

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

59242

Patent dodatkowy
do patentu _____

Kl. 47 h, 47/08

Zgłoszono: 07.III.1967 (P 119 341)

Pierwszeństwo: 08.III.1966 Niemiecka
Republika
Federalna

MKP F 16 h

47/08

Opublikowano: 31.I.1970

Współtwórcy wynalazku: dr inż. Wilhelm Gsching, Dieter Rottmann
Właściciel patentu: Voith Getriebe K. G. Heidenheim (Brenz) (Niemiecka Republika Federalna)

Urządzenie do przenoszenia momentu obrotowego z regulowanym sprzęgłem hydrokinetycznym

1
Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do przenoszenia momentu obrotowego z regulowanym sprzęgłem hydrokinetycznym w celu osiągnięcia podczas ruchu zmiennej prędkości obrotowej wału biernego, na przykład do elektrycznie napędzanych agregatów dużej mocy, w których przy regulacji obrotów osiąga się nieznaczłą stratą energii, w szczególności do napędu pomp zasilających kotły.

Sprzęgła hydrokinetyczne są w stanie przy jednakowej prędkości obrotowej członu czynnego, zmieniać bezstopniowo prędkość członu biernego, a mianowicie przez zmianę poślizgu, na przykład wskutek zmiany stopnia napełniania komory roboczej. Z uwagi na to, że regulacja przez zmianę poślizgu jest regulacją przynoszącą straty, przeto prędkość obrotowa członu biernego jest najbardziej ekonomiczna przy najmniejszym poślizgu (od około 1,5 do 3%) i stanowi wówczas tak zwaną prędkość normalną.

Z tego też powodu regulacja ilości obrotów przez zmianę poślizgu, ponad pewną wielkość uzależnioną od aktualnych warunków, zwłaszcza przy dużych mocach, jest już ekonomicznie nieopłacalna.

W urządzeniach do przenoszenia momentu obrotowego wymagana jest czasami w niektórych przypadkach, awaryjna robocza prędkość obrotowa, lub duża prędkość określona przepisami, na przykład przy napędzie pomp do zasilania kotłów,

2
która jest większa od maksymalnej roboczej ilości obrotów (prędkość obrotowa przy pełnym obciążeniu).

5 Sprzęgło hydrokinetyczne pracujące z prędkością większą od prędkości dopuszczalnej, jest jeszcze bardziej nieekonomiczne, ponieważ pracuje ono przy pełnym obciążeniu (obrotach znamionowych) z większym poślizgiem od poślizgu minimalnego, a przy każdym dalszym zmniejszaniu prędkości obrotowej, z jeszcze gorszym współczynnikiem sprawności. Przy zastosowaniu mechanicznej przekładni stopniowej dla osiągnięcia liczby obrotów przewyższających obroty znamionowe wystąpiłyby trudności w uzyskaniu właściwego przełożenia.

15 W znanym rozwiązaniu konstrukcyjnym, w celu uzyskania prędkości obrotowych powyżej prędkości dopuszczalnej, stosuje się oddzielny obieg hydrauliczny, w szczególności zaś przekładnię hydrokinetyczną, przewidzianą wyłącznie dla prędkości powyżej prędkości dopuszczalnych, przy czym dla obciążenia znamionowego przekładnia ta zostaje wyłączona. Jest to szczególnie korzystne wtedy, kiedy liczba obrotów powyżej liczby znamionowej jest potrzebna na krótki okres czasu lub jest wymagana jedynie ze względów bezpieczeństwa.

20 25 30 Znane są przekładnie obiegowe wykorzystywane jako przekładnie sumowe, w których w celu regulacji prędkości obrotowej wału biernego napędza się trzeci człon ze zmienianą w sposób ciągły

prędkością obrotową, względnie też hamuje się ruch tego członu. Do tego celu stosuje się w wielu przypadkach, jako maszynę sumową, regulowaną przekładnią hydrostatyczną lub maszynę prądu stałego w układzie Leonarda. Maszyna sumowa pracuje przy tym jako silnik lub jako hamulec w zależności od tego czy prędkość obrotowa wału biernego ma być mniejsza, czy też większa od prędkości obrotowej tego wału, odpowiadającej stanowi spoczynku maszyny sumowej.

W tych znanych przekładniach konieczne jest stosowanie maszyn sumowych pokrywających pełen zakres regulacji, wskutek czego przekładnie te są kosztowne w przypadku szerokich zakresów regulacji, i nie pracują tak ekonomicznie, jak w przypadku wąskich zakresów regulacji. Ponadto przekładnie te nie pozwalają wskutek względnie ograniczonego zakresu regulacji na ich eksploatację poniżej dolnej granicy zakresu regulacji i uniemożliwiają stopniowy rozruch maszyny roboczej podczas biegu maszyny napędowej. Drgania obrotowe są prawie nietłumione.

Celem wynalazku jest stworzenie urządzenia do przenoszenia momentu obrotowego z tak dużym bezstopniowym zakresem regulacji prędkości obrotowej wału biernego przy stałej prędkości obrotowej silnika napędowego, jaki nie mógł być uzyskany w ekonomiczny sposób przy stosowaniu samego tylko sprzęgła hydrokinetycznego. W danym przypadku, regulowany zakres prędkości obrotowych powinien obejmować także i prędkości powyżej prędkości dopuszczalnych, to znaczy prędkości powyżej obciążenia znamionowego.

Cel ten został osiągnięty w urządzeniu do przenoszenia momentu obrotowego, w którym zastosowano przekładnię obiegową, w której pierwszy człon główny w postaci jarzma lub w postaci koła słonecznego połączono w znany sposób z silnikiem napędowym, drugi człon główny w postaci koła o uzębieniu wewnętrznym, względnie w postaci jarzma, połączono z maszyną sumową o ograniczonym zakresie regulacji prędkości obrotowej i wreszcie trzeci człon główny w postaci koła słonecznego lub koła o uzębieniu wewnętrznym połączono z wałem biernym, przy czym regulowane sprzęgło hydrokinetyczne i przekładnia obiegowa są połączone ze sobą w dowolnej kolejności.

Tym samym w danym przypadku, pierwszy człon główny jest dołączony do silnika napędowego przez sprzęgło hydrokinetyczne. Maszyna sumowa, której celem jest regulacja prędkości obrotowej wału biernego, może być wykonana jako regulowana przekładnia hydrostatyczna lub jako maszyna elektryczna o regulowanej prędkości obrotowej, na przykład układ Leonarda.

Zgodnie z wynalazkiem, zakres regulacji prędkości obrotowej zostaje podzielony na dwa zakresy częściowe, to znaczy ani sprzęgło hydrokinetyczne, ani przekładnia obiegowa nie muszą być objęte całkowitym zakresem regulacji prędkości obrotowej.

W maszynach sumowych, pozwalających na bezstopniową regulację prędkości obrotowej, na przykład w regulowanej przekładni hydrostatycznej lub maszynie elektrycznej prądu stałego w ukła-

dzie Leonarda, zakres regulacji prędkości obrotowej jest podzielony na dwie części, a mianowicie na część górną, regulowaną tylko za pomocą maszyny sumowej i na część dolną regulowaną tylko za pomocą sprzęgła hydrokinetycznego, przy czym część zakresu regulowana przez sprzęgło hydrokinetyczne jest zawsze mniejsza, w porównaniu z przypadkiem braku przekładni sumowej, nawet wówczas, gdy prędkość obrotowa członu czynnego daje się obniżyć do zera. W urządzeniu według wynalazku, sprzęgło hydrokinetyczne pracuje zatem bardziej ekonomicznie niż w znanej przekładni stanowiącej jedynie sprzęgło hydrokinetyczne.

Sprzęgło hydrokinetyczne może być ponadto wyposażone w urządzenie, które sprzęga sztywno ze sobą zarówno część czynną, jak i część bierną sprzęgła. Dzięki temu eliminuje się poślizg w zakresie prędkości obrotowej, w którym sprzęgło hydrokinetyczne pracuje z najmniejszym poślizgiem.

Celowość współpracy sprzęgła hydrokinetycznego z przekładnią obiegową jest także uzasadniona i przez to, że ta ostatnia może być w tym przypadku przystosowana tylko do wąskiego zakresu regulacji, dzięki czemu wydatnie zostają obniżone koszty przypadające na maszynę sumową. Sprzęgło hydrokinetyczne pozwala, poza tym, bez trudu na wyłączanie wału biernego i na ponowne uruchamianie go podczas ruchu silnika napędowego. Możliwość ta nie istnieje przy zastosowaniu samej tylko przekładni sumowej, względnie wymagałaby zastosowania koniecznych, bardzo kosztownych i skomplikowanych, urządzeń specjalnych. Wskutek tego, że maszyna sumowa, na przykład przekładnia hydrostatyczna, dla ograniczonego zakresu regulacji ma mniejsze wymiary, przeto zwiększa się stopień sprawności i obniża znacznie koszt regulacji obrotów, który jest proporcjonalny do szerokości zakresu regulacyjnego.

Zalety znanego napędu, za pomocą sprzęgła hydrokinetycznego, są przy tym zachowane w pełnym zakresie. Przy braku maszyny sumowej, wał bierny może być regulowany po połączeniu członu sumującego przekładni obiegowej ze sprzęgłem hydrokinetycznym. Także przy uszkodzeniu maszyny roboczej można dokonać szybkiego wyłączenia sprzęgła, mimo biegu maszyny napędowej (ważne przy napędach nie dających się zatrzymać, na przykład napęd pompy za pomocą układu turbogeneratorskiego w maszynach parowych i w urządzeniach bliźniaczych z jednym silnikiem i dwiema maszynami roboczymi).

W danym przypadku sprzęgło hydrokinetyczne zostaje opróżnione, a wał bierny zatrzymywany. Przy pozostawieniu członu sumowego na wolnych obrotach można nawet w pewnym stopniu wpłynąć na zmniejszenie zawirowań powietrza, które w dużych urządzeniach wymaga chłodzenia.

Przekładnia obiegowa może być poza tym tak skonstruowana, że niezależnie od własnej funkcji sumowej realizuje przełożenie pomiędzy silnikiem napędowym i maszyną roboczą. Obiegowe, olejowe urządzenie chłodzące sprzęgła hydrokinetycznego może mieć wskutek zawężonego zakresu regulacji, znacznie mniejsze wymiary, niż w przypadku

sprzęgła hydrokinetycznego pokrywającego pełny zakres regulacji.

Wynalazek pozwala także na stosowanie maszyny sumowej regulowanej jedynie skokowo. W szczególnym rozwiązaniu maszyna sumowa jest wykonana jako zwykły, zaopatrzony w hamulec, silnik elektryczny-generator o zmiennych kierunkach obrotów, zwłaszcza jako elektryczny silnik krótkozwarty na prąd trójfazowy, przy czym sprzęgło hydrokinetyczne regulowane jest tu tylko w trzech zakresach prędkości obrotowej, uzyskiwanych przez prędkości obrotową silnika-generatora elektrycznego (w prawo, w lewo i w stan spoczynku). Dalsze zakresy prędkości obrotowej możliwe są do uzyskania przez zastosowanie silnika elektrycznego z przełącznikiem biegunów.

Stwierdzono, że w maszynie sumowej wystarcza stopniowa zmiana prędkości obrotowej w przypadku, gdy pomiędzy silnikiem napędowym, a wałem biernym jest umieszczone regulowane sprzęgło hydrokinetyczne. Silnik elektryczny pozwala na stopniową regulację prędkości obrotowej wału biernego. Wewnątrz tych stopni regulacja odbywa się bezstopniowo za pomocą sprzęgła hydrokinetycznego. Im mniejsze stopnie posiada zakres prędkości obrotowej silnika elektrycznego, tym w mniejszym stopniu musi być regulowane sprzęgło hydrokinetyczne.

Przy zastosowaniu silnika elektrycznego o dwóch prędkościach obrotowych w obu kierunkach obrotu, co uzyskuje się przez hamowanie silnika i przełączanie jego biegunów, uzyskuje się pięć stopni regulacji. Tym samym zyskuje się, na początek, pięć stałych wartości prędkości obrotowych dla wału biernego. Tak więc można uzyskać we wszystkich przekładniach obiegowych, których napęd członu obiegowego stanowi tego rodzaju silnik elektryczny o przełączanych biegunach, pięć stałych prędkości obrotowych dla wału biernego, których zmiana odbywa się skokowo. Wartości pośrednie prędkości obrotowej, zawarte pomiędzy wspomnianymi wyżej pięcioma stałymi wartościami prędkości, uzyskuje się za pomocą sprzęgła hydrokinetycznego.

W całym zakresie regulacji prędkości obrotowych wału biernego, sprzęgło hydrokinetyczne pracuje zatem pięć razy i to przy korzystnym poślizgu minimalnym. Skok pomiędzy wartościami prędkości obrotowych wału biernego, które wynikają z pięciu różnych stałych wartości prędkości obrotowych, względnie kierunków obrotu członu obiegowego, zostaje w ten sposób pokryty bezstopniowo przez regulację w dół wtórnej prędkości obrotowej sprzęgła hydrokinetycznego względem jego prędkości pierwotnej. Przy prędkości obrotowej większej od prędkości dopuszczalnej stosuje się najwyższy zakres prędkości obrotowych wału biernego.

Do wymienionych już korzyści dochodzi, przy takim wykonaniu przekładni, jeszcze jedna, a mianowicie ta, że maszynę sumową może stanowić zwykły seryjnie wykonany silnik elektryczny, co powoduje obniżenie kosztów. Rozwiązanie takie wpływa również korzystnie na ciężar urządzenia.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przy-

kładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do przenoszenia momentu obrotowego ze sterowaną hydraulicznie przekładnią sumową i połączonym z nią sprzęgłem hydrokinetycznym dającym możliwość pełnego sprzęgania, fig. 2 — urządzenie do przenoszenia momentu obrotowego z regulowaną elektrycznie i służącą jednocześnie do ruchu szybkiego przekładnią sumową i połączonym z nią regulowanym sprzęgłem hydrokinetycznym, fig. 3 i 4 — dwa urządzenia do przenoszenia momentu obrotowego z różnie wykonanymi przekładniami sumowymi i z regulowanym sprzęgłem hydrokinetycznym pomiędzy silnikiem głównym a przekładnią sumową, fig. 5 — wykres przebiegu współczynnika sprawności w funkcji stosunku ilości obrotów do maksymalnej ilości obrotów na wale biernym, według znanych dotychczas rodzajów regulacji i według wynalazku, fig. 6 — wykres strat, powstających wskutek regulacji obrotów powyżej i poniżej znamionowych w urządzeniach według fig. 3 i 4, fig. 7 — urządzenie do przenoszenia momentu obrotowego w układzie podwójnym ze wspólnymi silnikami głównymi i pomocniczymi.

Zgodnie z fig. 1, silnik 1 napędza poprzez wał 2 jarzmo 4 przekładni obiegowej 3. Koło o uzębieniu wewnętrznym 6 jest połączone poprzez koło obiegowe 5 z kołem słonecznym 7, połączonym poprzez wał pośredni 8 i poprzez sprzęgło hydrokinetyczne 9, regulowane za pomocą rury czerpakowej 10 oraz poprzez wał 25 z maszyną roboczą 11. Obie części sprzęgła hydrokinetycznego 9 są sprzężone ze sobą za pomocą sprzęgła ciernego wielopłytkowego 20. Wał 2 przekazuje napęd poprzez koła zębate 12, 13 i 14 i wał 15 do przekładni hydrostatycznej 18, połączonej za pomocą przewodu 17 z drugą przekładnią hydrostatyczną 16. Na jej wale 21 jest osadzone koło zębate 22, ząbatające się z kołem zębatym 23, umieszczonym na kole o uzębieniu wewnętrznym 6. Przekładnia hydrostatyczna 18 jest regulowana pod względem ilości przetłaczanej cieczy, względnie ilości pochłanianej cieczy, przez wychylenie jej prawej części za pomocą dźwigni 19.

W urządzeniu do przenoszenia momentu obrotowego według fig. 2, silnik napędowy 30 jest połączony poprzez wał 31 z jarzmem 33 i kołami obiegowymi 34 przekładni obiegowej 32. Koło o uzębieniu wewnętrznym 35 jest sprzężone poprzez parę kół zębatych 37, 38 i poprzez wał 45 z maszyną sumową 40, hamowaną za pomocą hamulca 39. Maszynę tę stanowi zespół 40, złożony z silnika elektrycznego i generatora, regulowany w sposób ciągły w układzie Leonarda. Koło słoneczne 36 jest połączone poprzez regulowane sprzęgło hydrokinetyczne 41 i wał bierny 42 z pompą 43, zasilałą kocioł w wodę. Wał bierny 42 posiada hamulec 44, umożliwiający zatrzymanie pompy 43 podczas biegu silnika napędowego 30, w celach remontowych. Hamulec 44 jest konieczny, ponieważ przy sprzęgle opróżnionym z czynnika hydraulicznego występuje niewielkie sprzęgnięcie poprzez powietrze.

W urządzeniach do przenoszenia momentu obrotowego, według fig. 3 i 4, silnik główny 51 napędza

poprzez wał 52 pompę sprzęgła hydrokinetycznego 53, regulowanego za pomocą rury czerpakowej 54. Sprzęgło hydrokinetyczne 53 jest połączone z kołem słonecznym 57 lub z kołem o uzębieniu wewnętrznym 62 przekładni obiegowej 56 lub 61. Wał bierny 66, hamowany za pomocą hamulca 67, jest połączony z kołem o uzębieniu wewnętrznym 60 lub z kołem słonecznym 64 przekładni obiegowej 56 i 61.

Trzeci człon tej przekładni, a mianowicie jarzmo 58 względnie 63, posiadające koła obiegowe 59 lub 63a, jest połączony z silnikiem krótkozwartym 68 na prąd trójfazowy, z przełącznikiem biegunów, a mianowicie według fig. 3, poprzez koła zębate walcowe 71 i 72 i według fig. 3, poprzez koła zębate walcowe 71 i 72 i według fig. 4, poprzez koła zębate walcowe 65 i 71 oraz następne sprzęgło hydrokinetyczne 70. W obu rozwiązaniach przekładni, trzeci człon jest osadzony sztywno i jest wyposażony w hamulec 73.

Przełożenie główne przekładni obiegowej 3, 32 lub 61, przy zahamowanym wale 21, 45 lub 69, jest większe od jedności. Przekładnie sumowe pozwalają więc na uzyskanie większych prędkości, niż to jest wymagane z reguły przy napędzie pomp. Przekładnia obiegowa 56, według fig. 3 jest natomiast tak połączona, że wał bierny 66 obraca się przy hamowanym wale 69, wolniej, niż wał 55. Umieszczenie regulowanego sprzęgła hydrokinetycznego w strumieniu przenoszonych energii dla wałów biernych obracających się ze zwiększoną prędkością powinno być takie, jak to pokazano na fig. 1 i 2, to znaczy za przekładnią sumową.

Takie umieszczenie pozwala na stosunkowo małe wymiary sprzęgła hydrokinetycznego. Przy wysokich obrotach silnika napędowego i przy zbyt wysokich obrotach wału biernego, z uwagi na duże siły odśrodkowe w sprzęgle hydrokinetycznym, korzystne jest umieszczenie sprzęgła hydrokinetycznego 53 przed przekładnią sumową 56 lub 61, według fig. 3 i 4. Przez zastosowanie opisanego wyżej środka unika się przyjmowania zbyt dużych obrotów przez jarzmo 58 lub 63.

We wszystkich urządzeniach do przenoszenia momentu obrotowego, według fig. 1 do 4, ilość obrotów wału biernego reguluje się bezstopniowo za pomocą zmiany prędkości obrotowej drugiego członu głównego w postaci koła o uzębieniu wewnętrznym 6, 35 i jarzma 58 lub 63 oraz regulowanych sprzęgieł hydrokinematycznych 9, 41 lub 53.

W urządzeniach według fig. 1 i 2, podczas przeprowadzania regulacji, za pomocą przekładni hydrostatycznej 16 lub 18, względnie za pomocą maszyny elektrycznej 40, sprzęgło hydrokinetyczne 9, 41 jest w stanie całkowitego napełnienia. Pracuje ono przy tym z najmniejszym poślizgiem. Jeżeli w urządzeniu znajduje się sprzęgło cierne wielopłytkowe 20, to zostaje ono włączone. Po nastawieniu i po uzyskaniu dolnej wartości granicznej w zakresie regulacji prędkości obrotowej przekładni sumowej, obniża się prędkość obrotową wału biernego za pomocą zmiany napełnienia sprzęgła hydrokinetycznego.

W pełnym zakresie wymaganej regulacji prędkości obrotowej wału biernego pokrywa się górna

połowę zakresu regulacji przez napęd przekładni sumowej, zaś dolną połowę zakresu regulacji pokrywa się przez zmianę stopnia napełnienia sprzęgła hydrokinetycznego. Sprzęgło hydrokinetyczne umożliwia ponadto obniżenie prędkości obrotowej do zera, co ma szczególne znaczenie, zwłaszcza przy rozruchu maszyny roboczej, przy równoczesnej pracy silnika napędowego.

W urządzeniach według fig. 3 i 4, ciągłą regulację prędkości obrotowej członu sumowego zastępuje się przez stopniową regulację prędkości obrotowej. Do tego celu służy silnik elektryczny 68 z przełącznikiem biegunów. Posiada on po dwie prędkości obrotowe dla obrotów w prawo i w lewo. Człon sumowy 58, 63 może być zahamowany za pomocą hamulca 73. Przez zmianę prędkości obrotowej członu sumowego osiąga się pięć różnych stałych wartości dla prędkości obrotowej wału biernego 66. Pomiędzy tymi stałymi wartościami prędkości wału biernego 66 wykonuje się bezstopniową regulację za pomocą regulacji sprzęgła hydrokinetycznego 53.

Przy założeniu, że silnik elektryczny 68 posiada przełącznik biegunów i pozwala na uzyskanie dwóch prędkości obrotowych w każdym kierunku obrotów, na przykład 750 i 1500 obr./min, koło słoneczne 57 lub koło o uzębieniu wewnętrznym 62 może obracać się z czterema różnymi prędkościami, które wykorzystuje się do zmiany przełożenia głównego. Przełożenie główne osiąga się w chwili zahamowania jarzma 58 lub 63 przekładni (przy zaciśniętym hamulcu 73). Jeżeli silnik główny 51 ma prędkość obrotową 3000 obr./min, a przełożenie główne przekładni obiegowej 61 wynosi według fig. 4, na przykład 1,53 — to wał bierny 66 przy napełnionym całkowicie sprzęgle hydrokinetycznym 53 z uwzględnieniem minimalnego poślizgu około 2% jest napędzany z prędkością 4500 obr./min.

Ta prędkość obrotowa jest obniżana bezstopniowo przez zmniejszanie stopnia napełnienia sprzęgła hydrokinetycznego 53, przy czym zmiana stopnia napełnienia jest jednakże konieczna tylko do takiej prędkości obrotowej, którą osiąga się także przez włączenie niskiej prędkości obrotowej (750 obr./min) silnika elektrycznego 68, pracującego jako generator w odpowiednim kierunku obrotów, przy całkowicie napełnionym sprzęgle hydrokinetycznym 53. Ta prędkość obrotowa wynosiłaby, na przykład 4275 obr./min, to znaczy regulacja sprzęgła hydrokinetycznego 53 następuje jedynie w wąskich granicach aż do poślizgu około 7,0%.

Pozostałe prędkości obrotowe wału biernego 66 uzyskuje się przez włączanie pozostałych prędkości i kierunków obrotu silnika elektrycznego 68. Jeden kierunek obrotów silnika elektrycznego 68 daje większe obroty, a drugi kierunek daje mniejsze obroty wału biernego 66, niż 4500 obr./min. W ostatnim przypadku silnik elektryczny 68 pracuje jako generator i zasila sieć, podczas gdy w innych przypadkach pracuje jako silnik i pobiera prąd z sieci.

Aby przy wykonaniu przekładni obiegowej według fig. 3 i 4 było możliwe stosowanie małych sprzęgieł hydrokinetycznych, celowe byłoby ich

umieszczenie na szybko obracającym się wale biernym 66, jak to zostało przedstawione na fig. 4, na której sprzęgło hydrokinetyczne 53a zaznaczone jest linią przerywaną, nie zaś w miejscu, w którym sprzęgło to zostało narysowane linią ciągłą. Sprzęgło hydrokinetyczne 53, umieszczone pomiędzy silnikiem napędowym 51 i przekładnią obiegową 61 ma przede wszystkim tę zaletę, że przy awariach przekładni, a także przekładni obiegowej, silnik napędowy może nadal być uruchomiony, co jest istotne na przykład, przy napędzie, za pomocą wału głównego, turbosespołu w maszynach parowych.

Następuje przy tym opróżnienie sprzęgła hydrokinetycznego 53, hamulec 67 zostaje zakleszczony, a silnik elektryczny 68 wyłączony. Zaleta polega na tym, że wał pośredni 55 obracać się może swobodnie, wskutek czego wał turbiny opróżnionego sprzęgła hydrokinetycznego 53 może dościsować się do prędkości obrotowej wirnika napędzającego, a tworzenie się zawirowań powietrza, a tym samym nagrzewanie się komory roboczej tego sprzęgła, jest małe.

Na fig. 5 jest przedstawiony wykres współczynnika wydajności „n” w zakresie prędkości obrotowej wału biernego w różnego rodzaju urządzeniach do przenoszenia momentu obrotowego, a mianowicie w urządzeniach według obecnego stanu techniki (krzywe 80 i 81) i w urządzeniach według wynalazku (krzywe 82 i 83). Zakres prędkości obrotowej wału biernego wynosi przy tym od 50% do 100%, a więc 0,5 do 1,0 stosunku prędkości obrotowej n_A wału biernego do jego maksymalnej prędkości obrotowej $n_{A \max}$. Krzywa 80 przedstawia obciążoną stratami regulację prędkości obrotowej jedynie za pomocą sprzęgła hydrokinetycznego. Poślizg stanowi przy tym bezpośrednią stratę. Jest jednak możliwy zakres regulacji poniżej 0,5 za pomocą sprzęgła hydrokinetycznego, a nawet aż do unieruchomienia wału biernego.

Możliwość ta nie istnieje przy regulacji w zwykły sposób, jedynie za pomocą przekładni sumowej, regulowanej na przykład hydrostatycznie (krzywa 81). Krzywa 81 zanika całkowicie przy liczbie 0,5. Przebieg współczynnika sprawności jest tu wprawdzie korzystny lecz przy zakresie regulacji prędkości obrotowej od 50% do 100%, wymagane jest zastosowanie kosztownego urządzenia.

Krzywa 82 współczynnika wydajności, dotyczy urządzenia według wynalazku przedstawionego na fig. 1 i 2. W zakresie prędkości obrotowej od 0,5 do 0,75 regulację przeprowadza się tu za pomocą sprzęgła hydrokinetycznego, a dodatkowo za pomocą przekładni sumowej. W przypadku całkowitego sprzężenia sprzęgła hydrokinetycznego, otrzymujemy krzywą 82a, a zwłaszcza krzywą 82b. Wynika stąd, że współczynnik sprawności jest bardzo dobry, szczególnie w górnym zakresie prędkości obrotowej, a w przypadku krzywej 82a jest nawet jeszcze lepszy, niż w przypadku krzywej 81, którą otrzymuje się wyłączając przez regulację przekładni hydrostatycznej w całym zakresie od 0,5 do 1,0.

W urządzeniu według fig. 1, wskutek względnie małego zakresu regulacji, wystarcza zastosowanie

małej przekładni hydrostatycznej, co jest bardzo korzystne ze względu na cenę, niezawodność i trwałość urządzenia. Oprócz tego istnieje tu możliwość regulacji prędkości obrotowej poniżej wartości 0,5. Ze względu na koszty wytwarzania, jeszcze bardziej korzystne jest urządzenie według fig. 3 i 4, przy czym przebieg współczynnika sprawności może być osiągnięty tu zgodnie z krzywą 83. Miejsca 83a do 83e krzywej 83 odpowiadają pięciu prędkościom obrotowym silnika elektrycznego. W pozostałych miejscach krzywej 83, prędkość reguluje się za pomocą sprzęgła hydrokinetycznego. Przekładnia obiegowa może być oczywiście tak zaprojektowana, ażeby pięć stopni prędkości obrotowej silnika elektrycznego rozciągnęło się na cały zakres regulacji od 0,5 do 1,0.

Przekładnia obiegowa może być również tak zaprojektowana, aby osiągnąć prędkość obrotową powyżej znamionowej, leżącej powyżej pełnej eksploatacji prędkości obrotowej $n_{A \max}$ wału biernego. Straty regulacji dla tego przypadku są przedstawione na fig. 6. Na odciętej są naniesione stosunki każdorazowej prędkości obrotowej napędzanej n_A do prędkości napędzanej przy przełożeniu podstawowym n_{A0} . W przykładzie urządzenia według fig. 3 i 4, n_{A0} wynosiła 4500 obr./min.

Podane wartości $n_A/n_{A0} = 1,05; 0,95$ itd. odpowiadają prędkościom obrotowym napędzanym przy pełnym napełnieniu sprzęgła hydrokinetycznego 53 i przy różnych stopniach prędkości obrotowej silnika elektrycznego 68. Z uwagi na to, że sprzęgło hydrokinetyczne posiada przy przeniesieniu momentu obrotowego, minimalny poślizg $S_{\min}$, na przykład 2%, a mechaniczne straty przekładni V_{mech} niech mają określoną wartość, na przykład 2%, przeto straty przekładni N_V wynoszą co najmniej 4% mocy przenoszanej w tym punkcie.

Jeżeli teraz, przez zmianę stopnia napełnienia sprzęgła hydrokinetycznego 53, obniży się prędkość obrotowa n_{A0} wału biernego do wartości pośredniej n_A , to spadnie naniesiona na oś odciętych wartość stosunku prędkości obrotowych n_A/n_{A0} , podczas gdy straty N_V w przekładni wzrosną z powodu wzrostu poślizgu w sprzęgle hydrokinetycznym 53.

Z fig. 6 wynika jednakże, że straty przekładni N_V wzrastają tylko do około 9,0%. Przy tej względnie małej wartości strat, silnik elektryczny 68 może być przełączony na odpowiednią inną prędkość obrotową, przy czym istnieją jeszcze minimalne straty w przekładni N_V , które wynoszą około 4%. Regulacja poślizgu może nastąpić również poniżej stosunku $n_A/n_{A0} = 0,90$ to znaczy, przy najwyższej prędkości obrotowej silnika elektrycznego we właściwym kierunku obrotów. Regulacja poślizgu może nastąpić także w koniecznym przypadku ponad wartość 7,0%. W szczególności w czasie rozruchu można zacząć z poślizgiem 100%. Wskutek tego, maszyny robocze dużej mocy, które są dołączone do wału biernego 66 mogą być uruchamiane powoli, począwszy od stanu spoczynku, aż do uzyskania największej prędkości obrotowej. Możliwość taka nie istnieje przy zastosowaniu znanych przekładni sumowych. Niezależnie od tego sil-

nik napędowy 51, może być uruchamiany także bez obciążenia.

Na fig. 7 jest przedstawione urządzenie do przenoszenia momentu obrotowego w układzie dwustronnym w zastosowaniu do pomp z obciążeniem połowicznym z jednym wspólnym, głównym silnikiem napędowym 90 i z jednym wspólnym silnikiem elektrycznym 91, służącym jako napęd trzeciego członu przekładni sumowej. Obie główne drogi przenoszenia energii są połączone, jak to jest przedstawione na fig. 3, szeregowo oraz posiadają wały 92 i 93 sprzęgła hydrokinetycznego 94 i 95, wały pośrednie 96 i 97, przekładnie obiegowe 98 i 99, hamulce 104 i 105, hamowane wały bierne 100 i 101 i pompy 102 i 103 z obciążeniem połowicznym. Od silnika elektrycznego 91 prowadzi połączenia do przekładni obiegowych 98 i 99 składających się z wałów 106 i 107, sprzęgieł hydrokinetycznych 108 i 109, hamulców 112 i 113, hamowanych wałów 110 i 111 oraz z par kół zębatach 114/115 i 116/117.

Urządzenie według fig. 7 posiada następujące zalety: oszczędność elementów napędowych i małe zapotrzebowanie na miejsce do montażu oraz stosowanie jednakowych agregatów i części przekładni, co prowadzi również do obniżenia kosztów. Do tego urządzenia może być także zastosowane wspólne urządzenie regulacyjne.

Przekładnie obiegowe 98 i 99 nie są jednakowe, a to ze względu na umożliwienie zastosowania jednakowych pomp obciążonych połowicznie. Jedna przekładnia obiegowa 98 pracuje obracając się w zgodnym kierunku, natomiast druga przekładnia obiegowa 99 obraca się w przeciwnym kierunku. W dalszych szczegółach, eksploatacja tego urządzenia jest taka sama jak eksploatacja urządzeń dotąd omawianych. Unieruchomienie tylko jednej z pomp obciążonych połowicznie jest możliwe przy dalszym ruchu drugiej pompy, przez opróżnienie odpowiedniego sprzęgła hydrokinetycznego 94 lub 95 i przez zaciśnięcie odpowiedniego hamulca blokującego 104 lub 105.

Sprzęgła hydrokinetyczne 108 i 109 mają więc, tak jak sprzęgło hydrokinetyczne 70, przedstawione na fig. 4, za zadanie kompensację uderzeń występujących przy rozruchu i przy przełączaniu maszyny sumowej.

Regulacja prędkości obrotowej sprzęgieł hydrokinetycznych nie jest oczywiście ograniczona do sprzęgieł hydrokinetycznych z rurami czerpakowymi. Do regulacji prędkości obrotowej mogą być stosowane również wszystkie inne znane rodzaje konstrukcji.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do przenoszenia momentu obrotowego z regulowanym sprzęgłem hydrokinetycznym w celu osiągnięcia podczas ruchu zmiennej prędkości obrotowej wału biernego, zwłaszcza do elektrycznie napędzanych agregatów dużej mocy, w których przy regulacji obrotów osiąga się nieznaczną stratę energii, w szczególności do napędu pomp zasilających kotły, **znamiennie tym**, że ma przekładnię obiegową (3) lub (32),

albo (56) lub (61), względnie (98), (99), której pierwszy człon główny w postaci jarzma (4) lub (33), albo w postaci koła słonecznego (57), względnie koła o uzębieniu wewnętrznym (62) jest połączony z silnikiem napędowym (1) lub (30) albo (51) lub (90), drugi człon główny w postaci koła o uzębieniu wewnętrznym (6) lub (35), względnie w postaci jarzma (58) lub (63) jest połączony z maszyną sumową (16) lub (40), względnie (68) lub (91), której prędkość obrotowa jest regulowana w ograniczonym zakresie, a trzeci człon główny w postaci koła słonecznego (7) lub (36), względnie koła o uzębieniu wewnętrznym (60) lub koła słonecznego (64) jest połączony z wałem biernym (25) lub (42), względnie (66) lub (100), przy czym regulowane sprzęgło hydrokinetyczne (9) lub (41), albo (53) lub (94), (95) i przekładnia obiegowa są połączone ze sobą w dowolnej kolejności, zaś wszelkie połączenia są wykonane w znany sposób.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że maszyna sumowa ma znaną postać regulowanej przekładni hydrostatycznej (16), (18) lub maszyny elektrycznej, o regulowanej w sposób ciągły prędkości obrotowej, na przykład maszyny elektrycznej na prąd stały (40) w układzie Leonarda lub silnika z wirnikiem klatkowym na prąd trójfazowy z tyrystorową regulacją częstotliwości.

3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że maszyna sumowa ma postać maszyny elektrycznej odwracalnej, wyposażonej w hamulce (73) lub (112), (113), a zwłaszcza zwykłego silnika z wirnikiem klatkowym (68) lub (91) na prąd trójfazowy, przy czym sprzęgło hydrokinetyczne (53) lub (94), (95) jest regulowane w zakresach, uzyskiwanych przez oba kierunki obrotu silnika elektrycznego i przy jego zatrzymaniu, przy zaciśnięciu hamulca (73) lub (112), (113).

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że ma silnik elektryczny (68) lub (91) z przełączanymi biegunami, który stanowi maszynę sumową o co najmniej dwóch prędkościach obrotowych w obu kierunkach obrotów.

5. Urządzenie według zastrz. 1—4, **znamiennie tym**, że koło o uzębieniu wewnętrznym (62) lub jarzmo (4) lub (33) zwiększające prędkość obrotową przekładni obiegowej (61) lub (3), względnie (32) jest połączone z silnikiem głównym (51) lub silnikiem (1) albo (30), a jarzmo (63) lub koło o uzębieniu wewnętrznym (6) lub (35) z maszyną sumową (68) lub (16) albo (40), zaś koło słoneczne (7) lub (36) albo (64) z wałem biernym (25) lub (42) albo (66), natomiast regulowane sprzęgło hydrokinetyczne (9) lub (41) albo (53) jest umieszczone za przekładnią obiegową (3) lub (32) albo (61).

6. Urządzenie według zastrz. 1—4, **znamiennie tym**, że koło słoneczne (57) przekładni obiegowej (56) obniżającej prędkość obrotową, przyłączone jest do silnika głównego (51), a jarzmo koła obiegowego (58) przymocowane jest do maszyny sumowej w postaci silnika elektrycznego krótkozwartego (68), zaś koło obiegowe (60) zamocowane jest na wale biernym (66), natomiast re-

gulowane sprzęgło hydrokinetyczne (53) jest umieszczone przed przekładnią obiegową (56).

7. Urządzenie do przenoszenia momentu obrotowego z silnikiem głównym według zastrz. 1—6, **znamiennie tym**, że silnik główny (90) jest silnikiem o układzie dwustronnym, a maszyna sumowa (91) jest również silnikiem o układzie dwustronnym i jest wspólna dla obu układów przenoszących energię. 5
8. Urządzenie według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że 10

wał napędowy (97) jest połączony z drugim członem głównym przekładni obiegowej (99), zaś wał napędowy (96) jest połączony z trzecim członem głównym przekładni obiegowej (98), w wyniku czego wał bierny (100) obraca się w przeciwnym kierunku obrotu wału napędowego (96) i (97), a tym samym maszyny robocze (102) lub (103) napędzane są w zgodnym kierunku obrotów.

Fig. 1

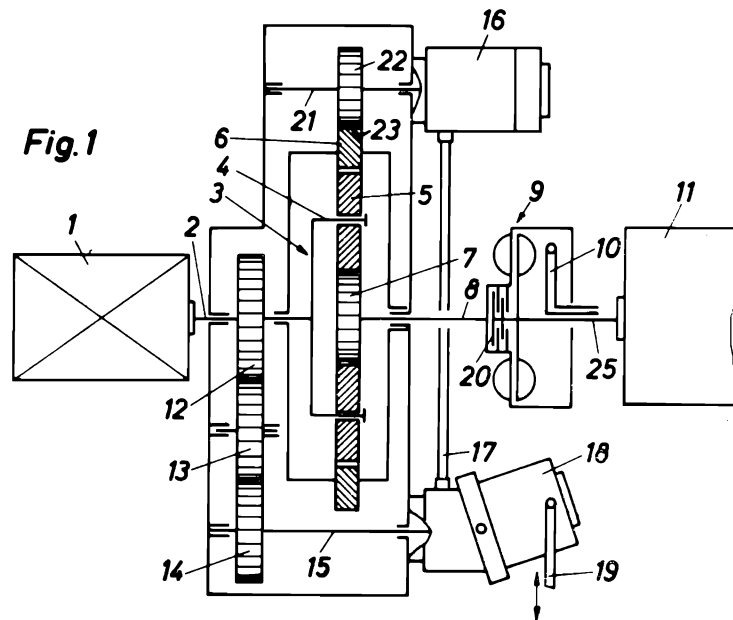


Fig. 2

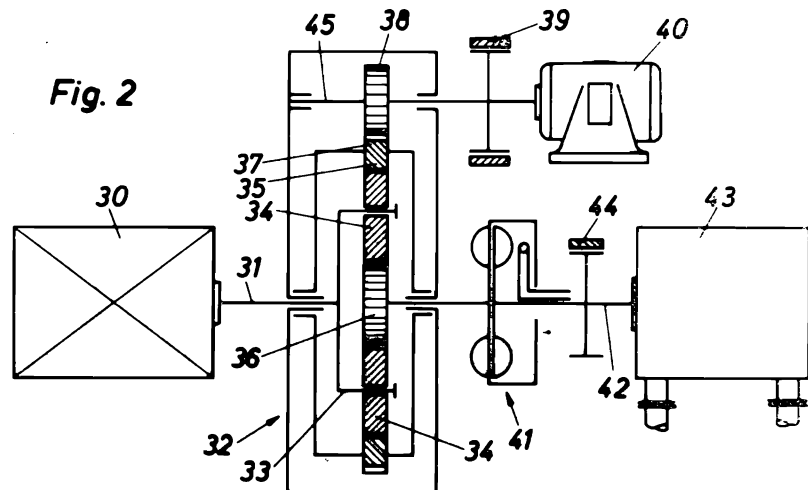
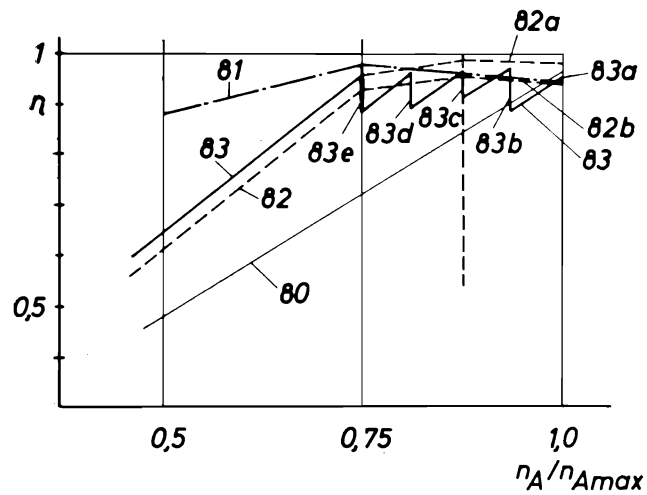




Fig.5**Fig. 6**