



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

Katedra Hydromechaniki i Hydroakustyki

ĆWICZENIA LABORATORYJNE Z HYDROMECHANIKI OKRĘTU

Praca zbiorowa pod redakcją doc. dr inż. Wiesława Wełnickiego

Ćwiczenie Nr 8

**Wpływ swobodnych powierzchni cieczy znajdujących się na statku
na jego stateczność początkową**

Opracował: dr inż. Maciej Pawłowski

Gdańsk 1979

1. Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest zobrazowanie wpływu swobodnych powierzchni cieczy znajdujących się na okręcie na początkową wysokość metacentryczną.

2. Wiadomości podstawowe.

Niecałkowite wypełnienie zbiorników przez ciecze powoduje, że przy przechyłach okrętu środki ciężkości cieczy nie zajmują stałego położenia lecz doznają przemieszczeń w stronę przechyłu statku. Jest to powodem zmniejszenia się stateczności okrętu. Moment wyprostowujący maleje o wielkość:

$$\Delta M(\phi) = \sum_i [V \cdot \gamma_p \cdot e(\phi)]_i \quad (1)$$

gdzie sumowanie rozciąga się na wszystkie niecałkowicie wypełnione zbiorniki.

$V \cdot \gamma_p$ - ciężar cieczy w zbiorniku

$e(\phi)$ - poziome przemieszczenie się środka ciężkości cieczy podczas przechyłu okrętu. Albo inaczej - jest to ramię siły ciężkości cieczy względem jej środka ciężkości w położeniu wyprostowanym.

Gdyby podczas przechyłów statku środek ciężkości cieczy nie przemieszczał się, wówczas moment prostujący wynosiłby Dl , a tak jest mniejszy i wynosi:

$$M = D \cdot l(\phi) - \sum_i [V \cdot \gamma_p \cdot e(\phi)]_i = D \cdot l_1(\phi)$$

Dzieląc stronami to równanie przez wypór statku $D = V \cdot \gamma$ otrzymamy, że:

$$l_1(\phi) = l(\phi) - \frac{1}{V\gamma} \sum_i [V \cdot \gamma_p \cdot e(\phi)]_i \quad (2)$$

Wzór (2) przedstawia krzywą ramion prostujących z uwzględnieniem swobodnych powierzchni cieczy w zbiornikach.

Ze wzoru (2) uzyskamy wzór na wysokość metacentryczną różniczkując go względem ϕ .

$$\frac{d}{d\phi} l_1(\phi) = \frac{d}{d\phi} l(\phi) - \frac{1}{V\gamma} \sum_i \left[v \cdot \gamma_p \cdot \frac{d}{d\phi} e(\phi) \right]_i \quad (3)$$

$$h_1(\phi) = h(\phi) - \frac{1}{V\gamma} \sum_i \left[v \cdot \gamma_p \cdot \frac{d}{d\phi} e(\phi) \right]_i$$

Obliczając wysokość metacentryczną dla $\phi = 0$ otrzymamy wzór na początkową wysokość metacentryczną z uwzględnieniem swobodnych powierzchni cieczy w zbiornikach. Wiedząc, że:

$$\frac{d}{d\phi} e(\phi = 0) = \frac{i_x}{V}$$

otrzymamy:

$$h_1 = h_0 - \frac{1}{V\gamma} \sum_i \left[v \cdot \gamma_p \cdot \frac{i_x}{V} \right]_i$$

Ostatecznie mamy:

$$h_1 = h_0 - \frac{1}{V\gamma} \sum_i [i_x \cdot \gamma_p]_i \quad (4)$$

Widzimy więc, że początkowa wysokość metacentryczna w sposób jawny nie zależy od objętości cieczy w zbiornikach lecz przede wszystkim od poprzecznych głównych momentów bezwładności i_x swobodnych powierzchni cieczy w zbiornikach.

3. Wykonanie ćwiczenia i opracowanie wyników

Ćwiczenie polega na dwukrotnym wykonaniu próby przechyłów uproszczonego modelu - prostopadłościanu (fot. 1 i 2):

- raz - dla modelu z ładunkiem stałym;
- drugi raz - dla modelu z ładunkiem płynnym niecałkowicie wypełniającym zbiornik.

W obu przypadkach stan załadowania modelu jest taki sam tzn. wyporność i położenie środka ciężkości modelu w położeniu wyprostowanym są takie same.

Przed przystąpieniem do ćwiczenia należy zapoznać się z ćwiczeniem "Próba przechyłów".

W trakcie ćwiczenia należy zanotować następujące dane:

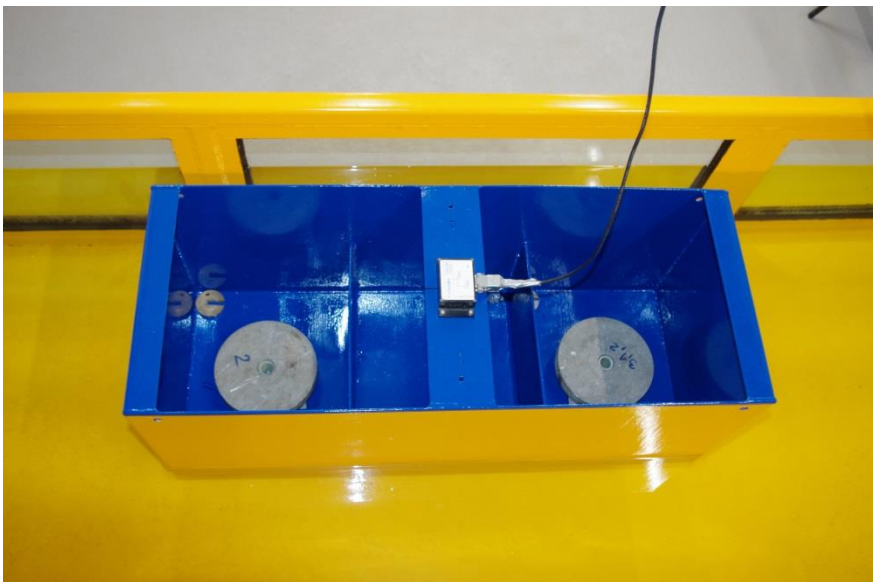
- wymiary modelu: B i H;
- dane o ciężarkach przechylających (wymiar, masa);
- masę modelu M;
- masę ładunku;
- kąt przechyłu ϕ – odczyt na komputerze z wykorzystaniem inklinometru umieszczonego na modelu;
- wymiary zbiornika na ładunek ciekły l x b;
- ciężary właściwe (lub masy właściwe) ładunku płynnego i wody w basenie.

W sprawozdaniu z laboratorium należy:

- 1/ obliczyć początkową wysokość metacentryczną h_0 dla modelu z ładunkiem stałym oraz dla modelu z ładunkiem płynnym;
- 2/ sprawdzić, czy różnica pomiędzy wysokościami metacentrycznymi zgadza się z wielkością obliczoną teoretycznie (wzór 4).



Fot.1. Model przygotowany do prób.



Fot.2. Widok na model z ładunkiem stałym.

4. Pytania sprawdzające

1. Dlaczego ładunek ruchomy pogarsza stateczność okrętu?
2. Kiedy ładunek płynny nie pogarsza stateczności okrętu?
3. Od czego zależy zmniejszenie wysokości metacentrycznej na skutek swobodnych powierzchni cieczy w zbiornikach?
4. Czy stopień zapełnienia zbiornika ma wpływ na zmniejszenie wysokości metacentrycznej?

5. Literatura

1. M. Frąckowiak, M. Pawłowski "Ćwiczenia z hydromechaniki okrętu"
2. M. Krężelewski "Hydromechanika ogólna i okrętowa".