Sveučilište u Zagrebu / University of Zagreb
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture

4.4 Dinamička stabilnost kursa

Primjenom općih rješenja lineariziranih jednadžbi gibanja broda u horizontalnoj ravnini (4.13):

$$r(t) = K[\delta_0 + \varpi_R(t - T_1 - T_2 + T_3)] + r_1 e^{-\frac{t}{T_1}} + r_2 e^{-\frac{t}{T_2}}$$
$$v(t) = K[\delta_0 + \varpi_R(t - T_1 - T_2 + T_4)] + v_1 e^{-\frac{t}{T_1}} + v_2 e^{-\frac{t}{T_2}}$$

mogu se izvesti uvjeti dinamičke stabilnosti kursa broda kako slijedi.

Ako u nekom trenutku t = 0, brod kruži s kutnom brzinom

$$r(0) = r_0$$

nakon prestanka djelovanja poremećajnih sila i povratka kormila u sredinu:

$$X(t > 0) = Y(t > 0) = N(t > 0) = \delta_0 = \varpi_R = 0$$

vremenske funkcije kutne brzine i brzine zanošenja poprimit će oblik homogenog rješenja linearnog sustava:

$$r(t) = r_1 e^{-\frac{t}{T_1}} + r_2 e^{-\frac{t}{T_2}}$$
$$v(t) = v_1 e^{-\frac{t}{T_1}} + v_2 e^{-\frac{t}{T_2}} \qquad (4.22)$$

Budući da su r_1, r_2, v_1 i v_2, kako je pokazano, konstante ovisne o hidrodinamičkim značajkama broda i početnim uvjetima, brod će se stabilizirti u ravnocrtnom gibanju bez kruženja i zanošenja,

$$r(t \to \infty) \to 0$$
$$v(t \to \infty) \to 0$$

i u ravnom kursu

$$\psi(t \to \infty) = \int r(t)\,\mathrm{d}t \to \text{const.}$$

samo ako su obje konstante T_1 i T_2 pozitivne. Kada bi i samo jedna konstanta T_1 ili T_2 bila negativna odgovarajući eksponent u (4.22) postao bi pozitivan, pa bi obje jednadžbe divergirale:

$$r(t \to \infty) \to \infty$$
$$v(t \to \infty) \to \infty$$

Prema tome, uvjet dinamičke stabilnosti broda može se napisati u obliku:

$$T_1 T_2 > 0$$

tj.

$$\frac{(Y_{\dot v} - m)(N_{\dot r} - I_z) - (Y_{\dot r} - m x_G)(N_{\dot v} - m x_G)}{Y_v(N_r - m u_0 x_G) - N_v(Y_r - m u_0)} > 0 \qquad (4.23)$$

Brojnik gornjeg izraza uvijek je pozitivna veličina. Naime, jasno je da su masa m i moment inercije I_z pozitivne veličine. Fizikalno je jasno da su gradijenti sila po ubrzanju vlastitoga smjera ($Y_{\dot{v}}$, $N_{\dot{r}}$) uvijek negativne veličine. Nadalje, koeficijenti međuutjecaja ($Y_{\dot{r}}$, $N_{\dot{v}}$), koji mogu biti pozitivni ili negativni (ovisno o nesimetriji pramac-krma), redovito su bitno manjih apsolutnih vrijednosti od koeficijenata vlastitih smjerova, pa je drugi član u brojniku gotovo zanemariv u odnosu na prvi. Prema tome, budući da je brojnik gornje jednadžbe uvijek pozitivan, razlomak će biti pozitian samo ako je i nazivnik pozitivan, tj :

$$Y_v(N_r - mu_0 x_G) - N_v(Y_r - mu_0) > 0 \tag{4.24}$$

što se može napisati i u obliku:

$$\frac{N_r - mu_0 x_G}{Y_r - mu_0} > \frac{N_v}{Y_v} \tag{4.25}$$

Ako se uvedu oznake:

$$x_r = \frac{N_r - mu_0 x_G}{Y_r - mu_0}$$

$$x_v = \frac{N_v}{Y_v} \tag{4.26}$$

gdje su:

x_v krak prekretne sile nastale zbog zanošenja broda i

x_r krak prigušne sile nastale zbog početka kruženja broda.

uvjet dinamičke stabilnosti broda poprima oblik:

$$x_r > x_v \tag{4.27}$$

Dakle, uvjet dinamičke stabilnosti kursa broda može se izraziti riječima: **Brod je dinamički stabilan u kursu ako mu je krak prigušne sile veći od kraka prekretne sile.**