



Patent dodatkowy
do patentu nr ———

Zgłoszono: 17.05.78 (P. 206890)

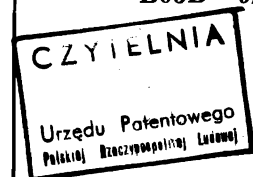
Pierwszeństwo ———

Zgłoszenie ogłoszono: 10.03.80

Opis patentowy opublikowano: 25.07.1983

Int. Cl.³

**G01M 10/00
B63B 9/02**



Twórcy wynalazku: Piotr Adamowicz, Krzysztof Paul
Uprawniony z patentu: Politechnika Gdańska, Gdańsk (Polska)

Sposób pomiaru siły bocznej oraz kątów dryfu i przechyłu wywołanych na kadłubie modelu statku holowanego za pomocą urządzenia grawitacyjnego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru siły bocznej oraz kątów dryfu i przechyłu wywołanych na kadłubie modelu statku holowanego za pomocą urządzenia grawitacyjnego, znajdujący zastosowanie przy badaniach hydromechanicznych w basenie modelowym zaopatrzonym w holownicze urządzenie grawitacyjne.

Znany sposób pomiaru siły bocznej oraz kątów dryfu i przechyłu polega na połączeniu kadłuba modelu z wózkiem lub mostem holowniczym basenu za pośrednictwem odpowiedniego rodzaju czujników dynamometrycznych oraz mierników kątowych lub mierników przesunięć. Wymienione wielkości są mierzone po wprowadzeniu wózka lub mostu w ruch.

Niedogodności tego sposobu polegają na konieczności użycia do badań basenu modelowego wyposażonego w wózek lub most holowniczy zaopatrzonego w specjalistyczną aparaturę pomiarowo-kontrolną. Koszty badań i eksploatacji w ten sposób wyposażonego basenu wielokrotnie przewyższają koszty w przypadku zaistnienia możliwości użycia do prób najczęściej małego basenu z urządzeniem holowniczym typu grawitacyjnego.

Sposób według wynalazku polega na pomiarze siły bocznej wywołanej na kadłubie modelu statku holowanego z kątem dryfu za pomocą linki holowniczej urządzenia typu grawitacyjnego i na identyfikacji tej siły, powodującej rejestrowane w czasie próby przy pomocy aparatu fotograficznego

2

odchylenia punktu przecięcia wzdłużnej linii środkowej orczyka z płaszczyzną symetrii modelu od płaszczyzny symetrii basenu z siłą odciągającą wywieraną podczas cechowania na linkę holowniczą, prostopadle do płaszczyzny symetrii basenu, mierzoną przy pomocy dynamometru.

Wskazanie dynamometru odpowiadające mierzonemu odchyleniem punktu zaczepu dynamometru na linie od płaszczyzny symetrii basenu tworzą w konsekwencji wykres kalibracyjny pozwalający zmierzone w próbach odchylenie linki uważać za odpowiadające wywołanej na kadłubie modelu sile bocznej o określonej wielkości.

Siła boczna na kadłubie modelu powstaje na skutek holowania go pod pewnym kątem w stosunku do płaszczyzny symetrii basenu identyfikowanym z aktem dryfu, model holowany z ustawionym wstępnie kątem dryfu w zależności od wielkości tego kąta i prędkości holowania przyjmuje dodatkowo określany kąt przechyłu poprzecznego.

Ustalenie związku wielkości siły bocznej z wielkościami kątów dryfu i przechyłu wymaga zainstalowania między ścianami bocznymi basenu listwy w ten sposób, aby badany model mógł pod nią przepłynąć, dalej zainstalowania na modelu dwóch listew prostopadle do wodnicy konstrukcyjnej, jednej w okolicy dziobu i drugiej w okolicy rufy modelu z tym, że na wszystkich tych listwach powinna być zaznaczona miara długości oraz uży-

cia aparatu fotograficznego umieszczonego niuruchomo w stosunku do basenu.

Przesłona przymocowana do linki holowniczej urządzenia grawitacyjnego uruchamia fotokomórkę sprzężoną z lampą błyskową i aparatem fotograficznym powodując wykonanie zdjęcia wówczas, gdy model znajduje się w ściśle określonej odległości od kliszy fotograficznej umieszczonej w tym aparacie.

Analiza wykonanego zdjęcia pozwala na ustalenie wielkości: odchylenia linki holowniczej od płaszczyzny symetrii basenu, odległości między wskaźnikami na dziobie i rufie modelu mierzonej w płaszczyźnie zdjęcia równoległe do wodnicy konstrukcyjnej modelu oraz odległości między obukoncami orczyka a dolną krawędzią listwy umieszczonej między ścianami basenu mierzonych w płaszczyźnie zdjęcia równoległe do płaszczyzny symetrii basenu i dalej wykorzystując znajomość rozstawu wskaźników wzdłuż długości modelu, rozpiętości orczyka i współrzędnych położenia aparatu fotograficznego oraz wykresu zależności siły bocznej od odchylenia linki holowniczej pozwala przez uwzględnienie prostych związków trygonometrycznych na wyznaczenie siły bocznej wywołanej na kadłubie modelu statku oraz kątów dryfu i przechyłu.

Zalety sposobu według wynalazku polegają na stworzeniu możliwości pomierzenia siły bocznej wywołanej na kadłubie modelu statku oraz kątów dryfu i przechyłu przy prowadzeniu badań w małym i tanim w eksploatacji basenie zaopatrzonym w urządzenie holownicze typu grawitacyjnego. W basenach modelowych o tym typie urządzenia holowniczego nie prowadzono dotąd pomiarów siły bocznej i kątów dryfu i przechyłu wobec braku odpowiedniego sposobu pomiaru. Wykresy cechowania zależności siły bocznej od odchylenia linki holowniczej sporządzone dla warunków statycznych oraz dla warunków quasidynamicznych, w których obciążenia poruszającej się linki holowniczey w warunkach pomiarowych zostało zastąpione napięciem tej linki siłami z zakresu mierzonych oporów wykazały zarówno liniowy przebieg zależności odchylenia linki od obciążenia jak i niezależność odchylenia linki od jej wstępnego napięcia dla danego obciążenia w zakresie bardzo niewielkiego błędu odczytu.

Analiza błędu pomiaru przy założeniu długości modelu 580 mm, odległości między modelem, a aparatem fotograficznym 17450 mm, przesunięcia aparatu od płaszczyzny symetrii basenu 545 mm i pozostałych wielkości proporcjonalnych do wymienionych wykazuje, iż siła boczna może być przy pomocy metody mierzona z bezwzględną dokładnością do 0,6 G, co oznacza w zależności od prędkości holowania i kąta dryfu pomiar z dokładnością od 0,5% (największe wartości prędkości holowania i kąta dryfu) do 4% (najmniejsze wartości prędkości holowania i kąta dryfu); kąt dryfu i przechyłu z bezwzględną dokładnością do około 0° 10', co oznacza w zależności od przyjętego wstępnego kąta dryfu pomiar z dokładnością od 1,5% (największe wstępne kąty dryfu) do 4,5% (najmniejsze wstępne kąty dryfu) i od wynikowych

kątów przechyłu pomiar z dokładnością od 1% (największe wynikowe kąty przechyłu) do 4% (najmniejsze wynikowe kąty przechyłu). Ogólna dokładność pomiaru określona może być maksymalnym błędem od około 1% (prędkości holowania, kąty dryfu i przechyłu duże) do około 4% (prędkości holowania, kąty dryfu i przechyłu małe) i uznana może być jako zadowalająca.

Sposób pomiaru według wynalazku jest pokazany na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat cechowania zależności wychylenia linki holowniczej względem płaszczyzny symetrii basenu od poprzecznego obciążenia tej linki, fig. 2 przedstawia holowany model statku pozostający pod działaniem siły bocznej, fig. 3 przedstawia przekrój poprzeczny przez basen i model z zaznaczonym schematem pomiaru kąta przechyłu, zaś fig. 4 przedstawia uwidoczniony bez skali schemat zależności trygonometrycznych pozwalających na wyznaczenie wielkości siły bocznej i kąta dryfu.

Jak pokazano na rysunku linka holownicza **LH** basenu modelowego napięta wstępnie obciążeniem **R** o wartościach od zerowej do maksymalnej występującej w badaniach jest następnie obciążana siłą **P** wywieraną poprzez dynamometr **1** prostopadłe do płaszczyzny symetrii **PSb** basenu i przyłożoną do linki holowniczej **LH** w płaszczyźnie prostopadłej do **PSb** i przechodzącej przez wycechowaną listwę **2** utwierdzoną wobec ścian bocznych basenu.

Odchylenie f^* linki holowniczej **LH** od płaszczyzny symetrii **PSb** basenu jest zależne od wielkości siły **P**, natomiast zazwyczaj jest niezależne w zakresie rejestrowanych sił oporu modelu od wstępnego obciążenia **R** linki **LH** i wymaga przedstawienia w formie wykresu lub tabeli cechowania o postaci **P** jako funkcja f^* lub ewentualnie, w przypadku największych modeli, **P** jako funkcja f^* i **R**. Badany model statku wyposażony zostaje w wycechowane listwy pionowe **3** i **4** umieszczone w płaszczyźnie symetrii **PSm** modelu prostopadłe do jego wodnicy konstrukcyjnej z tym, że listwa **3** jest umieszczona na dziobie, a listwa **4** na rufie modelu oraz w orczyk **5**, do którego końców zostają przymocowane ramiona pętli linki holującej **HL** w taki sposób, aby wstępnie zostało wywołane ustawienie płaszczyzny symetrii **PSm** modelu w stosunku do płaszczyzny symetrii **PSb** basenu pod kątem dryfu λ .

W odległości **L** wzdłuż płaszczyzny symetrii **PSb** basenu od wycechowanej listwy **2** utwierdzonej wobec ścian bocznych basenu i w odległości **h** prostopadłe do **PSb** w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu modelu zostaje umieszczony aparat fotograficzny **6**. Po uruchomieniu grawitacyjnego urządzenia holowniczego modelu zostaje wprowadzony w ruch. W chwili gdy punkt przecięcia orczyka **5** z płaszczyzną symetrii **PSm** modelu znajdzie się w odległości **L** od płaszczyzny przechodzącej przez kliszę filmową w aparacie fotograficznym **6** i prostopadłej do **PSb** zostaje wykonane zdjęcie fotograficzne.

Po wywołaniu i utrwaleniu kliszy filmowej otrzymuje się zdjęcia fotograficzne po jednym dla każdego rejestrowanego przebiegu, z których moż-

na odczytać: odchylenie f punktu przecięcia orczyka 5 z płaszczyzną symetrii $PS\ m$ modelu od płaszczyzny symetrii $PS\ b$ basenu w mierze naniesionej na listwę 2 umieszczoną prostopadłe do $PS\ b$, odległości h_1 i h_2 końców orczyka 5 od listwy 2 mierzone równoległe do płaszczyzny symetrii $PS\ b$ basenu, długości l_1 rzutu orczyka 5 na płaszczyznę zdjęcia PZ oraz odległość X między listwami 3 i 4 mierzoną równoległe do wodnicy konstrukcyjnej modelu w pozycji wyprostowanej. Uzupełniając te dane o znane wielkości odległości L i h oraz o znaną odległość l między listwami 3 i 4 mierzoną w płaszczyźnie symetrii $PS\ m$ modelu, korzystnie równą długości wodnicy konstrukcyjnej modelu w pozycji wyprostowanej wyznacza się kąt dryfu λ i kąt przechyłu Θ z następujących zależności trygonometrycznych: tangens ω równy jest ilorazowi różnicy odjemnych h i odjemnika f oraz dzielnika L , przy założeniu, że L jest znacznie większe od l otrzymuje się, iż tangens ω jest w przybliżeniu równy tangensowi β skąd otrzymuje się kąt β , następnie sinus α równy jest ilorazowi dzielnej X i dzielnika l skąd otrzymuje się kąt α , suma kąta α i kąta β równa się kątowi dryfu λ , zaś sinus Θ równy jest ilorazowi różnicy odjemnej h_1 i odjemnika h_2 oraz dzielnika l_1 , skąd otrzymuje się kąt przechyłu Θ . Wreszcie siłę boczną F_B wyznacza się w następujący sposób: zakładając, że odchylenia f i f^* mierzone są w taki sam sposób, a odchylenie f^* jest wywoływane siłą P znaną z cechowania utożsamia się tę siłę P z siłą boczną F_B wywołaną na kadłubie modelu statku, a skierowaną prostopadłe do płaszczyzny symetrii $PS\ b$ basenu odchylonej od płaszczyzny symetrii $PS\ m$ modelu o kąt dryfu λ i powodującą odchylenie linki holowniczej LH od płaszczyzny symetrii $PS\ b$ basenu o wielkość f .

Zastrzeżenie patentowe

Sposób pomiaru siły bocznej oraz kątów dryfu i przechyłu wywołanych na kadłubie modelu statku holowanego za pomocą urządzenia grawitacyjnego w basenie modelowym, wyposażonego w standardowy orczyk i dwie listwy na dziobie i rufie modelu przymocowane doń w płaszczyźnie symetrii i prostopadłe do wodnicy konstrukcyjnej modelu znajdującego się w pozycji wyprostowanej, **znamienny tym**, że utwierdza się wobec ścian bocznych basenu modelowego prostopadłe do płaszczyzny symetrii (PSb) basenu modelowego wycechowaną listwą (2); utwierdza się aparat fotograficzny (6) w odległości (L) wzdłuż płaszczyzny symetrii (PSb) basenu modelowego od wycechowanej listwy (2) i w odległości (h) prostopadłe do płaszczyzny

symetrii (PSb) basenu modelowego w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu modelu; wyznacza się odchylenie (f^*) linki holowniczej (LH) od płaszczyzny symetrii (PSb) basenu modelowego zależne od wielkości siły (P) wywieranej poprzez dynamometr (1) na tę linkę holowniczą (LH) w kierunku prostopadłym do płaszczyzny symetrii (PSb) basenu modelowego i jednocześnie równoległym do nieodkształconej powierzchni wody w basenie modelowym oraz ewentualnie zależne od wstępnego obciążenia siłą oporu (R) linki holowniczej (LH); wykonuje się zdjęcie fotograficzne w chwili, gdy punkt przecięcia orczyka (5) z płaszczyzną symetrii (PSm) modelu znajdzie się wspólnie z wycechowaną listwą (2) w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny symetrii (PSb) basenu modelowego; odczytuje się z tego zdjęcia fotograficznego odchylenie (f) punktu przecięcia orczyka (5) z płaszczyzną symetrii (PSm) modelu od płaszczyzny symetrii (PSb) basenu modelowego w mierze naniesionej na listwie (2), odległości (h_1 i h_2) końców orczyka (5) od wycechowanej listwy (2) mierzone równoległe do płaszczyzny symetrii (PSb) basenu modelowego, długości (l_1) rzutu orczyka (5) na płaszczyznę zdjęcia fotograficznego (PZ) oraz odległość (X) między listwami (3 i 4) przymocowanymi na dziobie i rufie modelu mierzoną równoległe do wodnicy konstrukcyjnej modelu w pozycji wyprostowanej, a następnie uzupełnia się te dane wielkościami (L i h) oraz odległością (l) między listwami (3 i 4) przymocowanymi na dziobie i rufie modelu pomierzoną w płaszczyźnie symetrii (PSm) modelu korzystnie równą długości wodnicy konstrukcyjnej modelu w pozycji wyprostowanej; wyznacza się kąt dryfu (λ) i kąt przechyłu (Θ) z następujących zależności trygonometrycznych: tangens kąta (ω) równy jest ilorazowi różnicy odjemnej (h) i odjemnika (f) oraz dzielnika (L), przy założeniu, że (L) jest znacznie większe od (l), tangens kąta (ω) jest w przybliżeniu równy tangensowi kąta (β), z których to założeń wyznacza się kąt (β), następnie sinus kąta (α) równy jest ilorazowi dzielnej (X) i dzielnika (l), z którego to założenia wyznacza się kąt (α), suma kąta (α) i kąta (β) równa się kątowi dryfu (λ), natomiast sinus kąta przechyłu (Θ) równy jest ilorazowi różnicy odjemnej (h_1) i odjemnika (h_2) oraz dzielnika (l_1), z którego to założenia wyznacza się kąt przechyłu (Θ); wyznacza się siłę boczną (F_B) wywołaną na kadłubie modelu statku w oparciu o analogię odchylenia (f^*) spowodowanego znaną siłą (P) do odchylenia (f) spowodowanego poszukiwaną siłą (F_B) skierowaną prostopadłe do płaszczyzny symetrii (PSb) basenu modelowego a odchyloną od płaszczyzny symetrii (PSm) modelu o kąt dryfu (λ).

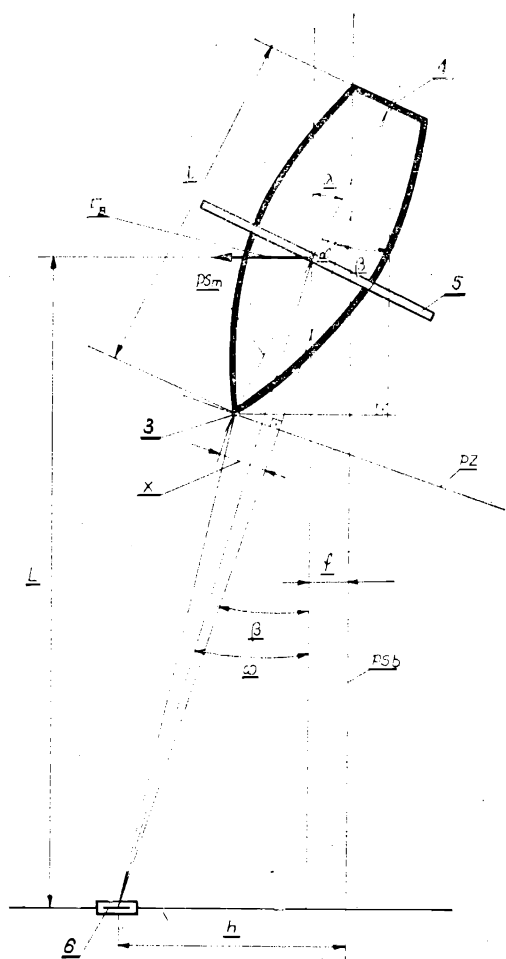


Fig. 4

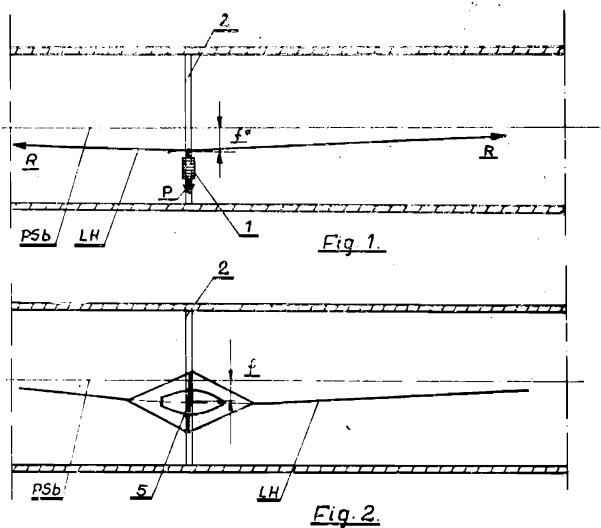


Fig. 2.

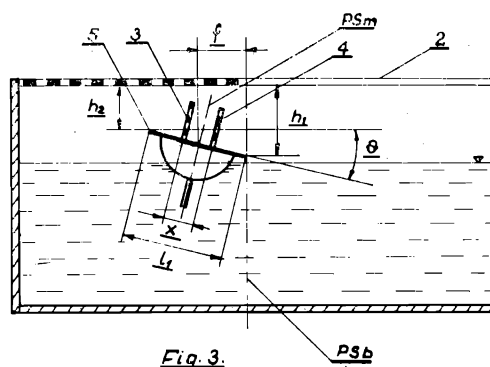


Fig. 3.