po wstawieniu segmentów pomiędzy koła zębate a pierścienie zębate rozpiera się te segmenty elementami sprężystymi aż do styku z zębami kół zębatych i pierścieni zębatych. W następnej kolejności na wzajemnych stykach segmentów zakłada się uszczelki i przestrzeń między segmentami wypełnia się substancją wiążącą. W konstrukcji pompy lub silnika hydraulicznego zębatego, wielokółowego, dzięki zaletom opisanego sposobu wybierania luzów na ząbieniach oraz wykonywania rozdzielaczy, koła zębate ułożyskowane są swoimi wierzchołkami zębów w dwu sąsiadujących ze sobą rozdzielaczach, zaś wewnętrzny

pierścień zębaty jest ułożyskowany na wszystkich okalających je rozdzielaczach oraz na kołach zębatach; podobnie jest z zewnętrznym pierścieniem zębatym.

Rozdzielacz wykonany według wynalazku charakteryzuje się wyjątkowo szczelnym dopasowaniem do kół zębatach i co najcenniejsze, luzy między rozdzielaczem a współpracującymi zębami są jednakowe we wszystkich rozdzielaczach. Tak w przypadku sposobu wykonania rozdzielaczy jak i tulei wyeliminowana jest obróbka wymagająca wysokiej klasy dokładności.

Wysoka precyzja, jako jeden z elementów jakości i niska cena opisanego sposobu uzyskiwania optymalnych luzów, stwarza dla różnych maszyn na przykład przekładni planetarnych, a zwłaszcza dla pomp i silników zębatach, możliwości szerokiego zastosowania.

Przedmiotem wynalazku jest sposób na uzyskiwanie optymalnych luzów, który opisany jest w przykładach wykonania oraz dodatkowo objaśniony na rysunkach, na których: fig. 1 przedstawia w widoku z boku wkład wewnętrzny pompy lub silnika hydraulicznego zębatego wielokołowego, przed założeniem bocznych płyt; fig. 2 — w swej lewej połowie rzut przekroju A—A z fig. 1 po zamontowaniu bocznych płyt, a w prawej połowie widok wkładu; fig. 3 — szczegół wykonania „a” z fig. 1; fig. 4 — odmianę wykonania rozdzielaczy; fig. 5 — przekrój B—B z fig. 2; fig. 6 — przekrój C—C z fig. 2; a fig. 7 — przekrój C—C z fig. 2 z zastosowaniem tulejki przeciętej.

Poniżej podano czynności dla uzyskania optymalnych luzów w silniku lub pompie zębatej wielokołowej.

Na płycie lub w przyrządzie składa się wstępnie wewnętrzny pierścień zębaty 1, zewnętrzny pierścień zębaty 2 i koła zębate 3. Do każdego ząbienia przykładają się odcinki taśmy 4 wykonanej z folii o szerokości równej w przybliżeniu szerokości kół zębatach. Pokręcając jednym z pierścieni, powoduje się ruch wszystkich zębatach części i w konsekwencji wprowadzanie odcinków taśmy do każdego ząbienia. Wprowadzona do ząbienia taśma rozpycha wzajemnie ząbione części i ustawia te części z jednakowymi luzami w ząbieniach.

Równomiernego podziału luzów w ząbieniach można dokonać w inny sposób stosując do wstępnego montażu koła zębate wykonane z niewielkim naddatkiem materiału na grubości zębów. Przy wciskaniu tych kół zębatach między pierścienie zębate powstają siły rozpychające zęby, a w konsekwencji rozmieszczające elementy z równomiernym wciskiem względem siebie. Przy zastosowaniu tego sposobu, po ustawieniu pozostałych elementów silnika, koła zębate są demontowane i poddawane obróbce wykańczającej. Po powtórnym założeniu kół zębatach wszystkie luzy są rozmieszczone równomiernie.

Równomierny podział luzów w ząbieniach może być również osiągnięty za pomocą przyrządu wywołującego moment obrotowy na kołach zębatach. Przy zahamowanych przed obrotem pierścieniach zębatach, moment obrotowy wywołuje na-

ciski na zęby w każdym ząbieniu i w konsekwencji ustawia koła zębate z równomiernym luzem. Pierścienie zębate unieruchamia się za pomocą zacisków 5 i 6.

Po równomiernym podzieleniu luzów, za pomocą jednego z opisanych sposobów, w ząbieniach kół zębatach z pierścieniami zębatymi przystępuje się do montażu rozdzielaczy 12.

Między koła zębate i pierścienie zębate wstawia się segmenty 7, 8 i 9, a przestrzeń zawartą między tymi segmentami wypełnia się epoksydową żywicą 11 zmieszaną z włóknem szklanym. Następnie w tę żywicę wciska się sworzeń lub śrubę. Pod wpływem tego nacisku, żywica wypełnia szczelnie przestrzeń między segmentami i rozpycha segmenty w kierunkach pokazanych strzałkami 10.

Po zastygnięciu żywicy epoksydowej stanowi ona wraz z segmentami 7, 8 i 9 monolityczny rozdzielacz 12. Rozdzielacz ten mocuje się kołkami 13 do bocznych płyt 14.

Optymalne luzy między rozdzielaczami a kołami zębatymi i pierścieniami zębatymi można również uzyskać rozpirając segmenty 7, 8 i 9 sprężynami 21. Aby nie dopuścić do przecieków cieczy przez rozdzielacz na stykach segmentów montuje się gumowe uszczelki 22 w postaci prętów i przestrzeń między segmentami zalewa się żywicą epoksydową.

Po wykonaniu i zamontowaniu rozdzielaczy wskazane jest, aby wspólnie przeszlifować czoła kół zębatach, pierścieni zębatach i rozdzielaczy.

Wybór jednego z opisanych sposobów równomiernego podziału luzów między kołami zębatymi a pierścieniami zębatymi, jak również wybór sposobu wykonania rozdzielaczy jest dowolny i zależy od konkretnej sytuacji.

Po wykonaniu rozdzielaczy i zmontowaniu ich z bocznymi płytami 14 przystępuje się do montażu i ustalania osi 15. Chcąc uzyskać i utrzymać w pracy maszyny określone położenie osi 15 względem otworu w kole zębate 3, to jest liniowy styk tych części w punkcie 16, wykonuje się tuleje 17 spasowane z osią 15. Usuwając luz między osią a kołem zębate 3 w punkcie 16, oraz luz między osią a tuleją 17 w punkcie 18, przez odpowiedni docisk tych części do siebie, uzyskuje się zamierzone położenie osi 15 względem osi obrotu pierścieni zębatach. W tym położeniu tuleje 17 mocuje się w bocznych płytach 14 przy pomocy epoksydowej żywicy 19, przy czym otwór 20 w bocznej płycie jest wykonany ze swobodnym luzem w stosunku do tulei 17, co eliminuje konieczność zachowania wysokiej klasy tolerancji wykonania otworu i tolerancji rozstawu osi symetrii otworów.

Zamiast pełnej tulei 17 można zastosować przeciętą wzdłuż tworzącej walca, rozprężną tuleję 23. Tuleja ta na skutek mniejszego otworu zaciska się samoczynnie na osi 15, przy czym epoksydowa żywica wypełnia również szczelinę 24.

Dla lepszego zrozumienia zagadnienia, na rysunkach pokazano przesadnie zwiększone luzy.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób uzyskiwania optymalnych luzów w

maszynach zwłaszcza w hydraulicznych silnikach i pompach zębatych wielokołowych, **znamienny** tym, że po wstępnym złożeniu kół zębatych (3) oraz wewnętrznego pierścienia zębatego (2) i zewnętrznego pierścienia zębatego (1) wprowadza się taśmę (4) jednakowej grubości do wszystkich ząbów (4) celem równomiernego podziału luzów we wszystkich ząbieniach i w takim położeniu tych elementów, wstawia się segmenty (7), (8), (9) rozdzielaczy, a następnie przestrzeń wewnątrz segmentów wypełnia się substancją (11), na którą wywiera się nacisk aż do całkowitego wypełnienia przestrzeni między segmentami i uzyskania docisku do wierzchołków zębów kół zębatych i pierścieni zębatych i która to substancja po stwardnieniu łączy segmenty w jedną całość tworząc rozdzielacze (12), które mocuje się następnie do bocznych płyt (14) znanymi elementami, po czym wkłada się osie (15) do otworów kół zębatych (3), przesuwają się promieniowo aż do wybrania luzów w otworach i ustala się w bocznych płytach przy pomocy tulejek (17) zamocowanych substancją wypełniającą przestrzeń między otworem w bocznej

płyce, a tulejką i pozostawia się całość do stwardnienia substancji.

2. Odmiana sposobu według zastrz. 1, **znamienna** tym, że równomierny podział luzów we wszystkich ząbieniach uzyskuje się przez montaż kół zębatych z wciskiem wynikającym z nadkładu na grubości zębów, a po ustaleniu i zamocowaniu rozdzielaczy, boki zębów poddaje się obróbce wykańczającej.

3. Odmiana sposobu według zastrz. 1, **znamienna** tym, że równomierny podział luzów we wszystkich ząbieniach uzyskuje się przez przyłożenie do każdego koła zębatego, jednakowego i jednokierunkowego momentu obrotowego wywołującego jednakowe naciski w każdym ząbieniu.

4. Odmiana sposobu według zastrz. 1, **znamienna** tym, że segmenty rozdzielaczy po wstawieniu pomiędzy koła zębate i pierścienie zębate, rozpie-  
ra się sprężystymi elementami (21) aż do styku z zębami kół zębatych i pierścieni zębatych, po czym przestrzeń między segmentami wypełnia się substancją wiążącą te segmenty a na wzajemnych stykach segmentów zakłada się uszczelki (22).





