

MIECZE BARDZO SKOŚNE

W teorii żeglowania przewija się pogląd, że miecz powinien być wąski, długi, a krawędź natarcia powinna być tylko nieznacznie odchylna od pionu. Tymczasem stare konstrukcje jachtów mieczowych lub kilowo-mieczowych miały miecze obrotowe zbliżone kształtem do wycinka koła. Jak wyjaśnić ich skuteczność?

Stefan Workert

Bo przecież mimo małej smukłości i znacznego odchylenia od pionu krawędzi natarcia, skutecznie przeciwdziałały dryfowi i były efektywne w żegludze na wiatr. Otóż żeby wyjaśnić to ciekawe zjawisko, trzeba sięgnąć do dynamiki przyptywu. Uważni obserwatorzy zwrócili zapewne uwagę, że samoloty odrzutowe ze skrzydłami typu „delta” startują i lądują pod bardzo dużym kątem natarcia, nie tracąc przy tym siły nośnej i stateczności.

Przy mieczu, którego krawędź natarcia jest prostopadła do linii prądu,

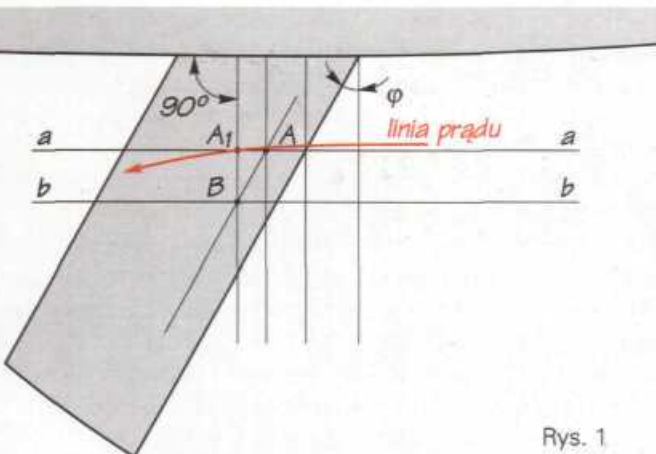
w wyniku powstawania tak zwanego oporu indukowanego następuje niewielkie odchylenie linii prądu biegnących po stronie podciśnienia w stosunku do linii prądu po stronie nadciśnienia, przy czym największe jest ono na dolnym końcu miecza. Jeżeli jednak krawędź natarcia jest bardzo skośna, to rozkłady ciśnień po stronie nadciśnienia i podciśnienia powodują znacznie większe przesunięcie tych linii prądu względem siebie - rys. 1.

W przypadku prostopadłej krawędzi natarcia punkt „B” w przekro-

ju „b-b” znajduje się na tej samej prostej prostopadłej do kierunku linii prądu poza mieczem (rys. 1). Przy mieczu o skośnej krawędzi natarcia punkt „B” przesuwają się do tyłu. Powoduje to, że w przekroju „a-a” w punkcie „A” powstaje wyższe ciśnienie niż w punkcie „B”, a linia prądu ma tendencję do zmiany kierunku ku dołowi miecza. Zjawisko to maleje przy krawędzi spływu, gdyż maleje tam również różnica między podciśnieniem i nadciśnieniem po obu stronach miecza.

Nazywa się to odsysaniem i istnieje na całej długości cięciwy miecza.

Odsysanie to stwarza warunki do tworzenia się wiru o osi w przybliżeniu równoległej do krawędzi natarcia po stronie miecza, gdzie istnieje podciśnienie - rys. 2. Wir ten zapobiega oderwaniu się linii prądu, które przyklejają się wewnątrz wiru do powierzchni miecza, co powoduje wzrost współczynnika siły nośnej, aż do poziomu znacznie większych kątów natarcia, niż by to wynikało z działania miecza o prostopadłej krawędzi natarcia.



Rys. 1

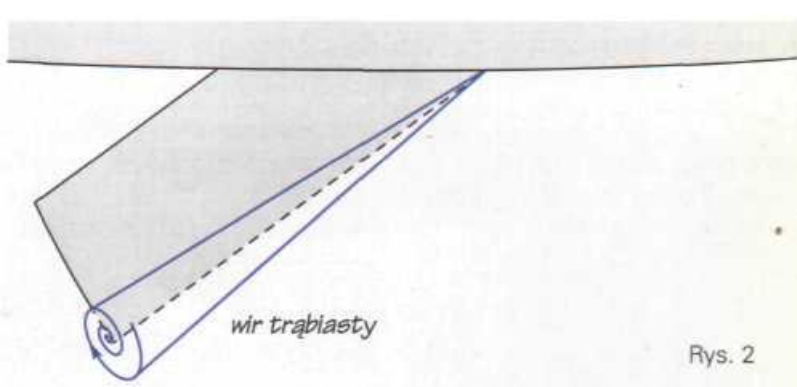
Ponieważ powstający na bardzo skośnej krawędzi natarcia wir zwija się niejako w trąbkę, nazwano go wirami trąbiastymi. Działa on skutecznie i znacząco dopiero, gdy kąt skosu przekracza 40°. Wir trąbiasty powoduje, że siła nośna nie maleje nawet przy kącie dryfu około 50°-60° (czyli kąta natarcia miecza w stosunku do linii prądu). Najlepsze pod tym względem wyniki otrzymuje się przy mieczach stanowiących wycinek koła przylegający jednym bokiem do kadłuba - rys. 3. Wir brzegowy stanowi niejako osłonę profilu, powiększając na całej rozpiętości miecza jakby jego wydłużenie.

Pozostaje przeanalizować, jak kształtuje się opór takiego miecza w stosunku do miecza o pionowej krawędzi natarcia o podobnym wydłużeniu. Rozpatrzymy to na rys. 4.

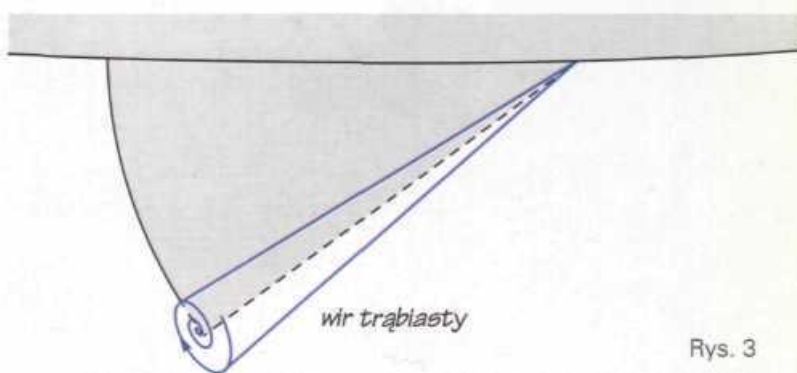
Nietrudno zauważyć, że składowa prędkości linii prądu równoległa do krawędzi natarcia wynosząca $V \times \sin \phi$ nie ma wpływu na tworzenie siły nośnej na mieczu skośnym, gdyż spływa wzdłuż krawędzi natarcia, natomiast składowa prostopadła do skośnej krawędzi natarcia $V \times \cos \phi$ jest mniejsza od prędkości V , a więc i wytwarzana przez nią siła nośna będzie rosła wolniej wraz ze wzrostem kąta natarcia, czyli dryfu. Spowoduje to zmniejszenie się siły nośnej takiego miecza proporcjonalnie do kwadratu prędkości, czyli $V^2 \times \cos^2 \phi$. Współczynnik siły nośnej takiego miecza dla danego kąta dryfu będzie mniejszy niżby to był miecz z krawędzią prostopadłą.

$$C_{ZS} = C_{ZP} \times \cos^2 \phi$$

Gdzie C_{ZP} oznacza współczynnik siły nośnej dla miecza z prostopadłą krawędzią. Przyrost siły nośnej na jednostkę kąta dryfu jest więc dla miecza skośnego mniejszy, ale powoduje, że siła ta rośnie do wyższych kątów dryfu, i to tym większych, im większy jest kąt skosu ϕ , ponieważ przy dużym skosie wraz ze zwiększeniem siły nośnej pojawiają się nowe wiry trąbiaste i zapobiegają one oderwaniu strug. Natomiast współczynnik oporu C_x zmniejsza się teorety-



Rys. 2



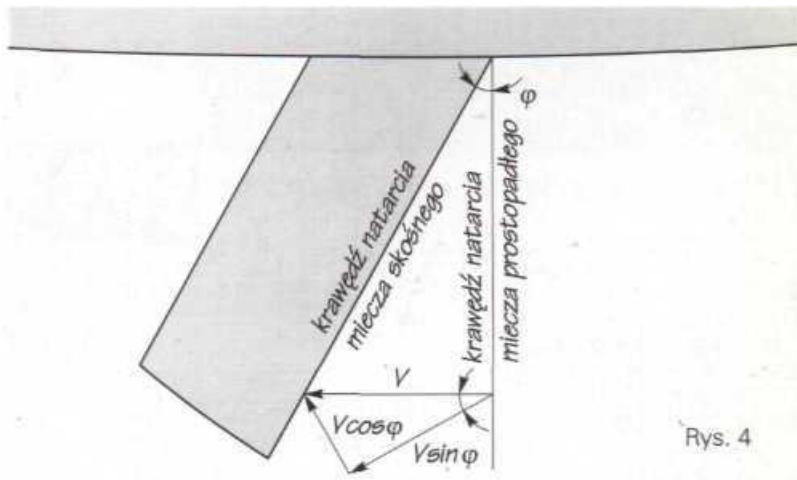
Rys. 3

cznie proporcjonalnie do współczynnika siły nośnej C_z . Jego rzeczywiste zmniejszenie się przy małych kątach natarcia jest jednak faktycznie o około połowę mniejsze od teoretycznego, ponieważ opór tarcia proporcjonalny do prędkości przepływu linii prądu nie ulega zmniejszeniu, podczas gdy wszystko zależy jedynie od oporu profilowego i rozkładu ciśnień na mieczu.

Tym można wytłumaczyć, że często bardzo dobre efekty w zmniejszaniu dryfu daje niewielkie wysunięcie z wnętrza balastu

niedużej płyty miecza o kształcie wydłużonego trójkąta, a także nieźle się sprawdzają długie i wąskie prostokątne płytowe miecze asymetryczne - w postaci podobnej do mocno skośnych skrzydeł samolotu - wysuwane spod bocznych ścianek hundkoi, co pozwala uniknąć instalowania niewygodnej skrzynki mieczowej wewnątrz jachtu turystycznego, nie mówiąc o znacznym zmniejszeniu zanurzenia.

Literatura: Jan Staszek, „Aerodynamika modeli latających”. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 1983 r.



Rys. 4