

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 29141.

Firma J. M. Voith, Heidenheim.

65h, 1/24
Kl. 65-f³, 3,
B63L 1/24

**Koło łopatkowe z łopatkami, wahliwymi podczas obrotu około swych własnych osi,
w przybliżeniu równoległych do osi koła.**

Zgłoszono 7 grudnia 1937 r.

Udzielono 26 czerwca 1940 r.

Pierwszeństwo: 9 grudnia 1936 r. dla zastrz. 6; 12 marca 1937 r. dla zastrz. 1, 2, 3, 4 i 5 (Niemcy).

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest koło łopatkowe o osi pionowej.

Na rysunku (fig. 1 — 5), wyjaśniającym zasadę wynalazku, koła te przedstawione są schematycznie.

Znane są zwłaszcza do napędu statków koła łopatkowe z wahliwymi łopatkami, których ośki są równoległe lub w przybliżeniu równoległe do osi koła łopatkowego i które wprawiane są w wahanie za pomocą mechanizmu drążkowego tak, iż linie, prostopadłe do osi ich łopatek, przecinają się w punkcie sterowniczym, tj. w punkcie, leżącym wewnątrz koła, przechodzącego przez ośki łopatek. Na fig. 1

przedstawione są schematycznie położenia łopatek w różnych punktach koła łopatkowego przy znanych kołach łopatkowych. Obwód koła, na którym poruszają się ośki łopatek, oznaczony jest literą K , a punkt sterowniczy — literą N . Poszczególne położenia łopatek podczas ich ruchu na obwodzie koła K , obracającego się w kierunku strzałki P oznaczone są $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ i S_8 . Przednie końce tych łopatek w kierunku ruchu oznaczone są ostrzami strzałek.

Według fig. 1 łopatki, przebiegające przez punkty końcowe średnicy D koła K , na której leży punkt sterowniczy, są stycz-

ne do tego koła, natomiast w położeniach pośrednich — odchylają się od tego kierunku tak, iż przy pełnym obrocie koła każda z tych łopatek wykonywa pełne wahnięcie, przy czym środkowym położeniem jej jest styczna do koła. Dzięki temu ruchowi w ośrodku, otaczającym łopatki koła o osi pionowej, zostaje w znany sposób spowodowany przepływ tego ośrodka w kierunku strzałki V , prostopadłe do średnicy D , względnie pewien przesuw koła łopatkowego K , w kierunku strzałki T , przeciwnym do tego przepływu. Stosunek szybkości przepływu do szybkości obwodowej osi łopatek jest miarą „skoku” koła łopatkowego. Przy biegu jałowym, a więc gdy koło łopatkowe nie jest obciążone, położenie łopatek w każdym punkcie obwodu koła K odpowiada kierunkowi względnego przepływu ośrodka wzdłuż łopatki. Jeśli zaś koło łopatkowe zostaje obciążone, to szybkość przesuwu koła, czyli również szybkość jazdy statku, napędzanego tym kołem łopatkowym, zmniejsza się o poślizg tak, że dopływ do łopatek odbywa się pod pewnym kątem, a tylko jedna składowa siły, z jaką ośrodek jest odpychany, przechodzi w kierunku przesuwu koła łopatkowego. Wielkość tej składowej wzrasta wraz z poślizgiem.

W powyżej opisanych rozważaniach nie uwzględniono jednak, że szybkość przepływu ośrodka po obu stronach średnicy D jest różna. W stosunku do przepływu ośrodka w kierunku strzałki V prawą połowę koła należy uważać za przednią, a lewą — za tylną. Podczas jazdy względnie podczas przesuwu koła łopatkowego przepływ ośrodka zostaje przyśpieszony przez przednią połówkę koła tak, iż szybkość przepływu w obrębie tylnej połówki jest większa. Jeśli więc przy danym poślizgu kąt dopływu względem łopatek w przedniej połówce koła łopatkowego ma być równy kątowi wypływu w tylnej połówce,

to skok w tylnej połówce koła musi być większy niż w przedniej. Skoki w przedniej i tylnej połówce koła mogą być przy tym tak obrane, by kąt wypływu w obu połówkach był jednakowy lub przynajmniej w przybliżeniu jednakowy, przy czym oczywiście należy uwzględnić wzrost sił, działających na profile łopatek wskutek niejednakowych szybkości. Przy wprowadzeniu tej poprawki osiąga się ujednostajnienie sił, obracających łopatki obu połówek koła.

Na zasadzie tych rozważań według wynalazku należy obrać pewien punkt przecięcia prostopadłych do osi łopatek, znajdujący się w określonym miejscu dla każdego ich położenia. Należy więc zastosować taki mechanizm drążkowy (przedstawiony schematycznie na fig. 2), by linie, prostopadłe do osi łopatek przedniej połówki koła, przecinały się w punkcie N_1 , leżącym bliżej środka O koła niż punkt N_2 , w którym przecinają się linie, prostopadłe do osi łopatek tylnej połówki koła. Jednak przy tym w punktach końcowych średnicy D koła, prostopadłej do kierunku jazdy, musi być zachowane styczne położenie łopatek. Oba punkty N_1 i N_2 znajdują się również na średnicy D koła, prostopadłej do kierunku oznaczonego strzałką V przepływu ośrodka.

W szczególności kąt między położeniem stycznym łopatki i położeniem łopatek na tylnej połówce koła musi być większy o pewien kąt od kąta między położeniem stycznym i położeniem łopatek na przedniej połówce koła, przy czym kąt ten, wyrażony w długości łuku powinien być zależny od stopnia obciążenia koła według wzoru dla śmigieł:

$$0,01 \cdot \sqrt{1 + C_s} < \varepsilon < 0,06 \sqrt{1 + C_s},$$

w którym C_s oznacza wielkość bezwymiarową. Od wielkości tej C_s zależą przeważnie wszystkie warunki pracy śmigła, przy czym określa się je następującym wzo-

rem $C_s = \frac{S}{F \frac{\gamma}{2g} : V_e^2}$. We wzorze tym S

oznacza przesuw, wytworzony przez śmigło, F — powierzchnię określoną przez iloczyn średnicy koła łopatkowego i długości łopatek, g — przyspieszenie ziemskie i V_e — szybkość cieczy, wchodzącej do koła łopatkowego.

Jeśli koło łopatkowe stosuje się jako silnik, to wielkości te przedstawiają się odwrotnie, gdyż wtedy woda, która wykonała już pracę na przedniej połówce koła, dochodzi do tylnej połówki koła z szybkością zmniejszoną tak, że w tej połówce skok musi być zmniejszony w założeniu, iż kąt ma zostać taki sam lub prawie taki sam. Jeśli koło łopatkowe stosuje się jako pompę, to wielkości te przedstawiają się podobnie, jak to było opisane powyżej.

W przypadku koła, przedstawionego na fig. 1, zwłaszcza, gdy przez ustawienie punktu przecięcia prostopadłych N w dużej odległości od środka O koła ma się osiągnąć duży skok, okazuje się, że w części obwodu koła K , leżącej po stronie tego punktu N w tak zwanych ćwiartkach biegu wstecz, każda łopatka musi wykonać ruch, nadzwyczaj niekorzystny zarówno ze względu hydraulicznego, jak i mechanicznego. Jak widać z fig. 1 łopatka, która z położenia S_7 ma przejść przez położenie S_8 do położenia S_1 , musi być obrócona na stosunkowo krótkiej drodze o kąt około 130° .

Siła, przenoszona przez łopatkę, jest proporcjonalna do kąta przyływu i szybkości przepływu ośrodka. Jeśli przy dużej wartości tej siły podciśnienie przekroczy pewną dopuszczalną wartość, to następują zjawiska oddzielania się płynu i tworzenie się pustych przestrzeni. Zatem również i kąt przyływu i szybkość przepływu muszą być utrzymywane w pewnych granicach.

Jednak, jak to opisano w związku z fig. 1, skutek ruchu łopatek warunki pracy łopatek w różnych miejscach obwodu koła K są różne, a zwłaszcza istnieje znaczna różnica w obrębie ćwiartki $E—F$ (fig. 3) w porównaniu do obu leżących z przodu i z tyłu ćwiartek $F—G$ i $H—E$. Ćwiartki te są ograniczone prostopadłymi do siebie średnicami D_1 , D_2 koła, przedstawionymi w obie strony o 45° względem średnicy D , na której znajduje się punkt N przecięcia prostopadłych do osi łopatek. Trzeba jednak zaznaczyć, że tych granic ćwiartek nie należy uważać za ściśle ograniczenia, a raczej za zakresy o wielkości ćwiartek. Stosunki w zakresie ćwiartki $G—H$ biegu w przód również różnią się znacznie od stosunków w zakresie ćwiartki $E—F$; dla prawidłowej pracy koła łopatkowego w zakresie tej ćwiartki wystarczy bowiem, by łopatki w zakresie ćwiartki $G—H$ schodziły się z kierunkiem przepływu względnego.

Różne położenia łopatek na fig. 1 uwiadaczniają przyczynę różnic we wspomnianych zakresach.

Jeśli przy uwidocznionym na fig. 1 ruchu łopatek, przy którym dla określonego stanu pracy miarodajny jest jeden punkt N przecięcia prostopadłych, umieszczony w określonym miejscu, łopatki pracują w ćwiartkach $F—G$ i $H—E$ z dopuszczalnymi jeszcze wartościami kątowymi i dużym poślizgiem, to w ćwiartce $E—F$, w której, jak już wspomniano, łopatki wykonują wahania o dużej amplitudzie, przekroczone zostaną dopuszczalne wartości kątów. Jeśli chce się otrzymać w ćwiartce $E—F$ biegu wstecz dopuszczalne wartości kątów, to trzeba zmniejszyć skok w tej ćwiartce. Zatem punkt, który według fig. 3 dla danego stanu pracy znajduje się w N , dla łopatek przebiegających ćwiartkę $E—F$ musi się zbliżyć do środka O koła, a więc np. musi być przeniesiony do punktu N_3 . Może to być uskutecznione w

tym stopniu, że nawet przy dużym skoku łopatek, w ćwiartkach tylnej $F—G$ i przedniej $H—E$, kąty przyływu dla łopatek, przebiegających ćwiartkę $E—F$ biegu wstecz, pozostają w obrębie dopuszczalnych granic. Zatem przy szybkiej jeździe w celu zmniejszenia szybkości obwodowej łopatek można zwiększyć skok w przedniej i tylnej ćwiartce. Można to skutecznie w takim stopniu, by punkt N dla łopatek, przebiegających przednie i tylne ćwiartki, tak daleko odsunął się na średnicy D od środka O koła, by znalazł się albo na obwodzie koła K albo też na zewnątrz niego.

Im więcej zbliży się punkt N_3 do środka O koła, tym mniejszy będzie skok łopatek, przebiegających ćwiartkę $E—F$; jeśli więc przekroczy się pewną granicę zbliżania punktu N_3 do środka koła, to łopatki, przebiegające ćwiartki $E—F$, działają jako łopatki turbiny, gdyż są napędzane przez prąd wody, wytworzony przez łopatki, przebiegające przez przednią i tylną ćwiartkę. W niektórych przypadkach może to być nawet pożądane, gdyż proponowano już zmniejszać np. skok śmig śrubowych w pobliżu piasty tak, aby w obrębie piasty one pracowały, jak łopatki silnika.

Okazuje się zatem, że z dwóch względów korzystniejszym jest odstępianie od zasady ruchu łopatek, polegającej na tym, że wszystkie linie, prostopadłe do osi łopatek, przecinają się przy każdym stanie pracy w określonym punkcie średnicy koła (fig. 1).

A mianowicie według niniejszego wyznaczenia punkt ten powinien przyjmować różne położenia dla różnych części drogi, przebieganej przez łopatki. Dla każdego więc stanu pracy ten punkt przecięcia będzie się poruszał tam i z powrotem w pewnych granicach dla każdej łopatki, a mianowicie według fig. 2 między miejscami N_1 i N_2 , a według fig. 3 między miejsca-

mi N i N_3 . W przypadku, kiedy koło łopatkowe, użyte jest jako śmigło, punkt N_1 (fig. 2) jest punktem przecięcia linii prostopadłych do osi łopatek, przebiegających przez przednią połówkę koła, a N_2 — przez tylną połówkę koła. Według fig. 3 punkt N jest punktem przecięcia takich linii, przebiegających przednią i tylną ćwiartkę, a N_3 — punktem przecięcia tych linii dla łopatek, leżących w ćwiartkach po stronie punktów przecięcia. Nie jest przy tym wcale konieczne, by punkty N , N_1 , N_2 i N_3 pozostawały nieruchome; wskazane punkty przecięcia mogą bowiem także zmieniać swe położenie odpowiednio do ruchu łopatek, jednakże stale przy zachowaniu podanych wyżej zasad. Zatem według fig. 2 i 3 punkty przecięcia normalnych będą zmieniały swe położenie w pewnych granicach podczas każdego obiegu łopatek, przy czym, oczywiście, dla każdej łopatki koła zmiany te będą jednakowego rodzaju i wielkości.

Korzystnym jest, by obie zasady ruchu, uwidocznione na fig. 2 i 3, były zastosowane równocześnie na jednym i tym samym kole łopatkowym, uzupełniając się wzajemnie. Zatem w przypadku koła, jako śmigła, skok w przedniej połowce koła ma być mniejszy niż w tylnej (fig. 2), zaś równocześnie skok w ćwiartce biegu wstecz, położonej po stronie punktu przecięcia prostopadłych do osi łopatek powinien być mniejszy, niż skoki w pozostałych ćwiartkach, zwłaszcza przedniej i tylnej ćwiartce $H—E$ i $F—G$ (fig. 3).

Połączenie obu zasad ruchu uwidocznione jest na fig. 4. Na średnicy D uwidocznione są przy tym, cztery punkty przecięcia, przy czym punkty przecięcia prostopadłych, przynależne do przedniej połówki koła, są oznaczone literą N_1 , a punkty, przynależne do tylnej połówki — literą N_2 . Oba punkty przecięcia, przynależne do górnej ćwiartki $E—F$ (czyli ćwiartki położonej po stronie wszystkich

punktów przecięcia), oznaczone są jeszcze ponadto N_1^3 i N_2^3 . W ten sposób całkowicie uwzględnione są wszystkie warunki, wynikające z wyżej wspomnianych rozważań.

Zamiast jednego punktu przecięcia prostopadłych dla danego stanu pracy istnieją zakresy takich punktów, w obrębie których punkty te poruszają się podczas obiegu łopatek przy danym stanie pracy, przy czym ruch ten odbywa się albo skokami albo w sposób ciągły; zakresy te, tak jak i poprzednio rozważany jeden punkt, mogą być jednak przestawiane zarówno wzdłuż średnicy koła, jak też opisywać koło.

Wszystkie te rozważania dotyczą również każdego innego zastosowania koła łopatkowego, a więc także i w tym przypadku gdy koło łopatkowe pracować ma jako pompa lub silnik.

Mechanizm drążkowy, poruszający łopatkę koła, według opisanych powyżej zasad ruchu, może być wykonany w najrozszybszy sposób (np. tak jak to opisano w patencie nr 25845). Jeśli wyznaczy się żądane położenie łopatki w każdym punkcie jej obiegu w sposób najkorzystniejszy z punktu widzenia hydraulicznego z uwzględnieniem wyżej wspomnianych zasad, to łatwo jest znaleźć urządzenie kinematyczne, które by przymusowo zapewniało to położenie łopatek. Można to skutecznie za pomocą odpowiednio ukształtowanych prowadnic lub układów wodzików; można też jednak przymusowo skutecznie te ruchy łopatek za pomocą odpowiednich urządzeń rozrządzących na drodze hydraulicznej lub elektrycznej.

Fig. 5 przedstawia przykład wykonania mechanizmu wodzikowego do urzeczywistnienia połączonych zasad ruchu.

Na ośce 1 każdej łopatki 2 osadzone jest ramię 3, połączone wodzikami 4 z ramieniem 5 dźwigni kątowej 5, 7, której punkt obrotu 6 umieszczony jest na ka-

dłubie koła i którego drugie ramie 7 prowadzone jest w prowadnicy szczelinowej 8. Prowadnica ta umieszczona jest na obwodzie pierścienia sterującego 9 i może się obracać około osi 11, równoległej do osi 10 koła łopatkowego. Pierścień sterujący 9 może być przesuwany po promieniu koła, a ponadto jego oś 11 może być obracana około środka 10 tego koła. Przez różne nastawienia osi 11 pierścienia sterującego 9 w stosunku do osi 10 koła można zmieniać stan pracy koła łopatkowego.

Przy obrocie koła łopatkowego powinien z taką samą ilością obrotów i w tym samym kierunku obracać się też i pierścień sterujący 9. Przy takim równoczesnym obrocie koła i pierścienia 9 mechanizm wodzikowy każdej łopatki powoduje (fig. 5) ruchy łopatek, uwidocznione na fig. 4, a mianowicie linie prostopadłe do osi łopatek, zaznaczone kreskami i kropkami na fig. 5, przecinają średnicę D koła w różnych punktach.

Ramię 5 dźwigni kątowej 5, 7 jest dłuższe niż ramię 3, a długość wodzika 4 jest tak obrana, iż ramiona te w większości położeń wykazują zbieżność w kierunku ku punktom przegubowym 1 i 6. Niejednakowa długość ramion 3 i 5 powoduje, że skok łopatek zostaje zwiększony w porównaniu z podobnym mechanizmem wodzikowym, w którym by ramiona 3 i 5 posiadały tę samą długość, przy czym wspomniana zbieżność tych obu ramion powoduje różne skoki, co jest uwidocznione na fig. 4. W przypadku, przedstawionym na fig. 5, ruch ramienia 3, a wraz z tym i łopatki 2 jest zwiększony w stosunku do ruchu ramienia 5 przy utrzymaniu koniecznej niejednostajności przenoszenia tego ruchu.

Przykład ten wykazuje, że za pomocą stosunkowo prostych mechanizmów można urzeczywistnić poprzednio opisane zasady ruchu łopatek.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Koło łopatkowe z łopatkami, wahlowymi podczas obrotu około swych własnych osi, w przybliżeniu równoległych do osi koła, przy czym płaszczyzny w punktach końcowych średnicy koła, prostopadłej do kierunku jazdy, są styczne do obwodu tego koła, znamienne tym, że w przedniej i tylnej połówce koła punkt przecięcia (N_3) tak położonej średnicy (DD) z liniami prostopadłymi do osi łopatek, znajdujących się w zakresie ćwiartki ($E - F$) biegu wstecz, leży bliżej środka koła, niż odpowiednie punkty przecięcia (N) tej średnicy (DD) z liniami prostopadłymi do osi łopatek, położonych w obrębie pozostałych ćwiartek, zwłaszcza przedniej ($H - E$) i tylnej ($F - G$).

2. Koło łopatkowe według zastrz. 1, znamienne tym, że punkty przecięcia (N_1 , N_1^3) średnicy (D , D) koła, prostopadłej do kierunku jazdy, z liniami prostopadłymi (R) do osi łopatek, przebiegających zakres ćwiartki koła, zwróconej w przód, licząc w kierunku przesuwu koła, leżą bliżej środka koła, niż punkty przecięcia (N_2 , N_2^3) prostopadłych do osi łopatek ze średnicą (D , D) koła w obrębie tylnej ćwiartki.

3. Koło łopatkowe według zastrz. 1 i 2, znamienne tym, że punkty przecięcia (N) średnicy (D , D), prostopadłej do kierunku przesuwu, z liniami prostopadłymi (R) do osi łopatek w zakresie przedniej i tylnej ćwiartki ($F - G$) i ($H - E$) mogą leżeć na zewnątrz okręgu (K) koła.

4. Koło łopatkowe według zastrz. 1—3, zawierające szereg narządów powodujących wahlowy ruch łopatek, z których początkowy narząd jest poruszany, znamienne tym, że narządy te (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 i 11) są tak ukształtowane i ze sobą po-

łączone, iż odchylenia łopatek są większe, aniżeli wahania poruszanego narządu.

5. Koło łopatkowe według zastrz. 1—4, zawierające urządzenie wodzikowe, składające się z mimośrodowo przestawnego pierścienia sterującego, obracającego się jednocześnie z kołem, na którego obwodzie osadzone są obrotowo prowadnice dla jednych ramion dźwigni dwuramiennych, obracających się na kadłubie koła, których drugie ramiona połączone są prętami wodzikowymi z drążkami, zamocowanymi na osiach łopatek, znamienne tym, że każdy drążek (3) jest krótszy niż drugie ramię (5) dźwigni (5, 6, 7), a długość każdego pręta wodzikowego (4) jest tak obrana, iż drążek (3) i ramię (5) są stale zbieżne w kierunku ku swym punktom obrotu (1 i 6).

6. Koło łopatkowe według zastrz. 1—5, znamienne tym, że kąt między położeniem stycznym każdej łopatki do obwodu koła i największym wychyleniem tej łopatki w przedniej połówce tegoż koła, licząc w kierunku jego przesuwu, jest mniejszy o wartość ε , niż kąt między położeniem stycznym i największym wychyleniem łopatki w tylnej połówce koła, przy czym kąt ten, wyrażony w długości łuku, określa się nierównością

$$0,01 \cdot \sqrt{1 + C_s} < \varepsilon < 0,06 \cdot \sqrt{1 + C_s},$$

w której C_s oznacza stopień obciążenia

$$C_s = \frac{S}{F \frac{\gamma}{2g} : V_e^2}.$$

J. M. Voith.

Zastępca: inż. J. Wyganowski,
rzecznik patentowy.

Fig. 1

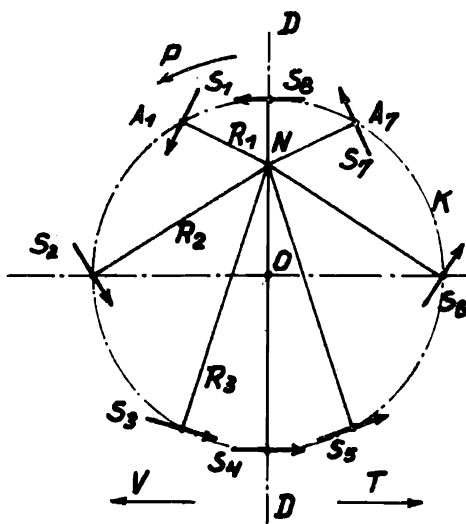


Fig. 2

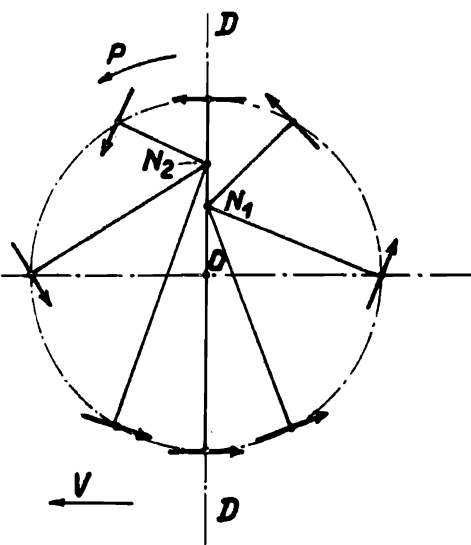


Fig. 3

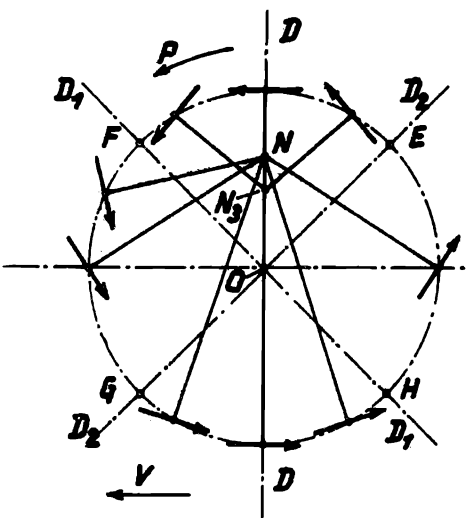


Fig. 4

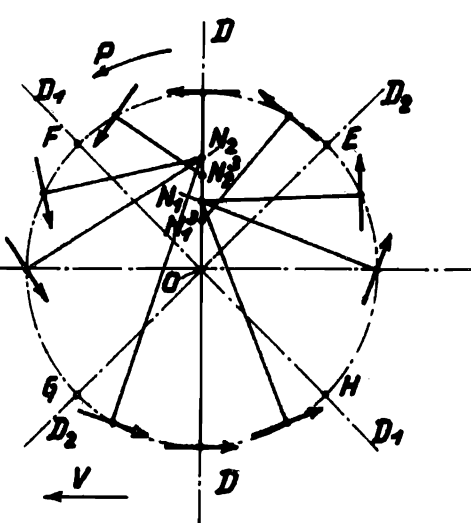


Fig. 5

