

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

48 287

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono 20. XII. 1962 (P 100 356)

Pierwszeństwo.

Opublikowano: 10. VI. 1964

Kl. 65 a² 5

MKP B 63 h 25/00

UKD

Twórca wynalazku: mgr inż. Jerzy Piskorz-Nałęcki

Właściciel patentu: Centralne Biuro Konstrukcji Okrętowych Nr 1,
Gdańsk (Polska)

Ster okrętowy

1

Przedmiotem wynalazku jest konstrukcja steru okrętowego, o zwiększonym wydłużeniu, przeznaczonego dla wszystkich typów morskich i rzecznych statków oraz dla okrętów wojennych.

Znane są stery wykonane z gładkiej, zwykle prostokątnej płyty oraz tzw. stery wypornościowe, które w przekroju równoległym do wodnicy statku mają kształt symetrycznego profilu lotniczego. Istnieją całe serie takich profili, zbadanych przez różne instytuty naukowe i służących za wzór dla projektowania sterów.

Siłę nośną, powstałą na powierzchni steru, możemy określić za pomocą następującego wzoru:

$$L = C_L S \cdot \frac{\gamma v_s^2}{2},$$

gdzie:

L — siła nośna steru (t);

S — powierzchnia steru (m²);

v_s — prędkość strumienia wody nabiegającej na ster (m/sek);

γ — gęstość wody (kg/m³);

C_L — współczynnik siły nośnej (—).

Jak wynika z powyższego wzoru, wielkość siły nośnej powstałej na piórze sterowym jest wprost proporcjonalna do kwadratu prędkości napływu wody na ster v_s , gęstości wody γ , powierzchni steru S , oraz do współczynnika siły nośnej C_L . Przy projektowaniu steru dla danego statku wielkość prędkości v_s mamy zwykle zadaną, wielkość γ

2

jest natomiast wielkością stałą dla wody morskiej, czy słodkiej w danym rejonie pływania i w związku z tym na te dwie wielkości nie mamy wpływu. Dla projektanta steru pozostaje więc do określenia profil steru, który zapewniłby możliwie największą jego sprawność, a więc miał jak najwyższy współczynnik siły nośnej C_L , oraz powierzchnia steru S . Wiadomo, że wielkość współczynnika C_L w funkcji kąta wychylenia steru α zależy głównie od wydłużenia steru λ , czyli od stosunku jego wysokości h_1 do szerokości l_1 . Fizyczny sens tego zjawiska tłumaczy się tym, że przy ustawieniu steru pod kątem do strumienia wody nabiegającej, po jednej stronie steru powstaje obszar wysokiego ciśnienia oznaczony „+”, a po drugiej — obszar niskiego ciśnienia oznaczony „-”, na skutek czego dookoła górnej i dolnej krawędzi steru następuje opływ wody, dążący do wyrównania tych ciśnień. Natomiast siła nośna jest funkcją różnicy ciśnień po obu stronach steru i im większa będzie prędkość opływu jego krawędzi, tym mniejsza będzie siła nośna steru. Dla danego profilu maksymalna wartość współczynnika siły nośnej pozostaje taka sama, niezależnie od jego wydłużenia, ale kąt natarcia α , czyli kąt zawarty pomiędzy kierunkiem nabiegającego strumienia wody a osią symetrii profilu steru, przy którym występuje to maksimum, zależy głównie od wydłużenia profilu.

Wzrost wydłużenia steru powoduje zwiększenie

kąta nachylenia, a więc szybszy wzrost krzywej współczynnika siły nośnej C_L w funkcji kąta natarcia. Oznacza to, że im większe jest wydłużenie steru, tym szybszy jest przyrost siły nośnej L przy jego wychyleniu, przy czym maksimum siły nośnej osiąga się przy mniejszym kącie wychylenia niż w przypadku steru o małym wydłużeniu. Wiadomo natomiast, że ster wtedy będzie zapewniał dobrą zwrotność, gdy jego profil, przy ustalonej powierzchni da możliwie największy moment sterowania oraz największy względny moment w stosunku do wychylenia steru.

Na skutek występowania przy niniejszym kącie wychylenia steru zwiększonej siły nośnej, zwiększa się również jej składowa prostopadła do płaszczyzny symetrii statku, co powoduje zwiększenie momentu skręcającego statek, a tym samym polepszenie zwrotności statku.

Dla przykładu można podać, że współczynnik siły nośnej steru o profilu tzw. Göttingen 538, przy wydłużeniu $\lambda = 1,47$ i przy wychyleniu o kąt $\alpha = 10^\circ$, wynosi $C_L = 0,45$, a steru z wydłużeniem $\lambda = 4$, przy tym samym kącie wychylenia, osiągnie wartość $C_L = 0,70$. Stanowi to wzrost współczynnika siły nośnej o 55% dla tego kąta wychylenia steru. W takim samym stopniu wzrośnie siła nośna na sterze oraz jej składowa powodująca skręcenie statku, co pozwoli na polepszenie właściwości manewrowych statku.

Wydłużenie steru pozwoli również na pełne wykorzystanie powierzchni steru. Polega to na tym, że przy małych wydłużeniach oraz przy ograniczonych kątach wychylenia steru, nie można dla danego profilu osiągnąć maksymalnej wartości siły nośnej i powierzchnia steru pozostanie wtedy niewykorzystana. Zwiększenie wydłużenia powoduje zmniejszenie się kąta natarcia, przy którym występuje maksimum siły nośnej, dzięki czemu kąt ten daje się osiągnąć przez dany ster przy jego normalnych kątach wychylenia, przy czym powierzchnia steru może być wtedy zmniejszona, co pociąga za sobą oszczędności w materiale i w zainstalowanej energii, przeznaczonej do poruszania steru.

Jednakże stery o dużym wydłużeniu nie są stosowane ze względów na trudności konstrukcyjne. Pod rufą statku, gdzie zwykle umieszcza się ster, jest bowiem stosunkowo mało miejsca, co nie pozwala na umieszczenie wysokich i wąskich sterów. Dlatego też stery, stosowane np. na morskich statkach handlowych, mają wydłużenie w granicach 1,5 do 2,0, a stery jednostek rzecznych nawet poniżej 1,0.

Celem wynalazku jest sztuczne zwiększenie wydłużenia steru i tym samym umożliwienie oszczędniejszego projektowania urządzenia sterowego na statkach handlowych.

Zgodnie z wytyczonym zadaniem zwiększenie to uzyskuje się na drodze całkowitego zlikwidowania opływu poziomych krawędzi steru przez strumień wody, dążący z obszaru wysokiego ciśnienia do obszaru niskiego ciśnienia, lub też dzięki wydłużeniu drogi opływu tych krawędzi. Proponowane rozwiązanie tego zagadnienia opiera się na tzw. „efekcie ścianki”, który polega na

tym, że gdy dany ster, o wydłużeniu λ_1 , przylega jedną krawędzią do płaskiej ścianki, to uzyskuje on wtedy taką hydrodynamiczną charakterystykę, jak gdyby jego wydłużenie było dwukrotnie większe czyli równe $\lambda_2 = 2 \lambda_1$.

Jeżeli dwukrotne zwiększenie wydłużenia steru osiąga się na skutek zlikwidowania opływu wody dookoła jednej z jego krawędzi, to ograniczenie pletwy steru ściankami z obu jej końców pozwala na rozpatrywanie takiego steru jako steru o wydłużeniu równym teoretycznie nieskończoności. Zastosowanie zaś ścianki zamocowanej do krawędzi steru spowoduje, że opływ jej będzie utrudniony i tym samym opóźni się wyrównanie ciśnienia po obu stronach steru. Jeśli więc do normalnego steru na dolnej i/lub górnej krawędzi jego pletwy, bądź w pobliżu tych krawędzi, albo wzdłuż całej długości pletwy sterowej, zamocuje się płaty o przekroju płaskim lub łotniczym, to w ten sposób sztucznie zwiększy się wydłużenie steru. W przypadku zamocowania płatów do obu krawędzi pletwy, nowe wydłużenie steru można obliczyć przyjmując, że nowa wysokość steru w przybliżeniu wyniesie: $h = h_1 + 0,8 (h_2 + h_3)$, gdzie h_1 jest konstrukcyjną wysokością pletwy sterowej, h_2 — szerokością płata dolnego, a h_3 — szerokością płata górnego. Efekt ten jeszcze może ulec zwiększeniu, jeśli na płatach powstanie różnica ciśnień powodująca opływ własnych ich krawędzi ale w kierunku przeciwnym do kierunku opływu steru. Różnicę ciśnień na płatach uzyskuje się według wynalazku dzięki zastosowaniu ruchomych płatów, osadzonych na poziomych osiach po obu bokach pletwy sterowej i dających się wychylać pod dowolnym kątem. Płaty ustawione prostopadłe do osi steru wydłużają jedynie drogę opływu steru, natomiast przy wychyleniu ich w stosunku do strumienia wody nabiegającej powstają na płatach również siły nośne, dzięki czemu regulując odpowiednio kąt nachylenia płatów można wywołać na nich opływ skierowany w stronę przeciwną do kierunku opływu pletwy sterowej, co spowoduje dalsze zmniejszenie lub całkowitą likwidację opływu całego steru.

Na rysunkach uwidocznione są przykłady wykonania przedmiotu wynalazku, przy czym fig. 1 przedstawia schematycznie ster w widoku z boku, fig. 2 — ten sam ster w przekroju wzdłuż linii A-A na fig. 1, fig. 3 — ster w przekroju wzdłuż linii B-B na fig. 1, fig. 4 — odmianę steru w widoku z boku, fig. 5 — tą samą odmianę steru w przekroju wzdłuż linii C-C na fig. 4, a fig. 6 — odmianę steru w przekroju wzdłuż linii D-D na fig. 4.

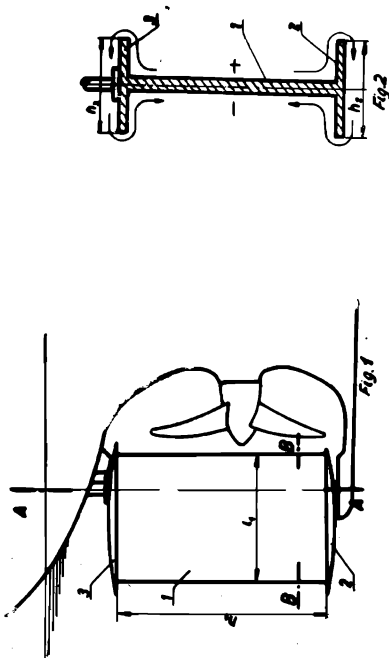
Do dolnej i górnej krawędzi sterowej pletwy 1 (fig. 1) są przymocowane dodatkowe płaty 2 i 3 o dowolnym przekroju wzdłużnym, np. prostokątnym bądź opływowym zarówno symetrycznym, jak i niesymetrycznym. Również kształt całego płata może być dowolny, np. prostokątny. Płaty 2 i 3 mogą być ustawione zarówno poziomo, jak też pod pewnym kątem do osi steru lub do jego płaszczyzny symetrii. Można również zastosować konstrukcję z górnym płatem 3, mocowanym do

kadłuba statku, a dolnym płatem 2 — do dolnej krawędzi sterowej płetwy 1 (fig. 4). W takim rozwiązaniu górny płat 3 jest mocowany do kadłuba 5 statku za pomocą płyty pionowej 4, która likwiduje całkowicie przepływ przez górną krawędź steru. Uzyskujemy wtedy pełny „efekt ścianki“, dzięki któremu teoretyczne wydłużenie steru owej płetwy 1, nawet bez dolnego płata 2 będzie miało wartość dwukrotnie większą od wydłużenia rzeczywistego. Oczywiście, należy zapewnić dostatecznie duże zbliżenie górnej krawędzi steru owej płetwy 1 do nieruchomego górnego płata 3. Można również zastosować inne rozwiązania urządzeń wydłużających drogę opływu krawędzi steru i tym samym sztucznie wydłużających profil steru, np. płyty zamocowane do kadłuba statku w niewielkiej odległości od dolnej i górnej krawędzi płetwy sterowej, pozostające nieruchomo przy wychylaniu się steru.

Mogą to być konstrukcje w kształcie cygara, o kształcie kołowym lub eliptycznym w przekroju, lub o dowolnym innym kształcie, przytwierdzone do krawędzi sterowej płetwy, bądź do kadłuba statku.

Płaty dodatkowe stanowią ponadto ochronę steru przed uszkodzeniem go przez krę w czasie pływania statku w polach lodowych oraz stabilizują jego ruch przy kursie pod falę.

Opór czołowy jaki powstaje przy zastosowaniu dodatkowych płatów według wynalazku można pominąć ze względu na jego małą wielkość w stosunku do całości oporu statku.



Zastrzeżenia patentowe

1. Ster okrętowy, przeznaczony dla sterowania statków handlowych morskich i rzecznych oraz okrętów wojennych, znamieny tym, że na dolnej i/lub górnej krawędzi sterowej płetwy, bądź w pobliżu tych krawędzi albo wzdłuż całej długości sterowej płetwy zamocowane są płyty utrudniające opływ wody dookoła krawędzi steru.
2. Ster według zastrz. 1, znamieny tym że dodatkowe płyty mogą mieć dowolny przekrój wzdłużny, na przykład prostokątny bądź opływowy, zarówno symetryczny jak i niesymetryczny.
3. Ster według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że dodatkowe płyty mogą być zarówno prostokątne, jak też innego kształtu.
4. Ster według zastrz. 1 — 3, znamieny tym, że dodatkowe płyty mogą być zamocowane poziomo, bądź osadzone ruchomo na poziomych osiach po obu bokach płetwy sterowej.
5. Odmiana steru według zastrz. 1 — 4, znamienna tym, że dodatkowe płyty zamocowane są do kadłuba statku w niewielkiej odległości od dolnej i górnej krawędzi płetwy sterowej, pozostając nieruchome przy wychylaniu się steru.
6. Odmiana steru według zastrz. 1 — 5, znamienna tym, że górny płat zamocowany jest do kadłuba statku za pomocą płyty pionowej, a dolny płat — do dolnej krawędzi płetwy sterowej.

