

УДК 629.5.018.1

**Дослідні басейни України: сучасний стан та перспективи розвитку****Мороз В. В.**

Інститут гідромеханіки НАН України, м. Київ, Україна

*Дослідні басейни є одними з найбільших експериментальних установок і призначені для дослідження морехідних якостей суден. Наразі в Україні діють чотири дослідні басейни. Представлено короткий опис технічних можливостей існуючих басейнів та найбільш вагомих отриманих результатів. Нажаль нині суднобудівна галузь України переживає не найкращі часи, що негативно позначається і на роботі дослідних басейнів. В статті розглядаються можливі шляхи щодо розширення тематики досліджень в дослідних басейнах. Зокрема, представлено результати досліджень аеродинаміки літальних апаратів та суден на повітряній подушці методами гідродинамічного експерименту. Продемонстровано також можливості дослідження в дослідному басейні процесу взаємодії хвильових полів, що генеруються судном, з берегами та штучними хвилеломами. Підкреслено, що важливим аспектом в розвитку дослідних басейнів є створення автоматизованої системи збору та обробки даних експерименту.*

*Ключові слова:* дослідний басейн; модель судна; аерогідродинамічні характеристики.

В загальному комплексі експериментальних установок в галузі гідроаеродинаміки дослідні басейни займають важливе місце. Вони призначені, перш за все, для проведення експериментальних досліджень морехідних якостей суден та їх рушійно-рульових комплексів. Наразі в Україні діють чотири дослідні басейни.

Дослідний басейн Одеського національного морського університету було створено у 1932 році за проектом тоді ще молодого німецького інженера Германа Шліхтінга (1907-1982), а згодом – вченого світового рівня, найбільшого фахівця в галузі гідроаеродинаміки і автора фундаментальної праці «Теорія примежового шару» [1]. Басейн має довжину 35,5 метра, ширину – 6,1 метра і глибину – 2,5 метра. В басейні випробовуються моделі суден довжиною до 2 метрів при швидкостях буксирування до 5 м/с. Найбільш яскравий період розвитку басейна пов'язаний з іменем видатного вченого-кораблебудівника д.т.н., професора Костюкова О.О. (1908-1976), автора фундаментальної праці «Теорія корабельних хвиль і хвильового опору». З 1980 року басейн носить ім'я професора О.О. Костюкова.

Дослідний басейн Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв) було створено у 1949 році в результаті реконструкції зруйнованого під час війни корпусу інституту. Басейн має довжину 33,0 метра, ширину – 2,5 метра і глибину – 1,1 метра. В басейні випробовуються моделі суден довжиною близько 1 метра при швидкостях буксирування до 5 м/с. В першу чергу басейн інтегрований в учбовий процес університету але і наукові дослідження в галузі гідродинаміки суден в басейні також проводяться. Зокрема, результати досліджень, пов'язані з дослідженням гідродинаміки парусних яхт, були використані в студентському конструкторському бюро «Яхта» при проектуванні крейсерської парусної яхти «Ікар», яка вперше в історії України здійснила навколосвітню подорож. Також великий обсяг досліджень в басейні було виконано при визначенні характеристик ескортних буксирів, які мають забезпечувати безпеку судноплавства великотоннажних суден в умовах обмеженого фарватеру в басейні Дніпро-Бузького лиману [2].

Дослідний басейн Інституту гідромеханіки НАН України (м. Київ) було створено у 1959 році за проектом видатного вченого в галузі гідромеханіки та теорії корабля д.т.н., професора, академіка Павленко Г.Є. (1898-1970). Басейн має довжину 50,0 метра, ширину – 6,8 метра і глибину – 3,5 метра. В басейні випробовуються моделі суден довжиною до 5 метрів при швидкостях буксирування до 5 м/с. Це найбільший дослідний басейн в Україні [3]. В басейні

виконано величезний обсяг досліджень, пов'язаних з особливостями руху суден на мілководді та в умовах обмеженого фарватеру. Результати досліджень лягли в основу норм та правил судноплавства по річках України та прибережним мілководним районам Чорного та Азовського морів.

Швидкісний дослідний басейн Інституту гідромеханіки НАН України (м. Київ) було створено у 1972 році за ініціативи видатного вченого в галузі гідромеханіки д.т.н., професора, академіка Логвиновича Г.В. (1912-2002). Басейн має довжину 140,0 метра, ширину – 4,0 метра і глибину – 1,8 метра. За задумом швидкісний басейн було призначено для дослідження гідродинаміки великих швидкостей. Тому для руху буксировочного возика в басейні було застосовано революційну та той час систему приводу на базі лінійного асинхронного електродвигуна, який забезпечує швидкість буксировочного возика до 25 м/с. Це найшвидший дослідний басейн в Україні [3]. В басейні виконано величезний обсяг досліджень, пов'язаних зі швидкісним рухом різноманітних тіл при відривному обтіканні на режимах розгону та гальмування.

Нажаль нині суднобудівна галузь України переживає не найкращі часи, що негативно позначається і на роботі дослідних басейнів. Одним із основних шляхів розвитку дослідних басейнів є розширення тематики та запровадження нетрадиційних методів експериментальних досліджень.

У швидкісному дослідному басейні Інституту гідромеханіки НАН України розвинуто гідродинамічний метод вирішення аеродинамічних задач, зокрема, стосовно аеродинаміки крила поблизу екрану [4]. Суть методу полягає в тому, що рух крила в повітряному середовищі замінюється в експерименті рухом крила у водному середовищі, а водний плоский або хвильовий екран над яким рухається крило замінюється твердим плоским або хвильовим екраном (рис.1).

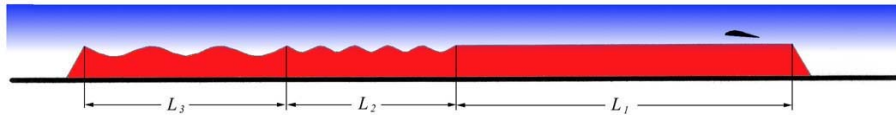


Рис. 1. Схема руху крила над екраном в дослідному басейні

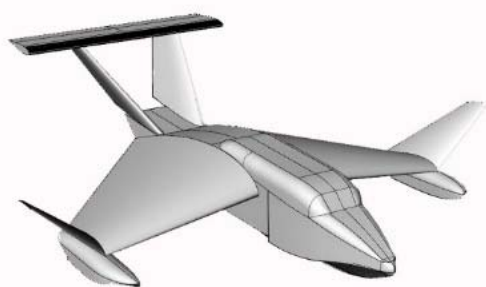
Заміна повітряного середовища водняним середовищем цілком виправдана, так як в даному випадку ефектами стисливості можна знехтувати, а при великих швидкостях руху над водною поверхнею вона поводить себе як тверда поверхня. Крім цього, такий спосіб моделювання дозволяє досягати високих чисел Рейнольдса ( $2 \cdot 10^6$ ) при відносно малих розмірах моделі та швидкостях буксирування (3...5 м/с), що значно спрощує технологію проведення експерименту.

Преваги цього методу було продемонстровано на прикладі дослідження аеродинамічних характеристик швидкісного судна типу WIG-craft (Wing-in-ground craft), аеродинамічна схема якого ґрунтується на особливостях аеродинаміки крила поблизу екрану (екранному ефекту) [5]. Суть екранного ефекту полягає в збільшенні підйімальної сили при одночасному зменшенні індуктивного опору крила при наближенні його до екрану.

Для проведення експериментальних досліджень в дослідному басейні була побудована схематизована модель швидкісного судна типу WIG-craft (рис.2-а). При цьому концепція швидкісного судна типу WIG-craft відповідала конфігурації, яку обґрунтував А.Lippisch і яка в повній мірі реалізована в серії швидкісних суден серії «Flightship», зокрема FS8 [5].

Модель швидкісного судна типу WIG-craft за допомогою спеціального пілону підвішувалася до буксировочного возика (див. рис.2-б). У нижній частині пілону було встановлено трикомпонентний тензометричний динамометр. Між моделлю та тензометричним динамометром встановлювалися знімні перехідники, що дозволяють

задавати моделі різні кути атаки. Висота руху моделі над екраном регулювалася шляхом вертикального переміщення всього пілона.



а)



б)

Рис.2. Зовнішній вигляд схематизованої моделі для аеродинамічних досліджень (а) та спосіб підвіски моделі до буксировочного возика дослідного басейна (б).

Характерний вигляд зведених залежностей аеродинамічних характеристик швидкісного судна типу WIG-craft показано на рис.3.

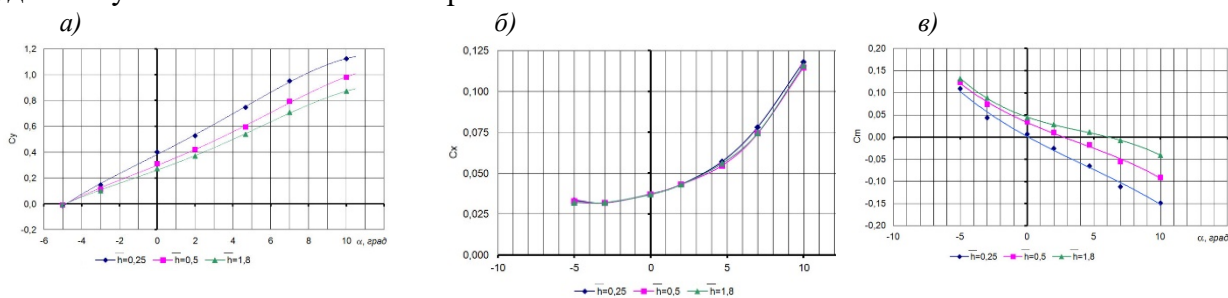


Рис.3. Графіки залежності аеродинамічних характеристик швидкісного судна типу WIG-craft: а) – коефіцієнт підйимальної сили; б) – коефіцієнт сили опору; в) – коефіцієнт повздовжнього моменту

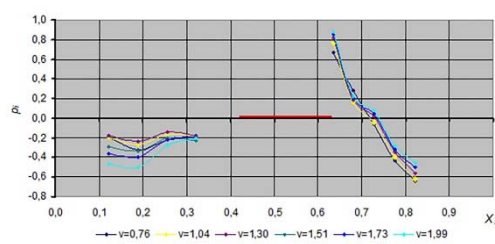
Для багатьох швидкісних суден є актуальним питання аеродинаміки надводної частини корпусу. Зокрема, для суден на повітряній подушці при виборі місць розташування повітрязбірників підйимального комплексу надзвичайно важливо знати характер розподілу тиску на палубі (рис.4-а). В дослідному басейні Інституту гідромеханіки НАН України розвинуто гідродинамічний метод визначення аеродинамічних характеристик надводної частини швидкісних суден за допомогою дубльованої моделі (рис.4-б). Суть методу полягає в тому, що створюється дубльована модель судна відносно діючої ватерлінії. Таким чином при випробуваннях в дослідному басейні моделюється обтікання тільки надводної частини корпусу судна. На рис.4-в представлено характерний вигляд розподілу тиску на палубі судна відносно рубки (положення рубки показано червоним кольором).



а)



б)



в)

Рис.4. Характерний вигляд судна на повітряній подушці скегового типу (а), дубльованої моделі (б) та розподілу тиску на палубі (в)

Під час руху судна на мілководді в умовах обмеженого фарватеру в діапазоні критичних швидкостей перед ним відбувається генерування хвиль-солітонів, які рухаються в напрямку руху судна. Навіть якщо судно зупиниться хвиля-солітон все одно продовжує рух самостійно. На своєму шляху хвиля-солітон може зустрічати різноманітні перепони у вигляді причалів, дамб та інших гідротехнічних споруд. В залежності від кута падіння на перепону хвиля-солітон може відбиватися безпосередньо на поверхні перепони або на деякій відстані неї. У другому випадку має місце трьох хвильове відбиття, так як виникає третя хвиля-солітон, яка з'єднує падаючу и відбиту хвилі з поверхнею перепони і має назву «ніжка Маха» (рис.5-а). При цьому висота «ніжки Маха» може вдвічі перевищувати висоту падаючої хвилі і мати велику руйнівну силу. На рис.5-б показано автоматизовану систему реєстрації параметрів хвиль безпосередньо біля стінки та результати реєстрації профілю «ніжки Маха» (рис.5-б).

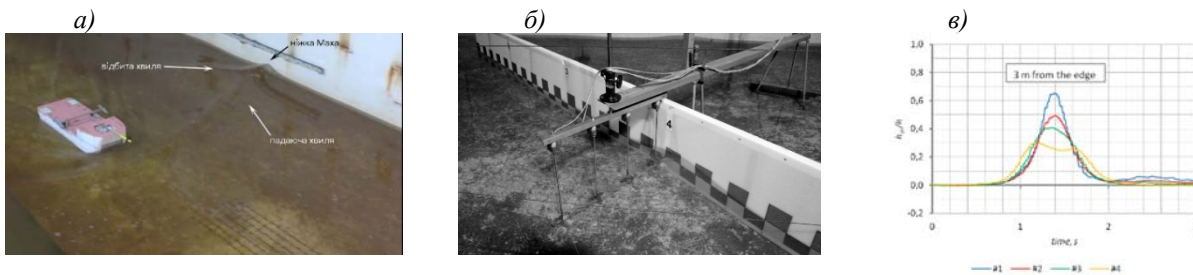


Рис.5. Трьох хвильове відбиття падаючої хвилі від стінки каналу (а), автоматизована система реєстрації параметрів хвиль (б) та характерний профіль «ніжки Маха» (в).

Таким чином можна зробити висновок про те, що Україна має велику історію дослідних басейнів, в яких було отримано важливі результати в галузі гідродинаміки судна. В сучасних умовах перспективи розвитку дослідних басейнів пов'язані з розширенням тематики та запровадженням нетрадиційних методів експериментальних досліджень. Важливим аспектом в розвитку дослідних басейнів є створення автоматизованих систем збору та обробки даних експерименту.

#### Список літератури

1. Демидюк А. В. Опытному бассейну ОНМУ – 83/ А.В. Демидюк, Э.В. Коханов// – Вісник ОНМУ – Одеса: Вид-во ОНМУ – 2015. - № 3(45). – С.13-18.
2. Некрасов В. А. Определение характеристик эскортных буксиров на основе данных модельных испытаний в опытовом бассейне Национального университета кораблестроения/ В.А. Некрасов, Д.А. Дробот, С.А. Череватенко, А.П. Ястреба// – Вісник ОНМУ – Одеса: Вид-во ОНМУ – 2013. - № 1(37). – С.8-17.
3. Институт гидромеханики -75. – К.: Интерграфик, 2002. – 240 с.
4. Белинский В.Г. Опыт исследования задач аэродинамики методами гидродинамического эксперимента/ В.Г.Белинский, В.А. Кочин, В.В. Мороз// Вісник ОНМУ – Одеса: Вид-во ОНМУ – 2013. - № 1(37). – С. 39-54
5. Yun L. WIG Craft and Ekranoplan: Ground Effect Craft Technology /L. Yun, A. Bliault, J. Doo // Publisher: Springer New York, NY, 2010 – 450 p. DOI 10.1007/978-1-4419-0042-5.
6. Котельникова А.С. Взаимодействие корабельных уединенных волн с вертикальной стенкой при наклонном падении / А.С. Котельникова, В.А. Кочин, В.В. Мороз, В.И. Никишов, В.Ю. Филимонов// Вісник ОНМУ – Одеса: Вид-во ОНМУ – 2015. - № 3(45). – С. 5-67

## Research basins of Ukraine: current state and development prospects

**Moroz Volodymyr**

Institute of Hydromechanics of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

*Experimental basins are one of the largest experimental facilities and are designed to study the seaworthiness of ships. There are currently four research basins operating in Ukraine. A brief description of the technical capabilities of the existing basins and the most significant results obtained is presented.*

*Unfortunately, the shipbuilding industry of Ukraine is not going through the best of times, which has a negative effect on the work of research basins. The article considers possible ways to expand the subject of research in research basins. In particular, the results of research into the aerodynamics of aircraft and hovercraft using hydrodynamic experiment methods are presented. The possibilities of research in the experimental basin of the process of interaction of wave fields generated by the ship with shores and artificial breakwaters are also demonstrated. It is emphasized that an important aspect in the development of experimental basins is the creation of an automated system for collecting and processing experimental data.*

*Keywords. experimental basin; ship model; aerohydrodynamic characteristics.*