

DRUGI POPRAVAK DEPLASMANA ZA TRIM THE SECOND CORRECTION OF THE DISPLACEMENT FOR TRIM

UDK 629.12.07
Stručni članak
Professional paper

Sažetak

Određivanje deplasmana broda na temelju očitnog gaza (draft survey) je postupak koji se danas rješava računskim putem pomoću hidrostatskih tablica i/ili krivulja ili pomoću softwarea namijenjenog u tu svrhu (loadmaster). U navedenom postupku značajna može biti primjena takozvanog drugog popravka deplasmana za trim, odnosno Nemotove formule za popravak deplasmana zbog trima. Ovaj članak daje objašnjenje takvog popravka, izvod formule kojom se dobiva i konkretne primjere.

Summary

The determination of the displacement of the vessel on the basis of draft survey is the procedure that is solved today by means of hydrostatic tables and or curves or by means of specially adapted software i.e. loadmaster. In the procedure mentioned, so called second correction of the displacement for trim might be significant, i.e. Nemot formula for the correction of displacement for trim. This paper has given an explanation of that correction, the formula and specific examples.

1. Uvod Introduction

Ukoliko se određivanje deplasmana na temelju očitnog gaza ne može riješiti računalom (loadmaster) ili se rješenje računala želi provjeriti, potrebno se poslužiti brodskim podacima iz tablica

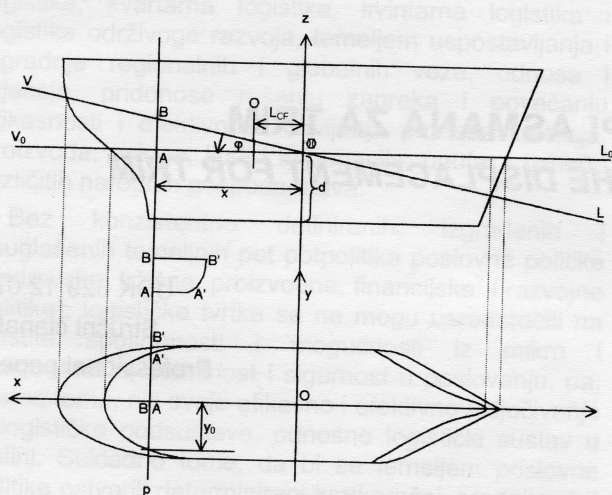
trima i stabiliteta. Brodske tablice deplasmana sadrže podatke koji su u funkciji srednjeg gaza broda pri ravnoj kobilici. Ako brod nije na ravnoj kobilici, podatak za deplasman pri izračunatom srednjem gazu neće odgovarati stvarnom deplasmanu, zbog mogućeg pomaka težišta vodene linije, tj. zbog promjene oblika uronjenog dijela broda pri pramcu i krmi. Tada je deplasman potrebno dodatno popraviti primjenom popravka deplasmana za trim koji se sastoji od dva popravka, prvog i drugog. On se najčešće u ukupnoj vrijednosti nalazi prikazan u tablicama popravka deplasmana za trim koje kao rezultat prikazuju zbroj prvog i drugog popravka. Računski se ukupna vrijednost popravka može dobiti primjenom prvog popravka koristeći tablično dobiveni trim koeficijent, a u čijoj primjeni je utjelovljen drugi popravak deplasmana za trim. Točnost prvog načina ovisi o točnosti tablica za popravak deplasmana za trim, dok točnost računskog načina u nekim slučajevima ovisi i o točnosti trim koeficijenta. Brodovi vrlo često ni ne posjeduju tablice s trim koeficijentom što dodatno otežava problem. Nedostupnost tablica ili bilo kakva sumnja u njihovu točnost, zahtijeva poznavanje primjene računskog načina za prvi i drugi popravak deplasmana za trim, čiji zbroj daje ukupni popravak deplasmana za trim. Prvi popravak se primjenjuje uvijek, ali ako je on nedostatan potrebno je primijeniti i drugi. Drugi popravak deplasmana za trim je otkrio japanski brodograđevni inženjer Nemoto.

Budući da je primjena prvog popravka vrlo česta i pomorcima poznata te da će se taj popravak susresti u sljedećem poglavlju kroz teoretsku razradu, naglasak ovog rada će i u teoretskoj razradi, primjerima i primjeni biti upravo na drugom popravku deplasmana za trim kao što je i navedeno u naslovu.

*Marijo Kraljević, dipl. ing.
**Ivica Đurđević, dipl. ing.
Veleučilište u Dubrovniku

1. Nemotova formula – drugi popravak deplasmana za trim

Nemot formula - the second corrective of the displacement for trim



Slika 1./Figure 1.

Iz Slike 1. proizlazi da se razlika deplasmana koja nastaje nakon promjene V_0L_0 u VL , tj. nakon trima može dobiti iz volumena obuhvaćenog s V_0L_0 i VL . U tu svrhu postavlja se po po volumenu trupa os x uzdužno, os y poprečno i os z okomito. Površina $AA'BB'$ koja je od glavnog rebra (\emptyset) udaljena za vrijednost x je sljedeća:

$$AA'BB' = \int_d^{d+xtg\varphi} y \, dz \quad (1)$$

Ukupna površina nastala zbog trima na udaljenosti x od (\emptyset) pri presjeku p će biti:

$$2AA'BB' = 2 \int_d^{d+xtg\varphi} y \, dz \quad (2)$$

Pošto je $y = f(z)$ i zadovoljava uvjete za razvoj u Taylorov red proizlazi da je:

$$y = y_0 + (z-d) \frac{(dy)}{(dz)_0} + \frac{(z-d)^2}{2!} \frac{(d^2y)}{(dz^2)_0} + \frac{(z-d)^3}{3!} \frac{(d^3y)}{(dz^3)_0} + \dots \quad (3)$$

Sufix $_0$ označava da se vrijednosti na V_0L_0 . Uvrštavanjem (3) u (2) dobiva se:

$$2 \int_d^{d+xtg\varphi} y \, dz = 2 \int_d^{d+xtg\varphi} [y_0 + (z-d) \frac{(dy)}{(dz)_0} + \frac{(z-d)^2}{2!} \frac{(d^2y)}{(dz^2)_0} + \frac{(z-d)^3}{3!} \frac{(d^3y)}{(dz^3)_0} + \dots] dz \quad (4)$$

Integracijom u granicama od d do $d + xtg\varphi$ se dalje dobiva:

$$2 \int_d^{d+xtg\varphi} y \, dz = 2y_0 xtg\varphi + \frac{2(xtg\varphi)^2}{2!} \frac{(dy)}{(dz)_0} + \frac{2(xtg\varphi)^3}{3!} \frac{(d^2y)}{(dz^2)_0} + \dots \quad (5)$$

Razlika volumena ΔV nastala promjenom V_0L_0 u VL dobiva se integracijom formule (5) po cijeloj dužini broda, tj. po osi x kako slijedi:

$$\Delta V = 2tg\varphi \int y_0 x dx + \frac{2tg^2\varphi}{2!} \frac{(\partial y)}{(\partial z)_0} x^2 dx + \frac{2tg^3\varphi}{3!} \frac{(\partial^2 y)}{(\partial z^2)_0} x^3 dx + \dots = \quad (6)$$

$$\Delta V = 2tg\varphi \int y_0 x dx + \frac{2tg^2\varphi}{2!} \frac{d}{dz} \int y_0 x^2 dx + \frac{2tg^3\varphi}{3!} \frac{d}{dz^2} \int y_0 x^3 dx + \dots$$

Označi li se simbolima na sljedeći način:

- A_{VL} - površina vodene linije pri V_0L_0
- L_{CF} - udaljenost težišta vodene linije od (\emptyset)
- t - trim
- L_{PP} - duljina između perpendikulara

vrijede jednakosti:

$$A_{VL}L_{CF} = 2 \int y_0 x dx \quad (7)$$

$$\frac{t}{L_{PP}} = tg\varphi \quad (8)$$

$$I = 2 \int y_0 x^2 dx \quad (9)$$

$$I_3 = 2 \int y_0 x^3 dx \quad (10)$$

Kad se jednakosti (7), (8), (9) i (10) uvrste u 6 dobiva se:

$$\Delta V = A_{VL} L_{CF} \frac{t}{L_{PP}} + \frac{1}{2!} \frac{dl}{dz} \frac{t^2}{L_{PP}^2} + \frac{1}{3!} \frac{d^2 l_3}{dz^2} \frac{t^3}{L_{PP}^3} + \dots \quad (11)$$

Razlika u deplasmanu se dobiva množenjem jednadžbe (11) s ρ .

$$\Delta V \rho = \Delta D = A_{VL} \rho L_{CF} \frac{t}{L_{PP}} + \frac{\rho}{2!} \frac{dl}{dz} \frac{t^2}{L_{PP}^2} + \frac{\rho}{3!} \frac{d^2 l_3}{dz^2} \frac{t^3}{L_{PP}^3} + \dots \quad (12)$$

Množi li se površina vodene linije (A) pri nekom srednjem gasu s gustoćom (ρ) koja odgovara omjeru težine (d) i volumena (V) nastalih pri razlici nekih gasova u okolini tog istog srednjeg gasa, dobiva se omjer težine i razlike gaza (ΔT), tj. tone po centimetru (TPC) kako slijedi.

Budući da je $\rho = \frac{d}{V}$, onda je $A\rho = \frac{Ad}{V}$, a kako je $\frac{A}{V} = \frac{1}{\Delta T}$, onda je

$$A\rho = \frac{d}{\Delta T} \Rightarrow TPC \quad (13)$$

Uvrsti li se (13) u (12) i smatra li se da je $\rho = 1,025$ dobiva se:

$$\Delta D = TPC L_{CF} \frac{t}{L_{PP}} + \frac{1,025}{2!} \frac{dl}{dz} \frac{t^2}{L_{PP}^2} + \frac{1,025}{3!} \frac{d^2 l_3}{dz^2} \frac{t^3}{L_{PP}^3} + \dots \quad (14)$$

Jednadžba (14) je odnos između trima i razlike deplasmana. Prvi član jednadžbe $TPC L_{CF} \frac{t}{L_{PP}}$ je takozvani prvi popravak deplasmana za trim koji se redovito određuje. Treći član će u potpunosti biti zanemariv u svim slučajevima i zato će u daljnjem razmatranju biti odbačen. I drugi član se često zanemaruje, ali on ipak može biti važan, što ovisi o omjeru trima i duljine broda. Tako se smatra da se drugi član mora uzeti u obzir ako trim prelazi vrijednost od 1 % duljine broda. Da bi on bio izračunljiv, uvodi se jedinični moment pretege za 1 cm (JMP_{1cm}) kako slijedi. Iz jednadžbe (14) izvadi se drugi član i označi se s ΔD_2 .

$$\Delta D_2 = \frac{1,025}{2!} \frac{dl}{dz} \frac{t^2}{L_{PP}^2} = \frac{1}{2} \frac{d(1,025 l)}{dz} \frac{t^2}{L_{PP}^2} \quad (15)$$

Poznato je da je $JMP_{(cm)} = \frac{DM_L B}{100 L_{PP}}$ i da je $M_L B = \frac{I}{V}$ gdje je I integral koji se javlja u jednadžbama (14) i (15).

Onda je $JMP_{(cm)} = \frac{D}{100 L_{PP}} \frac{I}{V}$, a smatra li se da je $\frac{D}{V} = 1,025$ onda je $JMP_{(cm)} = \frac{1,025 I}{100 L_{PP}}$, i proizlazi da je:

$$1,025 I = L 100 JMP \quad (16)$$

Ako se umjesto $1,025 I$ uvrsti $L 100 JMP$ dobiva se:

$$\Delta D_2 = \frac{100 L}{2} \frac{d(JMP_{1cm})}{dz} \frac{t^2}{L_{PP}^2}$$

i konačno

$$\Delta D_2 = 50 \frac{d(JMP_{1cm})}{dz} \frac{t^2}{L_{PP}} \quad (17)$$

Po formuli (17) računa se drugi popravak deplasmana za trim koji je uvijek pozitivnog predznaka zbog oblika uronjenog i izronjenog dijela broda pri trimu. Član $\frac{d(JMP_{1cm})}{dz}$ se odredi tako da se iz tablica dobije razlika jediničnog momenta pretege pri gasu koji je za 0,5 m manji i koji je za 0,5 m veći od srednjeg gasa tj.

$$\frac{d(JMP_{1cm})}{dz} \Rightarrow \Delta JMP = JMP_{(Ts+0,5m)} - JMP_{(Ts-0,5m)}$$

2. Primjeri Examples

Već je navedeno da se drugi popravak deplasmana za trim koristi ako veličina trima prelazi vrijednost od 1% duljine broda. U sljedećim primjerima uzet će se u obzir dva slučaja: trim veći od 1% duljine broda i trim manji od 1% duljine broda. Primjeri se odnose na brod "Oluja", Atlantske plovidbe iz Dubrovnika $DWT=42.584$ t, $D_{KVL}=50.984$ t, $T_{KVL}=10.987$ m za koji se navode potrebni podaci. Smatra se da je račun za određivanje srednjeg gasa na temelju očitano gasa i trima već prethodno obavljen pa se ulazi s gotovim podacima za te vrijednosti, kao i za duljinu između perpendikulara.

2.1. Prvi primjer The first example

Uzet je u obzir trim koji je veći od 1% duljine broda.

srednji gaz	$T_{ss} = 6,70 \text{ m}$
duljina između perpendikulara	$L_{PP} = 179,37 \text{ m}$
trim	$t = -3,60 \text{ m}$

Da bi se dobio ΔJMP_{1cm} određuje se $T_{ss} + 0,50 \text{ m}$ i $T_{ss} - 0,50 \text{ m}$:

$$T_{ss} + 0,50 \text{ m} = 6,70 \text{ m} + 0,50 \text{ m} = 7,20 \text{ m}$$

$$T_{ss} - 0,50 \text{ m} = 6,70 \text{ m} - 0,50 \text{ m} = 6,20 \text{ m}$$

S dobivenim rezultatima se ulazi u hidrostatske tablice za dobivanje JMP_{1cm} pri tim vrijednostima gaza.

$$7,20 \text{ m} \rightarrow JMP_{1cm} = 538,57 \text{ t m}$$

$$6,20 \text{ m} \rightarrow JMP_{1cm} = 519,99 \text{ t m}$$

$$\Delta JMP = 18,58 \text{ t m}$$

Računa se ΔD_2 po formuli (17).

$$\Delta D_2 = 50 \frac{d(JMP_{1cm})}{dz} \frac{t^2}{L_{PP}} = 50 \times 18,58 \times \frac{3,60^2}{179,37} = 67,12 \text{ t}$$

2.2. Drugi primjer The second example

Uzet je u obzir trim koji je manji od 1% duljine broda. Srednji gaz je isti kao u prethodnom primjeru pa će stoga i ΔJMP_{1cm} biti isti, te se neće prikazati račun za njega.

srednji gaz	$T_{ss} = 6,70 \text{ m}$
duljina između perpendikulara	$L_{PP} = 179,37 \text{ m}$
trim	$t = -1,50 \text{ m}$
ΔJMP	$= 18,58 \text{ t m}$

Računa se ΔD_2 po formuli (17).

$$\Delta D_2 = 50 \frac{d(JMP_{1cm})}{dz} \frac{t^2}{L_{PP}} = 50 \times 18,58 \times \frac{1,50^2}{179,37} = 11,65 \text{ t}$$

Zaključak/Conclusion

Nemotova formula za drugi popravak deplasmana za trim je jednostavna i lako rješiva upotrebom džepnog računala. U oba primjera je dobiven rezultat za popravak deplasmana koji nije velik, ali ni zanemariv. Pri većem trimu ili kod brodova s finijim oblikom uronjenog dijela može poprimiti znatno veće vrijednosti. Vidljiva je razlika u rezultatu kod trima koji prelazi 1% duljine broda i kod manjeg. Za napomenuti je da se kod očitavanja gaza na zagaznicama, točnost ne može ni u najboljim uvjetima svesti na vrijednost manju od 1 cm. To znači da greška u deplasmanu zbog greške od 1 cm u očitanoj gazu iznosi onoliko koliko iznose tone po centimetru pri tom srednjem gazu, a u slučaju navedenih primjera to je 47,617 t. Vidljivo je da u drugom primjeru, tj. pri slučaju kad je trim manji od 1% duljine, ΔD_2 iznosi znatno manje od tona po centimetru, a to upućuje na nepotrebnost takvog popravka u tom slučaju. Stoga upotreba drugog popravka deplasmana za trim može biti preporučljiva u onim situacijama kad se kod draft surveya traži izrazita preciznost ili ako se radi o većem brodu kod kojega je vrijednost trima veća od 1% duljine broda. Tada će popravak pokazati i veće vrijednosti koje mogu biti vrlo bitne u slučaju određivanja količine ukrcanog tereta na brodu.

Literatura

References

- [1] MERCHANT SHIP STABILITY, H. J. Pursey - Brown, Son & Ferguson, Ltd., Nautical Publishers, Glasgow, 1969.
- [2] INSTRUCTION MANUAL DRAFT SURVEYS, Supervise Marine & Engineering Services B.V., Rotterdam, 1976.
- [3] DRAFT SURVEY FORM REV. 3/80, National Cargo Bureau Inc. USA
- [4] TRIM, STABILITY AND LOADING INSTRUCTION BOOK 41600/38100 DWT BULK CARRIER - YARD 388 - Shipyard Split, 1996.

Rukopis primljen: 3.10.2001.

