

УДК 629.5.015.1

**РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОСТІЙНОСТІ
ОДНОЯРУСНОГО КОНТЕЙНЕРНОГО ХАУСБОТУ****Коновалова Г. В.¹, Щедролоєв О. В.²**¹здобувач PhD, *konovalovaiianna@gmail.com*²доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Суднобудування та ремонту суден,
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут,
м. Миколаїв, Україна *aleksandr.schedrolosev@nuos.edu.ua*

Анотація. У зв'язку зі збільшенням популярності будівництва плавучих будинків (хаусботів) виникає необхідність розроблення методик забезпечення їх безпечної експлуатації. Хаусботи, згідно із класифікацією Регістру судноплавства України, відносяться до стоїчних суден навіть при наявності енергетичної установки. Для безаварійної експлуатації таких плавучих споруд необхідним є забезпечення остійності, враховуючи їх малу осадку при відносно великій вітрильності та, як правило, недостатній надійності якірного та/або швартовного пристроїв. Теоретичною базою є наукові роботи в галузі проектування та конструювання хаусботів, дебаркадерів, понтонів, нормативно-правова база Регістру судноплавства України, а також дослідження щодо модульного формування та конструктивно-технологічних рішень плавучих та берегових споруд.

Ключові слова: плавучі будинки, морехідні якості, остійність.

Вступ. У зв'язку зі збільшенням популярності будівництва плавучих будинків (хаусботів) виникає необхідність розроблення методик забезпечення їх безпечної експлуатації [1, 2]. Хаусботи, згідно із класифікацією Регістру судноплавства України [3], відносяться до стоїчних суден навіть при наявності енергетичної установки. Для безаварійної експлуатації таких плавучих споруд необхідним є забезпечення остійності, враховуючи їх малу осадку при відносно великій вітрильності та, як правило, недостатній надійності якірного та/або швартовного пристроїв [2]. Згідно термінології теорії корабля, остійність – це здатність судна зберігати статичну рівновагу як при наявності, так і при відсутності будь-якої зовнішньої дії (порив вітру, скупчення людей з одного борту, наявність хвиль тощо) [4]. Остійність хаусботу, експлуатація якого передбачена у прибережних водах, оцінено за критеріями вітростійкості. В якості прикладу прийнято одноярусний контейнерний хаусбот, ескізний проект якого розроблено авторами; його характеристики та 3D зображення наведено у роботі [1].

Постановка задачі. Критерій вітростійкості характеризується оцінюванням потенційної можливості судна протидіяти зовнішнім вітровим навантаженням, тобто

$$M_{KP} \leq [M] = \nabla \cdot \gamma \cdot l_{\max}, \quad (1)$$

де M_{KP} – момент, що кренить від вітрового навантаження, т·м (розраховується згідно методів теорії корабля); $[M]$ – максимально допустимий момент, що кренить, т·м (визначається за методиками [3]); ∇ – об'ємна водотоннажність, м³; γ – питома вага забортної води, т/м³; $l_{\max}$ – максимальне плече діаграми Ріда, м. Максимально допустимий момент $[M]$ визначається за діаграмою динамічної остійності (графік залежності плеча відновлюючого моменту при динамічному крені) за методикою, описано у роботі [4]. Плече ж статичної остійності може бути розраховане, як [3]

$$l_0 = x_c \cdot \cos \theta + (y_c - y_{c_0}) \cdot \sin \theta - a_0 \sin \theta, \quad (2)$$

де значення залежності (2) представлено графічно на рис. 1.

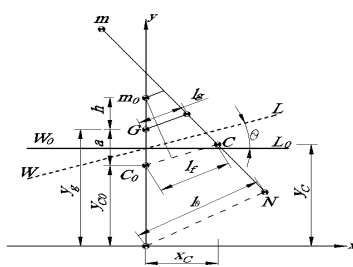


Рисунок 1 – Схема визначення плеча статичної остійності

Математична модель. Поперечний перетин підводної частини понтону уявляє собою багатокутник, який створено сімейством графіків прямих у координатній площині ХОУ (площина мідель-шпангоуту) $x = -\frac{B}{2}$ (поз. 1, рис. 1), $y = H$ (поз. 2, рис. 2), $y = 0$ (поз. 3, рис. 2), $x = \frac{B}{2}$ (поз. 4, рис. 2).

Графік ватерліній можна представити у вигляді рівнянь прямої із кутовим коефіцієнтом, які проходять через задану точку (поз. 5, рис. 2)

$$y = T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f), \quad (3)$$

де $\operatorname{tg}\theta$ – кутовий коефіцієнт, який дорівнює тангенсу крену хаусботу; T – осадка понтону, м;
 Y_f – ордината центру тяжіння ватерлінії (вісі обертання), м.

Центр тяжіння площинної фігури, яка обмежена графіками прямих, можна визначити за залежностями [6]

$$x_c = \frac{M_y}{S}; \quad y_c = \frac{M_x}{S}, \quad (4)$$

де M_x та M_y – статичні моменти відносно вісей x та y , т·м; S – площа зануреної частини мідель-шпангоута, м².

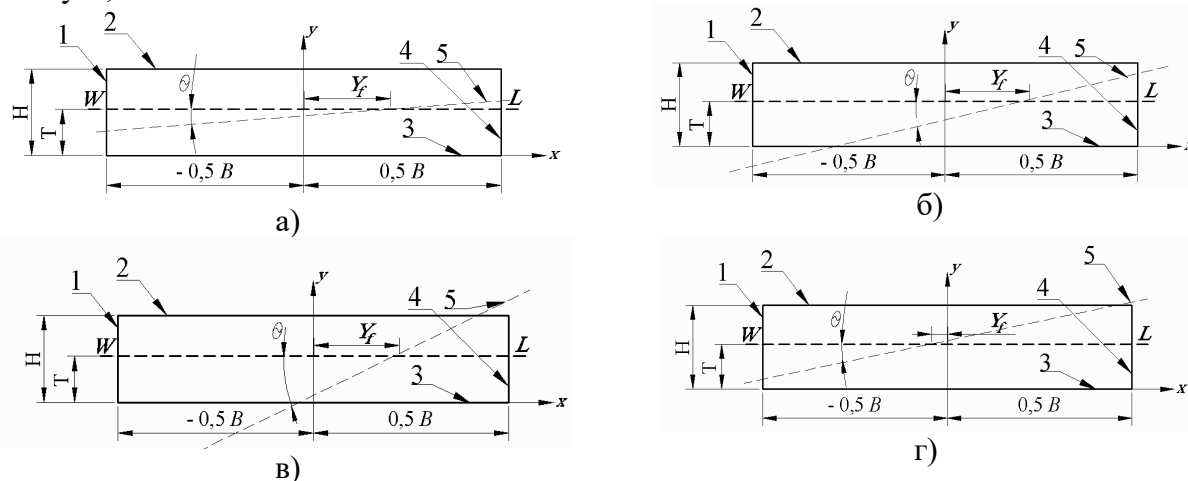


Рисунок – 2 Розрахункові випадки визначення параметрів остійності хаусботу

В свою чергу, статичні моменти та площу поперечного перетину (мідель-шпангоуту) можна визначити методами інтегрального обчислення [7]

$$M_x = \frac{1}{2} \int_a^b [f_2(x)^2 - f_1(x^2)] dx; M_y = \int_a^b x[f_2(x) - f_1(x)] dx; S = \int_a^b [f_2(x) - f_1(x)] dx. \quad (5)$$

де $f_1(x)$ та $f_2(x)$ – прямі, які обмежують площинну фігуру; a та b – межі інтегрування. Точка перетину ватерлінії із верхньою та нижньою межами поперечного перетину понтону можна визначити через тангенс кута крену хаусботу виходячи із схем, наведених на рис. 2

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f}, \quad \operatorname{tg}\theta = \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}. \quad (6)$$

Отримані залежності для визначення статичних моментів та площ поперечного перетину мідель-шпангоуту представлено у табл. 1.

За отриманими залежностями у режимі MathCAD виконано розрахунки параметрів статичної остійності для одноярусного хаусботу контейнерного типу [1], результати яких наведено на рис. 3.

Таблиця 1 – Значення статичних моментів та площі мідель-шпангоуту в залежності від розташування ватерлінії

Умова	Статичні моменти	Площа перетину
Схема а)		
$\operatorname{tg}\theta \leq \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f},$ $\operatorname{tg}\theta \leq \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}$	$M_x = \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} x \cdot [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)] dx;$ $M_y = \frac{1}{2} \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)]^2 dx.$	$S = \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)] dx.$
Схема б)		
$\operatorname{tg}\theta \leq \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f},$ $\operatorname{tg}\theta > \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}$	$M_x = \int_a^{\frac{B}{2}} x \cdot [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)] dx;$ $M_y = \frac{1}{2} \int_a^{\frac{B}{2}} [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)]^2 dx.$	$S = \int_a^{\frac{B}{2}} [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)] dx.$
Схема в)		
$\operatorname{tg}\theta > \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f},$ $\operatorname{tg}\theta > \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}$	$M_x = \frac{1}{2} \left(\int_a^{\frac{B}{2}} [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)]^2 dx + \int_b^{\frac{B}{2}} H^2 dx \right);$ $M_y = \int_a^b x \cdot [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)] dx + \int_b^{\frac{B}{2}} x \cdot H dx.$	$S = \int_a^b [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)] dx + \int_b^{\frac{B}{2}} H dx.$
Схема г)		
$\operatorname{tg}\theta \leq \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f},$ $\operatorname{tg}\theta > \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}$	$M_x = \frac{1}{2} \left(\int_{-\frac{B}{2}}^b [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)]^2 dx + \int_b^{\frac{B}{2}} H^2 dx \right);$ $M_y = \int_{-\frac{B}{2}}^b x \cdot [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)] dx + \int_b^{\frac{B}{2}} x \cdot H dx.$	$S = \int_{-\frac{B}{2}}^b [T + \operatorname{tg}\theta(x - Y_f)] dx + \int_b^{\frac{B}{2}} H dx.$

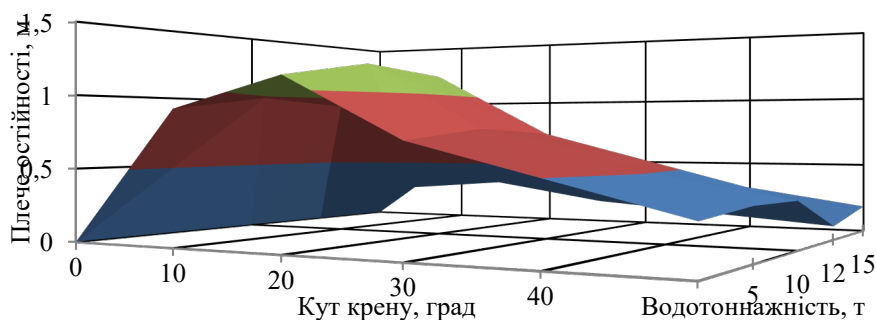


Рисунок – 3 Полярна діаграма остійності

Висновки. Розроблено методичні рекомендації розрахунку остійності плавучих будинків на прикладі одноярусного контейнерного хаусботу. Запропоновані математичні залежності та графічні пояснення до них дозволяють визначити параметри діаграми Ріда для різних розмірів понтону, його осадки та значень статей навантаження при мінімальній кількості вихідних даних.

ЛІТЕРАТУРА

- [1]. Shekhorkina S. Residential house on floating platform with mooring system of reinforced concrete pillars // Construction, materials science, mechanical engineering. #81. 2015. P. 229-234.
- [2]. Черданцев С.В., Черданцев Н.В. Плавучесть и остойчивость понтонов в зумпфах угольных разрезов Кузбасса (обзор журнальных статей) // Вестник НЦ ВостНИИ. № 2. 2018. С. 52-65.
- [3]. Правила класифікації суден внутрішнього плавання. Том 3. К.: РСУ. – 2019. – 535 с.
- [4]. Кочнев Ю.А. Диаграмма статической остойчивости судна находящегося в условиях волнения // Научные проблемы водного транспорта. № 66(1). 2021. С. 36-42.
- [5]. Будущее строительства: футуристические самообеспечивающиеся плавучие города-небоскребы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibud.ua>, ссылка на объект: <http://ibud.ua/ru/novost/budushcheestroitelstvafuturisticheskie-samoobespechivayushcheesya-plavuchiegorodaneboskreb-foto-8868>.
- [6]. Шехоркина С.Е., Савицкий Н.В. Конструктивное решение подводной части малоэтажных жилых зданий на воде // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. 2014. Вып. 77. С. 228-232.
- [7]. Жуйков В.Я., Ромашко В.Я., Вербицкий С.В. Ефективність розрахунку багатоступінчатого процесу з використанням функцій вільного режиму в середовищі MathLab // Технічна термодинаміка. Тем. вип. «Силова електроніка та енергоефективність». 2009. Ч.2. С. 78-81.

The Calculation Of Stability Parameters Of A Low-Tier Container Houseboat

H.V. Konovalova¹, O.V. Shchedrolosiev²

The Kherson Educational and Scientific Institute of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine,

Summary. Due to the increasing popularity of the construction of houseboats (houseboats), there is a need to develop methods to ensure their safe operation. Houseboats, according to the classification of the Register of Shipping of Ukraine, are stoic vessels even in the presence of a power plant. For trouble-free operation of such floating structures, it is necessary to ensure stability, given their low draft at relatively high vitality and, as a rule, insufficient reliability of anchor and / or mooring devices.

The theoretical basis is scientific work in the field of design and construction of houseboats, landing stages, pontoons, regulatory framework of the Register of Shipping of Ukraine, as well as research on modular formation and design and technological solutions of floating and shore structures.

Keywords: Houseboats, seaworthiness, stability.

УДК 621.941.31

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ І РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ

Лисих А.Ю.

кандидат технічних наук,

старший викладач кафедри Енергетичного машинобудування

Первомайського навчально-наукового інституту

Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова,

м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

snezanad256@gmail.com

Анотація. У статті представлено експериментальне дослідження впливу інтенсивності охолодження і режимів різання на стійкість інструмента при свердлінні свердлами зі змінними багатогранними пластинами, що дозволить збільшити період стійкості та зменшити витрати потужності при використанні багатогранних змінних пластин.

Ключові слова. період стійкості, подача інструменту, число обертів, діаметр, матеріал змінних пластин, мастильно-охолоджувальна рідина

Постановка проблеми. Процес свердління застосовується для одержання в суцільному металі глухих та наскрізних отворів, які відповідають 11-14 квалітетам точності, шорсткості $R_a50 \dots R_a12,5$ і відрізняються: зміною швидкості різання за довжиною різальної кромки від 0 до $V_{\max}$; утруднення видаленням стружки; низькою жорсткістю інструменту.

Під час свердління конструкційних матеріалів інструмент знаходиться під дією значних осевих сил стискання P_0 та крутного моменту $M_{кр}$. Ці фактори обмежують обрані режими різання і є основними при розгляданні комплексу обмежень у завданні оптимізації [1, с.59].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз останніх досліджень показав, що при свердлінні отворів свердлами зі змінними багатогранними пластинками стійкість інструменту залежить від інтенсивності охолодження в зоні різання [2, с.47], [3, с.62].

Визначення необхідної кількості охолоджувальної рідини дає можливість збільшення стійкості ріжучого інструменту.

Постановка завдання. Метою роботи є експериментальні дослідження для визначення необхідної кількості охолоджувальної рідини, яка забезпечить максимальну стійкості інструмента, що дозволить зменшити витрати на інструмент та зменшить собівартість виготовленої продукції.

Виклад основного матеріалу. Експеримент проводився на верстаті Оброблювальний Центр SPACE TURN LB 3000EX фірми ORUMA. В якості ріжучого інструменту було використано свердла зі змінними пластинами наступних діаметрів $\varnothing20$, $\varnothing24$, $\varnothing28$ фірми SEKO [4, с.29], [5, с.35], [6, с.42].

В якості охолоджувальної рідини була використана водяна мастильно-охолоджувальна рідина Аквол -6,5 -20% емульсія, яка подібна зарубіжним маркам (Кастрол – Німеччина, Цінціннаті – США, Нідерланди) [7, с.146], [8, с.51].

Для замірів витрат охолоджувальної рідини використаний водомір, який вмонтований в систему подачі охолоджувальної рідини і секундомір для фіксування часу періоду стійкості.