

Oba wskaźniki, to jest stateczności kursowej i zwrotności, wyrażane są w jednostkach bezwymiarowych jako stosunek wymiaru liniowego wskazanego próbą do długości statku między pionami. Takie wyrażanie wskaźników umożliwia porównywanie sterowności statków, a także wyprowadzanie uogólnień, podobnie jak to miało miejsce w poprzednim rozdziale, odniesionym do zagadnień przyspieszania i zatrzymywania statków.

5.1. Stateczność kursowa

Stateczność kursowa jest zdolnością statku do utrzymania żądanego, prostego kursu przy zastosowaniu minimalnych wychyleń steru. Jak wynika z poprzednich rozważań, w zależności od konstrukcji statku w praktyce można spotkać jednostki charakteryzujące się dobrą, złą, a także optymalną statecznością kursową. Stąd też wynika potrzeba określenia kryteriów dobrej, złej i optymalnej stateczności kursowej. Zważywszy przydatność takich wskazań dla praktyki, można zagadnienie ująć opisowo w sposób następujący [10, 171]:

Statek stateczny kursowo:

- położony na kursie utrzymuje go przy sterze w położeniu środkowym;
- wytrącony ze stanu równowagi kursowej pod wpływem działania czynników zewnętrznych, takich jak wiatr, fala lub pod wpływem chwilowego wyłożenia steru, zmienia kurs o pewien kąt, po czym
- przy sterze w położeniu środkowym sam stabilizuje się na nowym kursie.

Statek optymalnie stateczny kursowo:

- przy sterze w położeniu środkowym wykazuje niewielką liczbę zejść ze stałego kursu;
- prędko reaguje na każde wyłożenie steru, co umożliwia szybką korektę każdego z nielicznych zejść z kursu.

Statek niestateczny kursowo:

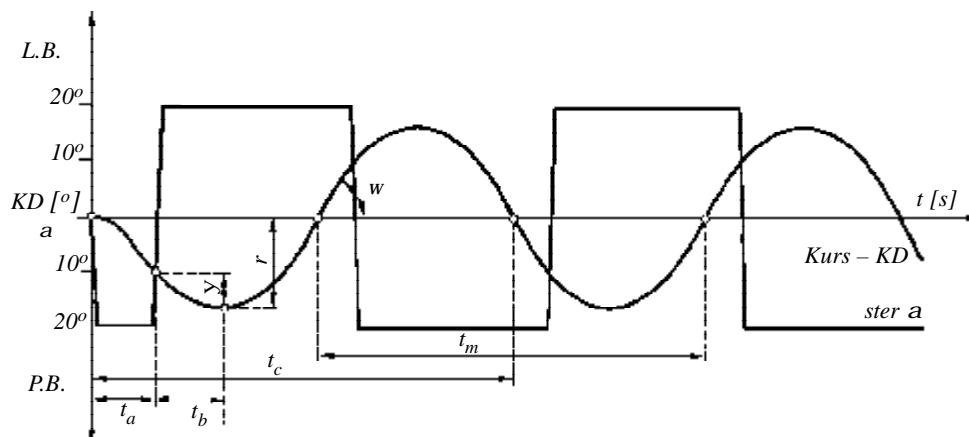
- nie utrzymuje żądanego kursu przy sterze w położeniu środkowym;
- pod wpływem chwilowo przyłożonej siły rozpoczyna niekończący się zwrot, podczas którego prędkość kątowna rośnie wraz z upływem czasu.

Powyższe wskazania nie umożliwiają bezstronnej oceny stateczności kursowej, którą dlatego należy określać posługując się wymienionymi poprzednio próbami.

5.1.1. Próba węzowa

Próba węzowa określana jest w literaturze również mianem zygzakowania, próby standardowej albo, od nazwiska jej twórcy, próbą Kempfa.

Polega na wykonaniu kilkunastu kolejnych zmian kursu przy użyciu steru wychylanego o określony kąt na lewą i prawą burzę, podczas gdy statek porusza się prędkością CN–morska (rys. 5.1). W celu wyznaczenia podstawowego wskaźnika stateczności kursowej konieczne jest na wstępie bardzo dokładne określenie prędkości statku bezpośrednio przed podjęciem próby. Po wykonaniu tej czynności należy wyłożyć ster o pewien określony kąt, co spowoduje rozpoczęcie zwrotu. W momencie zmiany kursu o wielkość przeważnie odpowiadającą kątowni wyłożenia steru, należy ster przełożyć na burzę przeciwną, stosując to samo wychylenie co pierwotnie. Powtarzanie tych czynności wywołuje sinusoidalny ruch statku. Celem próby jest pomiar czasu trwania jednej pełnej sinusoidy, czyli pomiar okresu myszkowania.



Rys. 5.1. Wykres krzywej węzowej wskazujący zmiany kursu KD i położenia steru a w funkcji czasu t

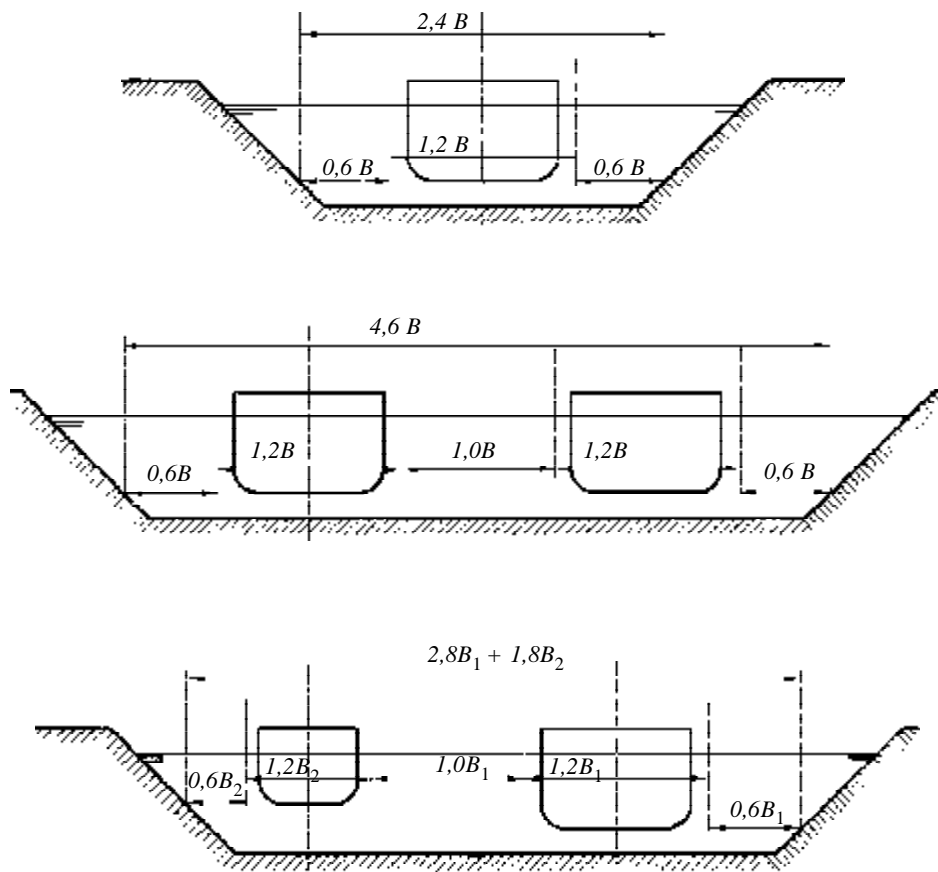
t_a – czas zmiany kursu o 10° w prawo, t_b – czas wstrzymania zwrotu w prawo, t_c – całkowity czas manewru, t_m – okres myszkowania, y – kąt bezwładności sterowej, w – prędkość kątowna zwrotu w lewo, r – przybliżona wielkość przesunięcia bocznego.

Dla eliminacji błędów przypadkowych należy zmierzyć sekundomierzem czas trwania 4 do 6 myszkowań i do dalszych obliczeń przyjąć średnią arytmetyczną. Dokładny opis próby węzowej zamieszczony jest w p. 9.7.1.

Literatura cytuje szereg wielkości kąta wychYLENIA steru i odpowiadających mu kątów zmiany kursu, wyróżniając $20^\circ/20^\circ$ [93, 168]. Liczba pierwsza oznacza kąt wychYLENIA steru, druga zaś kąt zmiany kursu. Wielkości te zastały zalecone przez XII Międzynarodową Konferencję Basenów Doświadczalnych (ITTC Rzym 1969 r.) [168], Związek Technicznych Towarzystw Okrętowych Norwegii (Oslo 1965 i 1971 r.) [38, 164, 165] oraz uznano je za standardowe w USA [93]. Wymieniona XII ITTC dopuszcza także stosowanie wielkości kątowych $20^\circ/10^\circ$ oraz $10^\circ/10^\circ$. Tę ostatnią wielkość zastosował wymieniony na wstępie twórca próby węzowej, G. Kempf. Jakkolwiek słuszna jest opinia, iż próby wykonane z zastosowaniem małych kątów mogą być obciążone błędami z uwagi na wpływ wiatru, prądu i falowania [91], to jednak z uwagi na praktyczną przydatność kryteriów stateczności kursowej określonych przez G. Kempfa wskazane jest stosowanie kątów wychYLENIA steru i zmiany kursu w wielkości $10^\circ/10^\circ$. Zastosowanie innych kryteriów oceny stateczności kursowej [29, 112] uwarunkowane jest przyjęciem ogólnie zalecanych wielkości $20^\circ/20^\circ$. Obecnie zagadnienie wyboru i interpretacji testów $10^\circ/10^\circ$ i $20^\circ/20^\circ$ jest jednoznacznie regulowane wymogami Rezolucji IMO A.751(18) z 1993 r.

Po ustaleniu okresu myszkowania t_m jako średniej arytmetycznej 4 do 6 kolejnych myszkowań oblicza się względną długość drogi jednego myszkowania jako iloczyn okresu myszkowania i prędkości początkowej v_0 . Wskaźnikiem stateczności kursowej jest stosunek względnej długości drogi jednego myszkowania do długości statku między pionami L :

$$E = v_0 t_m / L. \quad (5.2)$$



Rys. 5.26. Przykład oceny szerokości toru wodnego dla ruchu jedno- i dwukierunkowego

tor wodny powinien mieć szerokość (rys. 5.26):

$$b_2 = 0,6B_1 + 0,6B_2 + 1,2B_1 + 1,2B_2 + 1,0B_2 = 1,8B_1 + 2,8B_2.$$

Założenie przyjęcia pomocy holowniczej, oznaczające także wydatne ograniczenie prędkości, stanowi podstawę do zmniejszenia bezpiecznej szerokości toru w stosunku do wielkości określonych za pomocą przedstawionej metody [98].

Krzywizna i szerokość torów wodnych w miejscach zmiany kierunku ruchu powinna być dostosowana do ograniczonej zwrotności statków, a także powinna uwzględniać powstawanie kąta dryfu na cyrkulacji. Promień łuku toru R_k wyrażony jest zwykle w długościach statku (rys.5.27). Zakładając prędkość w granicach 5,0 do 10,0 węzłów i dostateczną szerokość toru, wielkość promienia łuku uzależnia się od kąta zmiany kierunku kanału, czyli od kąta zmiany kursu (ΔKD).

Wskazania literatury oparte zarówno na wynikach badań modelowych, jak i doświadczeniach wieloletniej praktyki manewrowej umożliwiły zestawienie tab. 5.17 [75, 98, 130]. Pożądanego powiększenia szerokości toru w miejscach zwrotu przedstawia tab. 5.18 [75, 130].

<i>DKD</i> [°]	R_k [L]
<i>mniej niż 25</i>	3
<i>25 do 35</i>	6
<i>więcej niż 35</i>	10

Tabela 5.17

Zależność długości promienia łuku kanału R_k wyrażonej długością statku L od kąta zmiany kierunku ruchu DKD

Szerokość wyznaczono w zależności od sterowności statku dla prędkości w przedziale 5,0 do 10,0 węzłów i zmian kursu 26° i 40°. Szerokość toru wyrażono w szerokościach statku. Podane wielkości uwzględniają wpływ prądu o prędkości do 3,0 węzłów.

Przedstawione zależności i wskazania dotyczące:

- szerokości pasa ruchu statku myszkującego,
- wielkości kąta dryfu powstającego na skutek działania wiatru,
- szerokości pasa ruchu statku podlegającego dryfowi,
- szerokości pasa brzegowego,
- szerokości pasa bezpieczeństwa dla ruchu dwukierunkowego,
- wielkości promienia łuków w miejscach zmiany kierunku toru,
- poszerzenia toru w miejscach zmiany kierunku ruchu, umożliwiając dokonywanie ocen ograniczonych torów wodnych w zakresie stopnia bezpieczeństwa żeglugi określonego statku. Wiadomości te są szczególnie przydatne w wypadkach, gdy po raz pierwszy powstaje konieczność wprowadzenia statku, którego wymiary są stosunkowo duże w porównaniu do gabarytów toru. Omawiane materiały można wykorzystać także w procesie dochodzenia poawaryjnego dla oceny stopnia trudności żeglugi. Jeżeli wejście statku na akwen ograniczony odbyło się za zgodą władz miejscowych, wówczas stwierdzenie dużego stopnia trudności żeglugi stanowi okoliczność odciążającą manewrującego. Stwarza to także przesłanki do wszczęcia postępowania odszkodowawczego przeciwko przedsiębiorstwu, które jest właścicielem akwenu portowego.

Zagadnienia związane z głębokością torów wodnych omówione zostały w rozdziale 3. oraz odpowiednio w p. 4.1.1, 4.2.4, 4.3.1.5, 4.3.2.5 i 5.3.8. Wiadomości te stanowią uzupełnienie materiału, który powinien być wykorzystany w okolicznościach, jakie wspomniano wyżej.

Tabela 5.18

Zależność szerokości toru wodnego (wyrażonego szerokością statku) B w miejscu zmiany kursu od wielkości tej zmiany DKD i sterowności statku

<i>Sterowność statku</i> I_m	<i>Szerokość toru na łuku</i> [B]	
	$DKD = 40^\circ$	$DKD = 26^\circ$
<i>bardzo dobra</i> – 1,2 B	3,85	3,25
<i>dobra</i> – 1,6 B	4,40	3,70
<i>dostateczna</i> – 1,8 B	4,90	4,15