

2. Lloyd A.R.J.M. The Effect of Bow Shape on Deck Wetness in Head Seas United States Naval Academy. Report EW-17-84. - Annapolis, 1984. - 128 p.

3. Соломенцев О.И. Методы расчёта вынужденных потерь скорости судна на встречном волнении, связанные с нормированием слеминга и заливаемости Вісник НУК. - Миколаїв: НУК, 2011, № 4, с. 332-346

4. Соломенцев, О.И. Определение потребных размеров щита - брызгоотбойника на проектируемом судне Вісник НУК. - Миколаїв: НУК, 2011. - № 5.- Режим доступу <http://evn.nuos.edu.ua/article/view/24482/21985>

5. Соломенцев, О.И. Расчёт динамического подъема воды при продольной качке одно- и двухкорпусных судов. Збірник наукових праць УДМТУ. - Миколаїв: УДМТУ, 1998. - № 12 (360). - с. 17-28

6. Blok J.J., Vermeer H. The Effect of Bow Flare on Deck Wetness. Maritime Research Institute Netherlands.- Wageningen, 1998.- 12 p.

7. Соломенцев, О.И. Загальний критерій залиття як функція геометричних параметрів носової частини корабля в умовах зустрічного хвилювання. Див. текст доповіді у цьому збірнику

Analysis of the bow shape influence on deck wetness of multipurpose combatants

Solomentsev O. I.

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. The analysis of the influence of bow shape of multipurpose combatants on deck wetness in head seas was done. Part of the water, connected with bow shape, is taken away from hull in time of shipping of water. Rate of the water in deck is also connected with the bow shape

Key words: multipurpose combatants; bow shape; shipping of water

УДК 629.12.011.001.24

ЗАГАЛЬНИЙ КРИТЕРІЙ ЗАЛИТТЯ ЯК ФУНКЦІЯ ФОРМИ ОБВОДІВ НОСОВОЇ ЧАСТИНИ НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ В УМОВАХ ЗУСТРІЧНОГО ХВИЛЮВАННЯ

Соломенцев О. І.,

доктор технічних наук, професор НУК

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м.Миколаїв

solomen@mksat.net

Аннотация. Виконано аналіз впливу форми носової кінцівки корабля на забризкування в умовах зустрічного хвилювання з урахуванням умов розльоту бризок. На цій підставі запропонований загальний критерій залиття

Ключові слова: форма шпангоутів; забризкування; критерій залиття

Вступна частина. У доповіді [1] був розглянутий вплив форми носових обводів на заривання корабля, тобто на його залиття не зруйнованими струменями води, У той же час корабель може заливатися також і зруйнованими струменями води, в цьому випадку йдеться про забризкування. Отже, слід узяти до уваги обидва ці фактори та розглянути узагальнений критерій залиття. У доповіді [2] було визначено критерій появи бризок - це перевищення фактичного числа Фруда по швидкості струменя уздовж контуру шпангоута Fr_s над граничним числом Фруда Fr_s^* , яке визначається як функція кута розвалу шпангоута та коефіцієнту

повноти його площі. Нехай критерій $Fr_s > Fr_s^*$ виконується. Але це ще не означає інтенсивного забризкування корабля: сформовані бризки, в залежності від форми носової кінцівки, можуть впасти як на корабель, що й означатиме забризкування, так і в воду. Відповідний зв'язок необхідно встановити. Далі отримані результати щодо геометрії носової частини з умов забризкування та заривання, [2], слід об'єднати між собою у загальний критерій залиття. Аналізу цих питань і присвячена ця доповідь.

Мета роботи. Метою роботи є визначення характеру впливу геометричних характеристик носової кінцівки корабля на розльот бризок із подальшим формуванням узагальненого критерія залиття, що враховував би як заривання, так і забризкування.

Основна частина. Розглянемо вплив форми шпангоутів на особливості розльоту бризок, [4]. Як впливає з наведеного на мал. 1 плану швидкостей, швидкість розльоту бризок для j -го теоретичного шпангоута w_{PB} визначається для зустрічного хвилювання для U-образних або V-образних (але не Y-образних) носових шпангоутів у такому вигляді, [4]:

$$w_{PB} = \sqrt{[(v + C_\phi)tg\alpha_{jW} + \dot{\zeta}_j tg\delta_{jW}] + (C_\phi - \dot{\zeta}_j tg\delta_{iW} tg\alpha_{iW})^2}.$$

Тут v , C_ϕ и $\dot{\zeta}_j$ - швидкість корабля, фазова швидкість зустрічної регулярної хвилі та швидкість відносних переміщень від поздовжньої хитамиці на j -му теоретичному шпангоуті відповідно, а усі інші визначення - такі самі, як і на мал. 1. Горизонтальна проекція довжини польоту частки води R_B та час її польоту, що рахується від моменту відділення від струменя води і до її повернення на поверхню води або на корпус корабля, τ_B визначаються у вигляді, [4]:

$$R_B = \frac{2w_{PB}\dot{\zeta}_j}{g}; \quad \tau_B = \frac{2\dot{\zeta}_j}{g}.$$

Кут відхилення частки від діаметральної площини корабля ε_B визначиться у наступному вигляді:

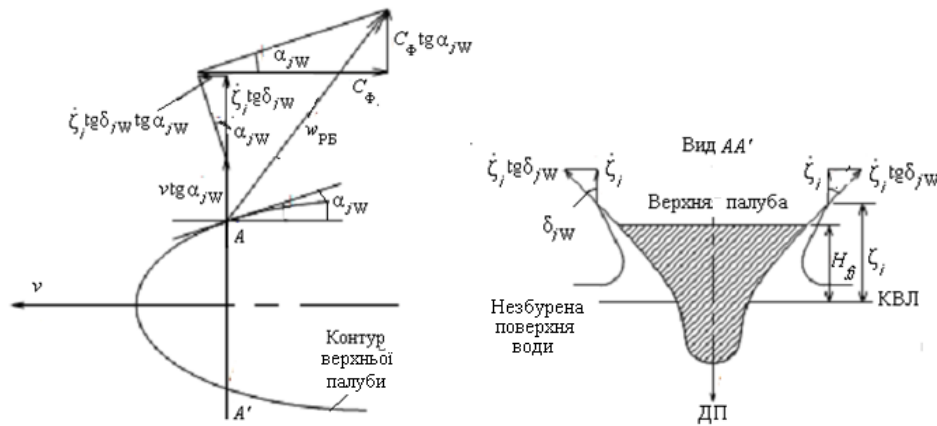
$$tg\varepsilon_B = \frac{(v + C_\phi)tg\alpha_{jW} + \dot{\zeta}_j tg\delta_{jW}}{C_\phi - \dot{\zeta}_j tg\delta_{jW} tg\alpha_{jW}}.$$

Нехай зараз $x^{(0)}$ та $y^{(0)}$ є координати частки в момент початку її польоту із рівня верхньої палуби. Тоді частка повернеться на рівень верхньої палуби у точку, координати якої $x^{(1)}$ та $y^{(1)}$ визначаються у такому вигляді, [4]:

$$\begin{aligned} x^{(1)} &= x^{(0)} + R_B \cos \varepsilon_B + v\tau_B; \\ y^{(1)} &= y^{(0)} + R_B \sin \varepsilon_B. \end{aligned} \quad (1)$$

Забризкування матиме місце (іншими словами, частка впаде на корабель), якщо точка, абсциса якої є $x^{(1)}$, лежить в межах контуру верхньої палуби.

З цих співвідношень випливає, що, переходячи від V-образних обводів к U-образним обводам, ми, з одного боку, зменшуємо кількість бризок. тому що збільшується параметр Fr_s^* . Але, з другого боку, така зміна обводів призведе до того, що значна частина хоча й зменшеної кількості бризок впаде на корабель, а не в воду.



Мал. 1. До визначення швидкості розльоту бризок w_{PB} , [4]

Ця обставина, як і у випадку заривання, характеризує змістовність відповідної компромісної задачі. В цій задачі допустимий вектор змінних, що оптимізуються $\bar{X}_3$, $\{\bar{X}_3\} = \delta_{xw}, \alpha_{jw}, \varphi_{xw}$ - такий самий, як і у роботі [1]. Критерій оптимізації F_{32} , може бути сформований наступним чином. Розділимо контур верхньої палуби корабля від носового перпендикуляру до четвертого теоретичного шпангоуту на $[N_3]$ частин і для середини кожної частини виконаємо обчислення відповідно із співвідношенням (1) та попереднім формулам. Для приблизного урахування нерегулярності реального зустрічного хвилювання можна використати середню фазову швидкість $C_\phi = C_{\phi c} = \frac{\lambda_c}{\tau_c}$ та середню амплітуду швидкості відносних переміщень $\dot{\zeta}_{jc} = \dot{\zeta}_{jc} = \sqrt{\frac{\pi}{2} D_{\dot{\zeta}}}$. Тут λ_c, τ_c та $D_{\dot{\zeta}}$ - середня довжина нерегулярної хвилі, її середній період та дисперсія відносних швидкостей від поздовжньої хитавиці у розрахунковому поперечному перерізі. В результаті виявиться, що із загальної кількості $[N_3]$ часток $N_3 = N_3(\bar{X}_3)$ часток впали на палубу. Тоді критерій F_{32} отримує наступний вигляд:

$$F_{32}(\bar{X}_3) = P_{33}(\bar{X}_3) \bar{N}_3(\bar{X}_3);$$

$$P_{31}(\bar{X}_3) = \exp\left[-\frac{Fr_s^{*2}(\bar{X}_3)}{2D_{FS}(\bar{X}_2)}\right] = 1 - P_{31}(\bar{X}_3); \quad \bar{N}_3(\bar{X}_3) = \frac{N_3(\bar{X}_3)}{[N_3]},$$

де $P_{33}(\bar{X}_3)$ - ймовірність того, що число Фруда по швидкості потоку Fr_s^* перевищить граничне значення. а $P_{31}(\bar{X}_3)$ - ймовірність протилежної події (те саме, що й у роботі [1]).

Оптимальний вектор $\bar{X}_{30} \subset \bar{X}_{30} \subset \bar{X}_3$, що відповідає мінімальним вимушеним втратам швидкості на хвилюванні внаслідок надмірного заривання та забризкування, визначиться наступним чином:

$$\bar{X}_{30} = \arg \min_{\bar{X}_{30} \subset \bar{X}_{30}} [F_{31}(\bar{X}_3) + F_{32}(\bar{X}_3)],$$

Тут сумарний критерій $F_3 = F_{31} + F_{32}$ можна представити як зважену лінійну згортку двох часткових критеріїв $f_1(\bar{X}_3)$ та $f_2(\bar{X}_3)$, сума вагових коефіцієнтів $\lambda_1(\bar{X}_3)$ та $\lambda_2(\bar{X}_3)$ при яких дорівнює одиниці:

$$F_3(\bar{X}_3) = \lambda_1(\bar{X}_3) f_1(\bar{X}_3) + \lambda_2(\bar{X}_3) f_2(\bar{X}_3); \quad (2)$$

$$\lambda_1(\bar{X}_3) = P_{31}(X) = 1 - \exp\left[-\frac{Fr_S^{*2}(\bar{X}_3)}{2D_{FS}(\bar{X}_3)}\right]; \quad \lambda_2(\bar{X}_3) = 1 - \lambda_1(\bar{X}_3);$$

$$f_1(\bar{X}_3) = \exp\left(-\frac{H_f^2}{2D_{\varphi}}\right) \frac{2}{\tau_{\psi}} \frac{v_B(\bar{X}_3)}{Q_B(\bar{X}_3)}; \quad f_2(\bar{X}_3) = \bar{N}_3(\bar{X}_3).$$

де v_B - середній у статистичному сенсі обсяг води, що приймається на палубу внаслідок заривання протягом одного періоду кильової хитамиці τ_{ψ} , [5];

Q_3 - середні у статистичному сенсі обсяги води, що зливаються з палуби протягом одиниці часу, [5].

Тут $0 \leq \lambda_1 \leq 1$, $0 \leq \lambda_2 \leq 1$, $0 \leq f_1 < 1 + \kappa$, $0 \leq f_2 \leq 1$, $\kappa \geq 0$. При $\kappa \neq 0$, $\kappa > 0$ у фізичному сенсі маємо ситуацію, коли вода, що потрапила на палубу в циклі заливття протягом півперіоду кильової хитамиці, не встигає злитися за борт перед тим, як починається наступний цикл заливття. Це небезпечна для корабля ситуація, що має бути виправлена шляхом вимушеного зниження швидкості.

Висновки. 1. Вплив U-V- образності носових обводів корабля на процес руйнування струменів, що обтікають корабель (тобто на появу бризок) та на відкидання бризків від корабля з точки зору інтенсивності забризкування є протилежним. 2. Під час вибору форми носових обводів одночасне взяття до уваги як заривання, так і забризкування може бути реалізовано шляхом використання зваженої лінійної згортки двох часткових критеріїв.

Література

1. Соломенцев, О.І. Аналіз впливу форми носових обводів багатоцільового надводного корабля на заривання в умовах зустрічного хвилювання. Див. текст доповіді у цьому збірнику
2. Соломенцев, О.І. Аналіз впливу форми носових обводів багатоцільового надводного корабля на забризкування в умовах зустрічного хвилювання Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції “Інновації в суднобудуванні та океанотехніці”. – Миколаїв: НУК, 2022. -с. 576-579
3. Соломенцев О.И. Методы расчёта вынужденных потерь скорости судна на встречном волнении, связанные с нормированием слеминга и заливаемости Вісник НУК. - Миколаїв: НУК, 2011, № 4, с. 332-346
4. Pham, X.P. Green Water and Loading on High Speed Containership. PhD Thesis. - Glasgow University. - Glasgow, 2008.- 486 p.
5. Blok J.J., Vermeer H. The Effect of Bow Flare on Deck Wetness. Maritime Research Institute Netherlands.- Wageningen, 1998.- 12 p.

General criteria of green water and spraying as a function of the ship bow shape in the head seas

Solomentsev O. I.

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. The analysis of the influence of bow shape of multipurpose combatants on deck wetness in head seas was done. Part of the water, connected with bow shape, is taken away from hull in time of shipping of water. Rate of the water in deck is also connected with the bow shape

Key words: bow shape; spraying, green water and spraying criteria