

6. Аналіз досліджень режимів штучної кавітації

Тарас Никитюк, Анаталій Копиленко

Національний університет харчових технологій

Вступ. При моделюванні процесів кавітації, що виникає на різних осесиметричних тілах при русі на великих швидкостях у безмежній рідині, на експериментальних установках було встановлено, що одержати низькі значення чисел кавітації при дослідженнях з осесиметричними тілами в трубах неможливо.

Методи та матеріали. Було розроблено метод штучного одержання кавітаційних струминних течій при низьких значеннях чисел кавітації в дослідному басейні при незначній швидкості руху тіла. Цей метод зводиться до того, що усередину кавітаційної каверни, яка утворюється при русі тіла, подається повітря. Течія, що встановлюється при цьому, буде відповідати числу кавітації k , яке визначається не за тиском насичення водяної пари p_n , а за тиском газу, що заповнює каверну p_k .

Так як p_k може бути набагато більшим p_n , у цих умовах можна при малих швидкостях рідинного потоку одержувати течії, що відповідають дуже низьким значенням чисел кавітації і максимальному ступеню розвитку кавітації - суперкавітації.

Теорія "підсмоктування", заснована на припущенні, що об'ємна витрата пари, необхідної для підтримання парової каверни, дорівнює об'ємній витраті газу, яка необхідна для підтримування штучної каверни, що має ту ж геометрію, опір і число кавітації. Режим штучної кавітації розглядаються як режими суперкавітації і є однією з форм кавітаційних течій, які підпорядковуються тим же закономірностям, що і природні кавітаційні течії.

Результати. Виходячи з загальномеханічних міркувань, доведено, що коефіцієнт опору тіла X , віднесений до площі кавітатора S_k , приблизно дорівнює числу кавітації k :

$$C_x = \frac{X}{\frac{p \cdot V}{2} \cdot S_k} = Kk, \quad (1.1)$$

де $K = \pi/4$ (в випадку плоских течій) і $K = 0,9-0,95$ (для осесиметричних течій).

Якщо числа кавітації малі, а кавітатор має фіксовану лінію відриву, опір тіла рахується по формулі:

$$C_x = C_{x0} \cdot (1 + k), \quad (1.2)$$

де C_{x0} - коефіцієнт опору кавітатора при $k=0$.

Для тонких тіл з малими кутами атаки найкращі результати дає формула:

$$C_x = C_{x0} + k, \quad (1.3)$$

Починаючи з $k > 0,5$, C_x - коефіцієнт опору кавітатора стає нелінійним і при $0,5 < k < 1,5$ визначається за формулою:

$$C_x = C_{x0} \cdot (1 + k + 0,028 \cdot k^2), \quad (1.4)$$

де $C_{x0}=0,8053$ - коефіцієнт гідравлічного опору кавітатора при $\kappa=0$.

Експериментально підтверджено справедливості залежності коефіцієнта опору тіла C_x , що утворює каверну, від числа кавітації k (1.1).

На рис.1 представлені результати співвідношення розрахунку за формулою (1.1) та досліджень для дисків та конусів, що характеризуються наявністю фіксованої лінії відриву на початку кавітаційної каверни.

1 - диск, $\beta = 180^\circ$; 2 - конус, $\beta = 90^\circ$; 3 - конус, $\beta = 45^\circ$; • - експериментальні дані для $d < 1=0,1$ м; ° - експериментальні дані для $d < 1=0,035$ м.

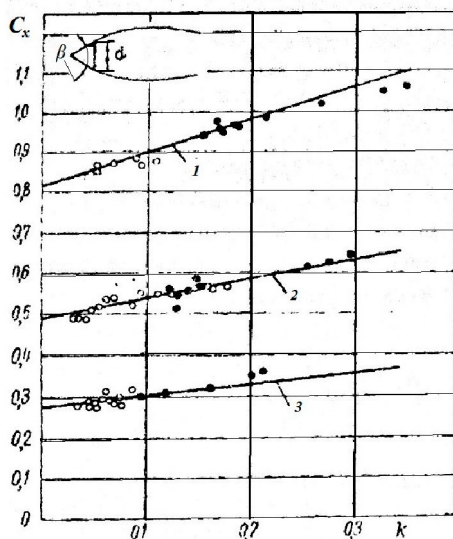


Рис. 1. Залежність коефіцієнта опору C_x від чисел кавітації для конусів та дисків з різними кутами розкриття β

Необхідні для розрахунку за формулою (1.1) значення C_{x0} отримані екстраполяцією експериментальних залежностей до перетинання з віссю " C_x ".

Висновок. Очевидно, що незалежно від того, яку форму має кавітатор (конус чи диск), розрахунок добре співвідноситься з даними експерименту. Гірше це узгодження співвідноситься для кавітаторів, в яких відсутня фіксована лінія відриву потоку. Наприклад, коли в якості кавітатора використовується куля.

Література.

1. Мачинский А.С., Кавитационные смесители. – М.: ЦНИИТЭ Нефтехим, 1991. – 40 с.
2. Эпштейн Л.А., Методы теории размерности и подобия в задачах гидромеханики судов.