

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСТІЙНОСТІ ПЛАВАЮЧИХ ТІЛ

Іоненко Д.С., Івашина Ю.К., Кулешова О.М.

Морський інститут післядипломної освіти імені контр-адмірала Ф.Ф.Ушакова

Дослідження рівноваги тіл має суттєве методичне і практичне значення в статисти. При конструюванні і експлуатації суден ця проблема має назву дослідження остійності суден і є однією із найбільш важливих в суднобудівництві.

Мета статті – розробити вказівки до лабораторної роботи «Дослідження остійності плаваючих тіл».

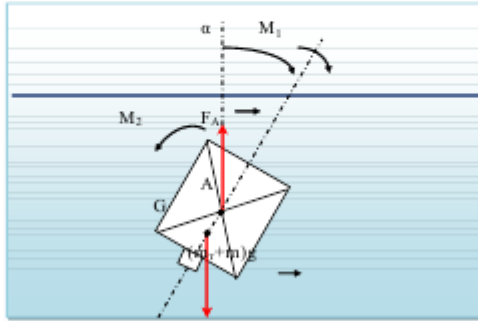


Рис.1 Рівновага занурених тіл

симетрії і не змінюватимуть свого положення при відхиленні осі тіла від вертикалі (крені).

Прилади і обладнання: ванна з водою, плаваючі тіла різної форми, тягарі, кутомір.

В теоретичних відомостях приводиться інформація про центр мас і плавучості, метацентр, умови остійності плаваючих тіл.

Для вивчення проблеми ми пропонуємо проведення наступних дослідів:

1. Дослідження остійності занурених тіл.

До нижньої поверхні досліджуваних тіл прикріплюють тягар так, щоб тіла повністю занурювалися у воду. В цьому випадку для симетричних тіл центри мас C і плавучості A будуть знаходитись на осі

При цьому сили тяжіння і Архімеда F_A створюють пару сил повертаючий момент M_2 :

$$M_2 = (m + m_w) g \cdot GA \sin \alpha$$

де α – кут відхилення від вертикалі; m і m_w – маси тіла і тягаря.

Цей момент протидіє зовнішньому моменту M_1 , який намагається перевернути тіло. Обертальний момент зростає із збільшенням кута α . При припиненні дії моменту M_1 тіло самовільно повертається в положення рівноваги, коли $M_2=0$. Це буде у випадку, коли вісь симетрії стане вертикальною. При проведенні дослідів з тілами різної форми можна зробити висновок, що для них виконується умова стійкої рівноваги.

2. Дослідження остійності плаваючих тіл

Дослідимо остійність тіл із дерева, густина якого менша, ніж у води. В цьому випадку центр тяжіння тіла G буде знаходитися вище центра плавучості A , який знаходиться в центрі зануреної частини перерізу. Розглянемо тіло з прямокутним перерізом (рис. 2 а)

При відхиленні від вертикалі положення центру мас не змінюється, а центр плавучості зміщується в напрямі крену. Це обумовлено тим, що при повороті поперечного перерізу площа половинок зануреної частини перерізу змінюється на площу заштрихованих трикутників. Переріз стає несиметричним і його центр плавучості зміщується в сторону нахилу. Метацентр M знаходиться вище центру тяжіння. Пара сил тяжіння і Архімеда створюють повертаючий момент, який повертає тіло в положення рівноваги, коли вісь перерізу стає вертикальною. Повертаючий момент пропорційний метацентрній відстані GM і залежить від кута відхилення:

$$M_2 = mg \cdot GM \sin \alpha$$

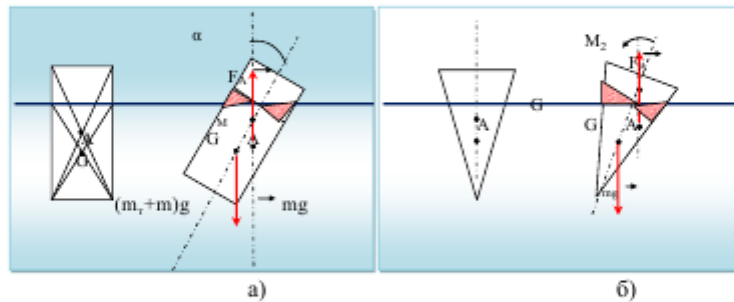


Рис.2 Рівновага плаваючих тіл

Розглянемо тіло з трикутним перерізом (рис. 2 б). В цьому випадку при відхиленні тіла центр плавучості A ще сильніше зміщується в сторону крену, оскільки занурюється більш широка частина перерізу. Внаслідок цього збільшується метацентрна відстань і повертаючий момент.

При розробці інструкції до лабораторної роботи можуть бути використані наступні завдання:

- Визначення критичного кута крену для тіл різної форми.
- Визначення залежності повертаючого моменту від кута крену.
- Визначення залежності повертаючого моменту і критичного кута крену від положення центра мас тіла.

Включення запропонованої роботи в лабораторний практикум навчальних закладів, які готують спеціалістів морських спеціальностей, дозволить пов'язати вивчення фізики зі спеціальними дисциплінами, а також має практичне значення і буде сприяти підвищенню якості підготовки вказаних спеціалістів.

Література:

1. Донцов С.В. Основи теорії судна Одеса – 2013. 262 с.
2. K.J. Rawson. Basic Ship Theory 731 с.,
3. <http://moryak.biz/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=238B>. I.