

УДК 629.5.01

DOI 10.47049/2226-1893-2023-2-7-23

## ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХОДОВИХ ЯКОСТЕЙ ПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА НОВОГО ПОКОЛІННЯ

**О.Г. Єгоров**

к.т.н, генеральний директор  
ORCID:0000-0002-2050-8640  
e-mail: egorovag@meb.com.ua

*ТОВ «Морське Інженерне Бюро», Одеса, Україна*

**О.В. Демідюк**

к.т.н, професор, завідуючий кафедрою «Теорія і проектування корабля  
ім. проф. Ю.Л. Воробйова»  
ORCID: 0009-0002-1450-4077  
e-mail: alexanderdemidiuk@gmail.com

**Н.Н. Котовська**

ст. викладач кафедри «Теорія і проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова»  
ORCID: 0000-0003-2865-9432  
e-mail: natalikotovs@gmail.com

*Одеський національний морський університет, Одеса, Україна*

**Анотація.** Нові покоління пасажирських суден змішаного і річкового плавання (ПС) характеризуються як новими підходами до їх проектування, так і застосуванням сучасних форм судових обводів, яке пов'язано із використанням перспективних пропульсивних комплексів.

Такі особливості пасажирських суден нового покоління ускладнюють застосування статистичних методів визначення буксирувального опору та потужності. Тому результати розрахунків за статистичними методами або визначення опору за допомогою CFD методів потребують верифікації шляхом проведення модельних випробувань.

Проведено фізичне моделювання руху пасажирського судна нового покоління в дослідному басейні ОНМУ на тихій глибокій воді і на регулярному хвилюванні. Підтверджені проектні рішення щодо визначення потрібного буксирувального опору та потужності.

Досліджена ходовість судна на регулярному хвилюванні, визначені коефіцієнти додаткового опору на регулярному хвилюванні. Отримані дані можуть бути застосовані в подальшому в процесі розробки аналогічних проектів суден.

**Ключові слова:** круїзне пасажирське судно, судна типу ріка-море, форма корпусу, ходові якості, пропульсивна установка, модельні випробування, додатковий опір при регулярному хвилюванні.

UDC629.5.01

DOI 10.47049/2226-1893-2023-2-7-23

## PHYSICAL MODELLING OF THE RUNNING PERFORMANCE OF A NEW GENERATION PASSENGER SHIP

**A. Egorov**

Ph.d., director general  
ORCID:0000-0002-2050-8640  
*e-mail: egorovag@mcb.com.ua*

*CJSC Marine Engineering Bureau, Odesa, Ukraine*

**O. Demidiuk**

Ph.d., associate professor, head of a department «Ship theory  
and design department named after prof. Y.L. Vorobyov»  
ORCID: 0009-0002-1450-4077  
*e-mail: alexanderdemidiuk@gmail.com*

**N. Kotovska**

senior lecturer, «Ship theory and design department named after prof. Y.L. Vorobyov»  
ORCID: 0000-0003-2865-9432  
*e-mail: natalikotovs@gmail.com*

*Odesa national maritime university, Odesa, Ukraine*

**Abstract.** *The new generations of river-sea cruise passenger ships (PS) are characterized by new approaches to their design and the use of modern forms of ship's contours, which is associated with the use of advanced propulsion systems.*

*These features of the new generation of passenger ships make it difficult to apply statistical methods for determining towing resistance and power. Therefore, the results of calculations using statistical methods or determination of resistance using CFD methods need to be verified by conducting model tests.*

*Physical modelling of the motion of a new generation passenger ship in the ONMU research basin in calm deep water and in regular waves was carried out. Design solutions for determining the required towing resistance and power were confirmed. The vessel's sea-keeping performance on regular waves was investigated, and the coefficients of additional resistance on regular waves were determined. The data obtained can be used in the future in the development of similar ship designs.*

**Keywords:** *cruise passenger vessel, river-sea ships, hull forms, running properties, propulsion system, model tests, additional resistance at regular waves.*

**Постановка проблеми.** Нове покоління круїзних пасажирських суден змішаного і річкового плавання (ПС) значно відрізняється від класичних річкових і модернізованих до змішаного класу круїзних пасажирських суден як за своїм технічним оснащенням, так і концептуально – застосовано інші підходи до визначення головних розмірів, обводів, оцінки ходових якостей, формування пасажирських і громадських приміщень [1-4].

Застосування принципу максимального використання габаритів внутрішніх водних шляхів, для яких проектується судно, а також упровадження нових пропульсивних комплексів (гвинто-рульові колонки та азимутальні [5-7]), за аналогією з вантажними суднами, призвели до необхідності створення нових ефективних обводів.

При цьому самі обводи створюються й оптимізуються в програмних комплексах, яких просто не існувало на момент проектування наявних нині ПС. Виконання таких розрахунків супроводжується верифікацією результатів чисельного моделювання шляхом фізичного моделювання в дослідних басейнах.

**Метою статті** є дослідження ходових якостей пасажирського судна нового покоління, розробленого Морським Інженерним Бюро. В процесі дослідження проводилося експериментальне визначення буксирувального опору і буксирувальної потужності судна під час руху в морі – на глибокій воді в умовах тихої води і регулярного хвилювання.

**Виклад основного матеріалу.** Для умов експлуатації в південно-європейському і чорноморсько-каспійському регіоні найбільш придатним є традиційний однокорпусний тип пасажирського судна. Геометричні характеристики таких суден визначаються з урахуванням шляхових обмежень (глибин фарватерів, розмірів шлюзових камер, мостових кліренсів, тощо) які зустрічаються на потенційних напрямках експлуатації. Як об'єкт дослідження розглянуто проєкт однокорпусного пасажирського судна нового покоління ПС140.

ПС проєкту ПС140 – сталеве самохідне судно з похилим форштевнем і транцевим кормовим краєм, з надлишковим надводним бортом, з подовженою надбудовою бака, надбудовою юта, із середнім розташуванням чотирирусної надбудови, з носовим розташуванням рульової рубки, з машинним відділенням у кормовій частині. Як рушії використовуються три повноповоротні гвинто-рульові колонки. Морське Інженерне Бюро має значний досвід розробки проєктів пасажирських суден змішаного району плавання [8; 9; 10; 11]. Використання повноповоротних гвинто-рульових колонок на суднах потребує застосування спеціальної форми кормового краю, що у випадку обмеженої осадки (район плавання річка-море) призводить до використання складних комбінацій обводів (скег, напівтунелі, і т.і.). Впровадження нових форм обводів корпусу потребує додаткових заходів для оцінки буксирувальної потужності, визначення ККД пропульсивної установки з метою прийняття обґрунтованих проєктних рішень.

Боковий вид ПС нового покоління пр. ПС140 наведено на рис. 1.

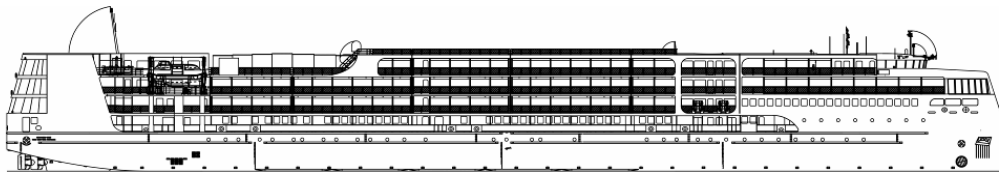


Рис. 1. Боковий вид ПС пр. ПС140

Теоретичне креслення ПС пр. ПС140 наведено на рис. 2.

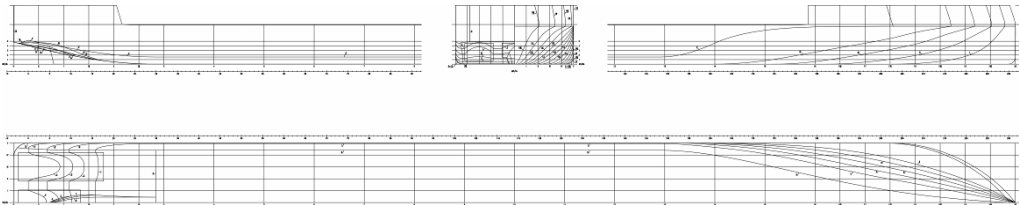


Рис. 2. Теоретичне креслення нового покоління ПС пр. ПС140

Випробування проведено в дослідному басейні Одеського національного морського університету на тихій глибокій воді та регулярному хвилюванні.

Характеристики пасажирського судна наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристики об'єкта дослідження  
(пасажирського судна пр. ПС140) і його моделі

Характеристика		Модель	Судно
Довжина між перпендикулярами, м	$L_{bp}$	2,947	140,00
Довжина по ватерлінії, м	$L_{wl}$	2,968	141,00
Ширина, м	$B$	0,349	16,60
Осадка, м	$d$	0,063	3,00
Коефіцієнт загальної повноти	$C_B$	0,814	
Об'ємна водотоннажність, м <sup>3</sup>	$\nabla$	0,0534	5718,6
Вагова водотоннажність, т	$\Delta$	0,055	5861,57
Площа змоченої поверхні, м <sup>2</sup>	$S$	1,207	2724,00
Масштаб моделі		1:47,5	
Надбавка на шорсткість	$C_A$		0,00035
Коефіцієнт виступаючих частин	$C_{AP}$		1,020
Температура води в басейні	$t, ^\circ\text{C}$	13,0	
Температура морської води	$t_n, ^\circ\text{C}$		4
Щільність морської води	$\rho,$ кгс с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup>		103,2
Глибина води в басейні	$(H/d)$	глибока вода	

Модель пасажирського судна проєкту ПС140 виготовлена в масштабі 1:47,5 за стандартною в дослідному басейні ОНМУ технологією з пінопласту з покриттям сплавом воску і парафіну. Оскільки модель має значення відношення  $L/B$  близьке до 8,5 її корпус посилений подовжніми ребрами жорсткості з фанери. Вигляд на кормовий край моделі показано на рисунку 3, вигляд носової частини моделі показано на рисунку 4. Загальний вигляд моделі пасажирського судна наведено на рисунку 5, а рисунок 6 демонструє модель на воді перед запряжкою в буксирувальну систему



Рис. 3. Кормовий край і днище моделі пасажирського судна



Рис. 4. Встановлення турбулізаторів, вид на носовий край



Рис. 5. Загальний вигляд моделі пасажирського судна



Рис. 6. Модель перед запряжкою в буксирувальну систему

**Програма випробувань на тихій воді.** Буксирувальні випробування моделі проводили при осадці 0,063 м (3,00 м для натурі) переднім ходом згідно з методикою [15], ухваленою в ОНМУ, у діапазоні швидкостей моделі судна, що відповідають числам Фруда від  $Fr = 0,098$  до  $Fr = 0,183$  із кроком, що відповідає опору моделі 0,20-0,30 кгс.

**Буксирувальні випробування на тихій глибокій воді** проведено для випадку найбільшої осадки, що відповідає морським умовам плавання. Під час руху з малими швидкостями хвилеутворення помірне; під час руху із середніми швидкостями хвилеутворення в носовому краю зростає, з'являється виразна ходова хвиля (див. рисунки 7 і 8), яка стає значною під час руху на граничних швидкостях. Результати буксирувальних випробувань моделі на тихій глибокій воді наведено на рис. 9.

Виконано перерахунок результатів буксирувальних випробувань на натуру, рисунки 10 і 11 демонструють залежність буксирувального опору і буксирувальної потужності відповідно від швидкості у вузлах.



Рис. 7. Буксування моделі на глибокій воді із середніми швидкостями,  $Fr = 0,145$



Рис. 8. Буксування моделі на глибокій воді зі швидкістю, близькою до розрахункової  $Fr = 0,183$

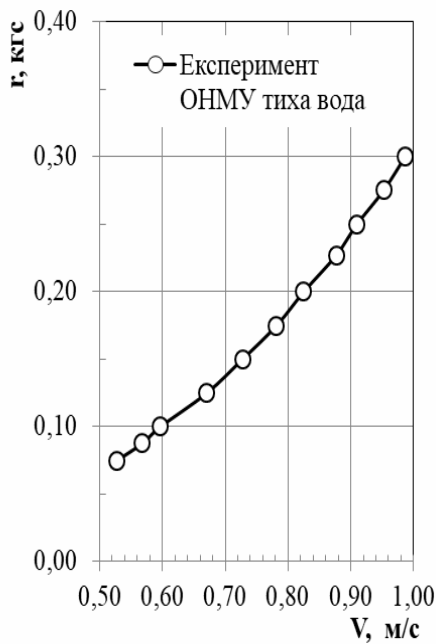


Рис. 9. Буксирувальний опір моделі пасажирського судна

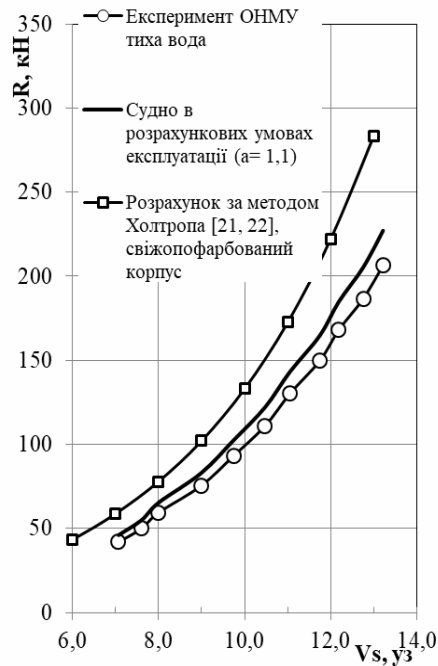


Рис. 10. Буксирувальний опір пасажирського судна

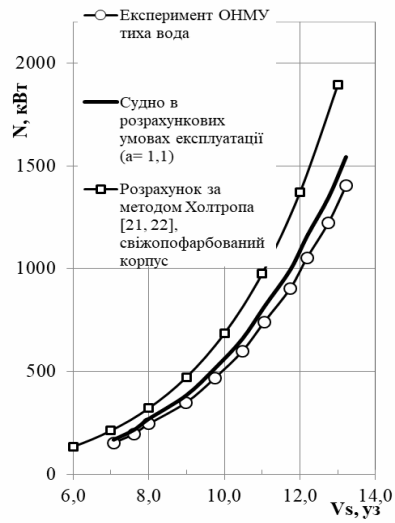


Рис. 11. Буксирувальна потужність судна

**Програма випробувань на регулярному хвилюванні.** Буксирувальні випробування моделі проводили на регулярному зустрічному хвилюванні на глибокій воді за зазначеними у таблиці 1 характеристиками моделі.

Характеристики регулярного хвилювання наведено в таблиці 2. При цьому відносну крутизну регулярних хвиль  $W = h/\lambda$  прийнято  $W = 1/30$ . Обрана крутизна хвилі враховує як можливості генерації хвиль системою хвилепродукування, встановленою в дослідному басейні ОНМУ, так і параметрами реального хвилювання, з якими судно може зіткнутися в експлуатації.

Таблиця 2

Характеристики регулярного хвилювання

$\lambda/L$	Для моделі					Для природи		
	довжина хвилі	хвильове число $k = 2\pi/\lambda$	частота хвилі $\sigma = \sqrt{gk}$	період хвилі $\tau = 2\pi/\sigma$	частота хвиле-продуктора	висота хвилі	висота хвилі	довжина хвилі
	$\lambda$	$k$	$\sigma$	$\tau$	$\sigma_{wg}$	$h$	$h$	$\lambda$
	м	—	1/с	с	Гц	мм	м	м
0,250	0,742	8,467	9,112	0,690	53,66	24,74	1,175	35,25
0,500	1,484	4,233	6,443	0,975	37,94	49,47	2,350	70,50
0,625	1,855	3,387	5,763	1,090	33,94	61,84	2,938	88,13
0,750	2,226	2,822	5,261	1,194	30,98	74,21	3,525	105,75

Пластинчастий хвилепродуктор дослідного басейну ОНМУ генерує хвилювання з профілем, близьким до синусоїдального, при цьому основні характеристики хвилювання на глибокій воді є функціями довжини хвилі  $\lambda$  за винятком висоти хвилі  $h$ . Для підбору характеристик хвилювання використовуються струнні цифрові датчики висоти хвилі оригінальної конструкції [16; 17].

Буксирувальні випробування на регулярному хвилюванні проведено для випадку найбільшої осадки, що відповідає морським умовам плавання.

Під час руху з малими швидкостями хвилеутворення помірне; під час руху із середніми швидкостями спостерігається зростання хвилеутворення в носовому краю, з'являється виразна ходова хвиля (див. рисунки 12; 13; 14, а); 15), яка стає значною під час руху на швидкостях, близьких до розрахункових (див. рисунки 12; 13; 14, б)), водночас спостерігається інтенсивне заливання носового краю.



а)



б)

*Рис. 12. Буксування моделі на глибокій воді  
на регулярному хвилюванні  $\lambda/L = 0,25$  :*

*а) буксування моделі на глибокій воді із середніми швидкостями,  
 $Fr = 0,159$  ;*

*б) буксування моделі на глибокій воді зі швидкістю,  
близькою до розрахункової,  $Fr = 0,185$*





a)



б)

*Рис. 13. Буксирування моделі на глибокій воді  
на регулярному хвилюванні  $\lambda/L = 0,5$  :*

*a) буксирування моделі на глибокій воді із середніми швидкостями,  $Fr = 0,152$  ;*

*б) буксирування моделі на глибокій воді зі швидкістю,  
близькою до розрахункової,  $Fr = 0,18$*



a)



б)

*Рис. 14. Буксирування моделі на глибокій воді  
на регулярному хвилюванні,  $\lambda/L = 0,625$  :*

*a) буксирування моделі на глибокій воді із середніми швидкостями,  
 $Fr = 0,126$  ;*

*б) буксирування моделі на глибокій воді зі швидкістю,  
близькою до розрахункової,  $Fr = 0,168$*

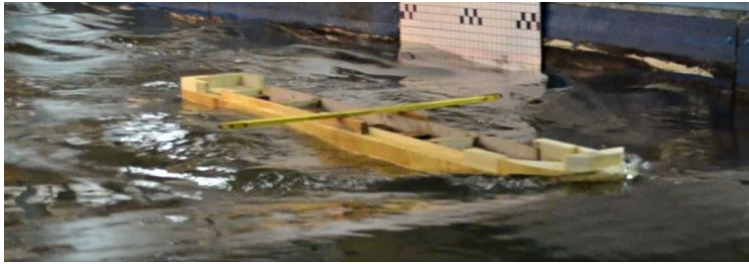


Рис. 15. Буксирування моделі на глибокій воді на регулярному хвилюванні із середніми швидкостями,  $\lambda/L = 0,75$ ,  $Fr = 0,147$

Результати буксирувальних випробувань моделі пасажирського судна на регулярному хвилюванні наведено на рис. 16).

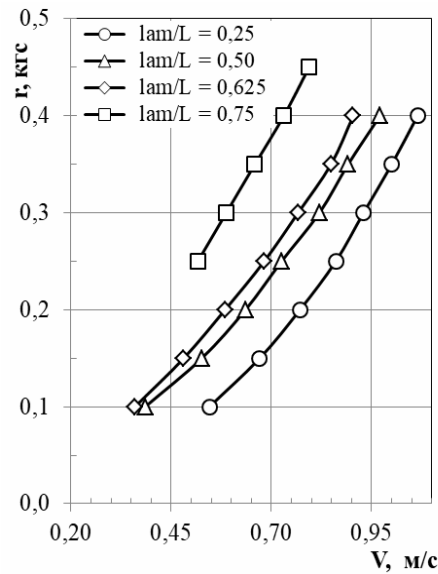


Рис.16. Буксирувальний опір моделі пасажирського судна на регулярному хвилюванні

Коефіцієнт додаткового опору на регулярному хвилюванні  $C_{aw}$  розраховано з використанням коефіцієнта залишкового опору судна на тихій воді  $C_{rcw}(Fr)$

$$C_{aw} = C_r - C_{rcw}(Fr).$$

Значення коефіцієнта залишкового опору судна на тихій воді  $C_{rcw}(Fr)$  визначено нелінійною інтерполяцією.

Розрахунок наведено в таблиці 3. Залежності коефіцієнта залишкового опору судна на регулярному хвилюванні  $C_r(Fr)$  і на тихій воді  $C_{rcw}(Fr)$  для обраних характеристик хвилювання наведено на рисунку 17. Залежності коефіцієнта додаткового опору на регулярному хвилюванні  $C_{aw}(Fr)$  для обраних характеристик хвилювання наведено на рисунках 18 та 19.

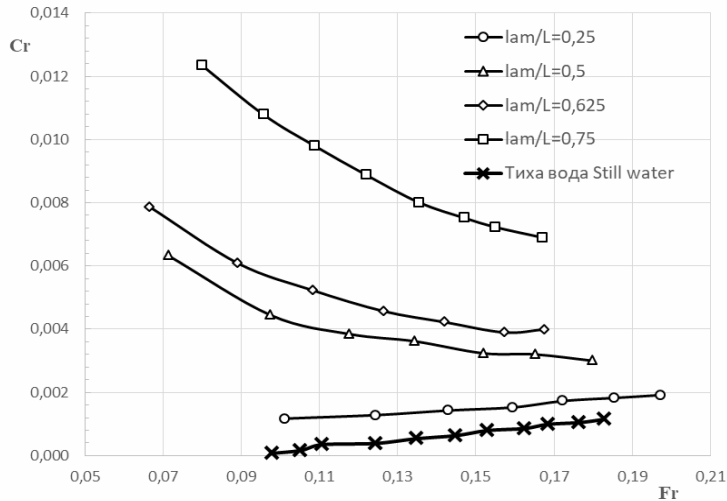


Рис. 17. Залежності коефіцієнта залишкового опору на регулярному хвилюванні  $C_r(Fr)$  та на тихій воді  $C_{rcw}(Fr)$  від відносної швидкості судна

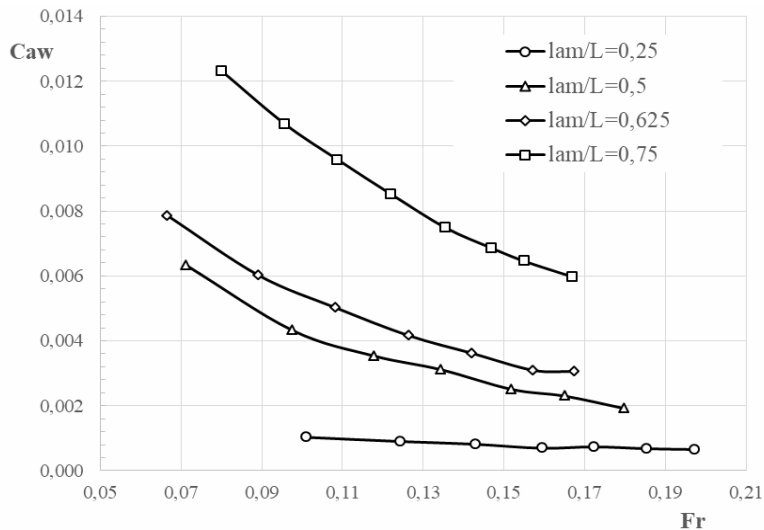


Рис. 18. Залежності коефіцієнта додаткового опору на регулярному хвилюванні  $C_{aw}$  від відносної швидкості судна

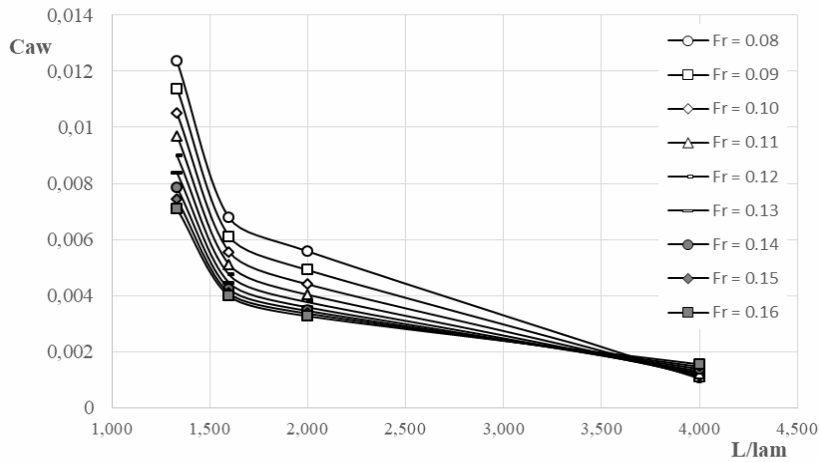


Рис. 19. Залежності коефіцієнта додаткового опору на регулярному хвилюванні  $C_{aw}$  від відношення  $L/\lambda$

Таблиця 3

Розрахунок коефіцієнта додаткового опору на регулярному хвилюванні

$\lambda/L=0,25$				$\lambda/L=0,5$			
Число Фруда	К-т залишкового опору	К-т залишкового опору на тихій воді	К-т додаткового опору на хвилюванні	Число Фруда	К-т залишкового опору	К-т залишкового опору на тихій воді	К-т додаткового опору на хвилюванні
$Fr$	$C_r$	$C_{rcw}(Fr)$	$C_{aw}$	$Fr$	$C_r$	$C_{rcw}(Fr)$	$C_{aw}$
0,080	0,0011	1,850E-05	0,0010				
0,090	0,0011	6,416E-05	0,0011				
0,101	0,0012	1,425E-04	0,0010	0,071	0,0063	1,54E-06	0,0063
0,124	0,0013	3,798E-04	0,0009	0,098	0,0044	1,15E-04	0,0043
0,143	0,0014	6,134E-04	0,0008	0,118	0,0038	3,05E-04	0,0035
0,159	0,0015	8,313E-04	0,0007	0,134	0,0036	5,04E-04	0,0031
0,172	0,0017	9,944E-04	0,0007	0,152	0,0032	7,32E-04	0,0025
0,185	0,0018	1,146E-03	0,0007	0,165	0,0032	9,05E-04	0,0023
0,197	0,0019	1,264E-03	0,0007	0,180	0,0030	1,09E-03	0,0019

Продовження табл. 3

$\lambda/L=0,625$				$\lambda/L=0,75$			
Число Фруда	К-т залишкового опору	К-т залишкового опору на тихій воді	К-т додаткового опору на хвилюванні	Число Фруда	К-т залишкового опору	К-т залишкового опору на тихій воді	К-т додаткового опору на хвилюванні
$Fr$	$C_r$	$C_{rcw}(Fr)$	$C_{aw}$	$Fr$	$C_r$	$C_{rcw}(Fr)$	$C_{aw}$
				0,080	0,0123	1,850E-05	0,0123
0,067	0,0079	2,14E-06	0,0079	0,096	0,0108	1,011E-04	0,0107
0,089	0,0061	5,91E-05	0,0060	0,109	0,0098	2,126E-04	0,0096
0,108	0,0052	2,07E-04	0,0050	0,122	0,0089	3,534E-04	0,0085
0,126	0,0046	4,05E-04	0,0042	0,135	0,0080	5,173E-04	0,0075
0,142	0,0042	6,02E-04	0,0036	0,147	0,0075	6,680E-04	0,0069
0,157	0,0039	8,03E-04	0,0031	0,155	0,0072	7,727E-04	0,0065
0,168	0,0040	9,35E-04	0,0031	0,167	0,0069	9,283E-04	0,0060

**Висновки.** Виконано дослідження ходових якостей ПС нового покоління. Ці судна відрізняються від класичних проєктів ПС, побудованих за радянських часів, співвідношенням  $L/B$ , обводами носового та кормового країв, які спроектовано з урахуванням встановлення підрулювальних пристроїв і гвинто-рульових колонок відповідно.

Проведений аналіз оптимальної для характеристик дослідного басейну ОНМУ довжини моделі, яка забезпечує наявність автомодельності за числами Рейнольдса на всьому розглянутому діапазоні швидкостей руху моделі. З урахуванням цього обраний масштаб моделі 1:47,5. Виготовлено модель пасажирського судна проєкту ПС140 для проведення випробувань.

Виконані експериментальні випробування ходових якостей моделі пасажирського судна проєкту ПС140 на тихій воді. За даними буксирувальних випробувань швидкість судна зі свіжофарбованим корпусом, осадкою 3,00 м у глибокій спокійній воді в реальних умовах експлуатації за наявної потужності головної силової установки  $Ne = 3100$  кВт становитиме принаймні 13,22 вузла.

Отримані дані щодо ходових характеристик судна проєкту ПС140 на регулярному хвилюванні, які оброблені та представлені у графічному вигляді.

Побудовано залежності додаткового опору під час руху судна на регулярному хвилюванні від різної інтенсивності хвилювання і швидкості руху судна. Виконано перерахунок результатів випробувань на натурне судно за стандартною методикою. Отримана інформація використана для перевірки коректності прийнятих проєктних рішень, та може бути застосована в подальшому у випадку розробки аналогічних проєктів суден.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Egorov G.V., Egorov A.G., Ilnytskyi I.A. Design features of river-sea cruise passenger vessels for Russian inland waterways and adjacent seas // *Papers of the Intern. Conf. «Design & Operation of Passenger Ships»*. – London (UK): Royal Institution of Naval Architects, 2019. – P. 21-29.
2. Egorov A.G., Egorov G.V. River and river-sea cruise passenger ships. Operational experience, prognosis and novel concepts // *Proceedings of the Intern. Conf. «Sustainable and Safe Passenger Ships»*. – Athens (Greece): Royal Institution of Naval Architects & Hellenic Institute of Marine Technology, 2020. – P. 133-143.
3. Семин А.А. Классификация способов оценки комфортабельности как состав-ляющий элемент проектирования судов и организации обслуживания пасса-жиров // *Вісник ОНМУ*. – Одеса: ОНМУ, 2013. – Вип. 1 (37). – С. 180-187.
4. Zverkhovskiy O., De Jong J.S. DAMEN air cavity system of sustainable passenger ships // *Proceedings of the Intern. Conf. «Sustainable and Safe Passenger Ships»*. – Athens (Greece): Royal Institution of Naval Architects & Hellenic Institute of Marine Technology, 2020. – P. 65-70.
5. Колесник Д.В. Сравнение общей эффективности использования ВРК и тради-ционного пропульсивного комплекса на судах смешанного река-море плавания / *Сборник докладов между-н. научно-практ. конф. в честь 80-летнего юбилея профессора В.В. Козлякова*. – Одесса: Судостроение и судоремонт, 2010. – С. 131-136.
6. VETH rudder propellers: VETH propulsion by TwinDisc. – Papendrecht, The Netherlands, 2019. – 48 p.
7. SCHOTTEL propulsion for next-generation Yangtze cruise vessel. «Cruise & ferry» web page. [Электронный ресурс] – URL.: <https://www.cruiseandferry.net/arti-cles/Schottel-to-provide-azimuth-thrusters-for-Yangtze-cruise-vessel> (дата звернен-ня 18.03.2020).
8. Исследование ходовых качеств пассажирского судна на 300 пассажиров: технический отчет DMT-11-084, 2011. – 39 с.
9. Исследование ходовых качеств пассажирского судна на 150 пассажиров: технический отчет DMT-11-086, 2011. – 38 с.
10. Исследование ходовых качеств пассажирского барже-буксирного состава на 250 пассажиров: технический отчет DMT-11-088, 2011. – 39 с.
11. Исследование ходовых качеств пассажирского судна: технический отчет DMT-12-095, 2012. – 35 с.
12. Trial performance prediction with open FP propellers: trial prediction of project PC09 // *Rolls-Royce*, 2014. – 2 p.
13. Программа натурных мореходных испытаний в условиях расчетного ветро-волнового режима: Выпуск МИБ. 5372, 2019. – 18 с.
14. Протокол натурных мореходных испытаний в условиях расчетного ветро-волнового режима: Выпуск МИБ. 5420, 2019. – 38 с.
15. Демидюк А.В. Модернизация системы измерений опытового бассейна ОНМУ // *Вісник ОНМУ*. Вип. 34. Одеса: ОНМУ, 2012. С. 67-76

16. Демидюк А.В., Ефремова Н.В., Чернецкий А.В. Про призначення характеристик хвилювання при плануванні експериментів в дослідному басейні ОНМУ На правах рукопису. Звіт НДІ ФіПД за темою «Розв'язання деяких задач щодо вдосконалення роботи водного транспорту України», 2015 р.
17. Egorov G.V., Tonyuk V.I., Egorov A.G., Demidiuk A.V. Features of the CV03 concept of floating transshipment complex with open cargo hold. Proceedings of 18th International Congress of the International Maritime Association of the Medi-terranean (IMAM 2019). Sustainable Development and Innovations in Marine Technologies. Varna, Bulgaria, 2019. P.338-345. DOI :<https://doi.org/10.1201/9780367810085> (ISBN 978-0-378-40951-7)
18. ITTC – Recommended Procedures: 7.5-02-03-01.4 Performance, Propulsion 1978 ITTC Performance Prediction Method
19. Кацман Ф.М. Пропульсивные качества морских судов / Ф.М. Кацман, А.Ф. Пустошный, В.М. Штумпф. – Л.: Судостроение, 1972. – 512 с.
20. Турбал В.К. Проектирование обводов и движителей морских транс-портных судов / В.К. Турбал, В.С. Шпаков, В.М. Штумпф. – Л.: Судостроение, 1983. – 304 с.
21. HOLTROP, J. A 1984 Statistical reanalysis of resistance and propulsion data, *International Shipbuilding Progress*, 31, 272-276.
22. HOLTROP, J. A AND MENNEN G. G. J. 1982 An approximate power prediction method, *International Shipbuilding Progress*, 29, 166-170.

#### REFERENCE

1. Egorov G.V., Egorov A.G., Ilnytskyi I.A. Design features of river-sea cruise passenger vessels for Russian inland waterways and adjacent seas // *Papers of the Intern. Conf. «Design & Operation of Passenger Ships»*. – London (UK): Royal Institution of Naval Architects, 2019. – P. 21-29.
2. Egorov A.G., Egorov G.V. River and river-sea cruise passenger ships. Operational experience, prognosis and novel concepts // *Proceedings of the Intern. Conf. «Sustainable and Safe Passenger Ships»*. – Athens (Greece): Royal Institution of Naval Architects & Hellenic Institute of Marine Technology, 2020. – P. 133-143.
3. Semin A.A. (2013) Klassifikatsiya sposobov ozenki komfortabelnosti kak sostavliashiy element proektirovaniya sudov I organizatsii obsluzhivaniya passazhirov [Classification of comfort assessment methods as a constituent element of ship design and passenger service organization]. *Vestnik ONMU*. – Odesa: ONMU, 2013. – Issue. 1 (37). – C. 180-187 (in Russian).
4. Zverkhovskiy O., De Jong J.S. DAMEN air cavity system of sustainable passenger ships // *Proceedings of the Intern. Conf. «Sustainable and Safe Passenger Ships»*. – Athens (Greece): Royal Institution of Naval Architects & Hellenic Institute of Marine Technology, 2020. – P. 65-70.

5. Kolesnik D.V. (2010) *Sravneniye obshey effektivnosti ispolzovaniya VRK i traditsionnogopropulsivnogo kompleksa na sudakh smeshannogo reka-more plavaniya* [Comparison of overall efficiency of propeller steering columns and conventional propulsion on mixed river-sea going vessels]. Proceedings of the International Scientific-Practical Conference in honour of the 80th anniversary of Prof. V.V. Kozlakov. (Ukraine, Odesa, 2010), Odesa: Shipbuilding and Shiprepair. P. 131-136 (in Russian).
6. VETH rudder propellers: VETH propulsion by TwinDisc. – Papendrecht, The Netherlands, 2019. – 48 p.
7. SCHOTTEL propulsion for next-generation Yangtze cruise vessel. «Cruise & ferry» web page. – URL.: <https://www.cruiseandferry.net/articles/Schottel-to-provide-azimuth-thrusters-for-Yangtze-cruise-vessel> (circulation date 18.03.2020).
8. Issledovaniye khodovykh kachestv passazhirskogo sudna na 300 passa-zhirov (2011) [Study of sailing qualities of passenger ship for 300 passengers] technical report DMT-11-084, 39 p. (in Russian).
9. Issledovaniye khodovykh kachestv passazhirskogo sudna na 150 passa-zhirov (2011) [Study of sailing qualities of passenger ship for 150 passengers] technical report DMT-11-086, 38 p. (in Russian).
10. Issledovaniye khodovykh kachestv passazhirskogo barzhe-buksirnogo sos-tava na 250 passazhirov (2011) [Study of sailing qualities of passenger barge-tugboat train for 250 passengers] technical report DMT-11-088, 39 p. (in Russian)
11. Issledovaniye khodovykh kachestv passazhirskogo sudna (2012) [Study of sailing qualities of a passenger ship] technical report DMT-12-095, 35 p. (in Russian).
12. Trial performance prediction with open FP propellers: trial prediction of project PC09 // Rolls-Royce, 2014. – 2 p.
13. Programma naturnykh morekhodnykh ispitaniy v usloviyakh raschetnogo vetrovolnovogo rezhima (2019)[Program of sea trials under design wind-wave conditions] Issue MIB.5372, 18 p. (in Russian).
14. Protokol naturnykh morekhodnykh ispitaniy v usloviyakh raschetnogo vetrovolnovogo rezhima (2019)[Report of sea trials under design wind-wave conditions] Issue MIB.5420, 38 p. (in Russian).
15. Demidiuk O.V. (2012) Modernizacija sistemy izmerenij opytovogo bassejna ONMU [Upgrading the measurement system of the Odessa National Maritime University towing tank] Visnyk ONMU [Herald of Odessa National Maritime University], 34, pp. 67-76 (in Russian).
16. Demidiuk O.V., Efremova N.V., Chernetsky O.V. (2015) Pro prisna-chennya kharakteristik khvilyvannya pri planuvanni eksperimentiv v doslidnomu baseini ONMU [On the assignment of wave characteristics in the planning of experiments in the research basin of ONMU] On the rights of the manuscript. Report of the Research Institute of Fundamental and Applied Research on the topic «Rozvyazannia deyakikh zadach shodo vdoskonalennya roboty vodnogo transport Ukrainy» (in Ukrainian)



17. Egorov G.V., Tonyuk V.I., Egorov A.G., Demidiuk A.V. Features of the CV03 concept of floating transshipment complex with open cargo hold. Proceedings of 18th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean (IMAM 2019). Sustainable Development and Innovations in Marine Technologies. Varna, Bulgaria, 2019. P.338-345. DOI:https://doi.org/10.1201/9780367810085 (ISBN 978-0-378-40951-7)
18. ITTC – Recommended Procedures: 7.5-02-03-01.4 Performance, Propulsion 1978 ITTC Performance Prediction Method
19. Katsman F.M., Pustoshny A.F., Shtumpf V.M. (1972) Propulsivniye kachestva morskikh sudov [Propulsive qualities of seagoing ships]. L.: Sudostroeniye. (in Russian).
20. Turbal V.K., Shpakov V.S., Shtumpf V.M. (1983) Proektirovaniye obvodov i dvi-zhiteley morskikh transportnykh sudov [Design of shapes and thrusters of sea trans-port ships]. L.: Sudostroeniye. (in Russian).
21. HOLTROP, J. A 1984 Statistical reanalysis of resistance and propulsion data, International Shipbuilding Progress, 31, 272-276.
22. HOLTROP, J. A AND MENNEN G. G. J. 1982 An approximate power prediction method, International Shipbuilding Progress, 29, 166-170.

*Стаття надійшла до редакції 15.05.23*

**Посилання на статтю: Єгоров О.Г., Демідюк О.В., Котовська Н.Н.** Фізичне моделювання ходових якостей пасажирського судна нового покоління // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць, 2023. № 2 (69). С. 7-23. DOI 10.47049/ 2226-1893-2023-2-7-23.

*Article received 15.05.2023*

**Reference a journalartic: Egorov A., Demidiuk O., Kotovska N.** Physical modelling of the running performance of a new generation passenger ship // Herald of the Odessa National Maritime University. Coll. scient. works, 2023. № 2(69). С. 7-23. DOI 10.47049/ 2226-1893-2-7-23.