

DOI 10.36074/logos-01.08.2025.022

ПРОПУЛЬСИВНИЙ КОМПЛЕКС ЛІТОРАЛЬНИХ СУДЕН ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Бурнашов Владислав Володимирович¹

1. здобувач вищої освіти бакалаврського рівня
Національний університет "Одеська морська академія", Україна

Інтенсивність перевезень по внутрішніх водних шляхах і використання складу транспортних засобів, у першу чергу суттєво залежать від формування напрямків перевезень, пропускної здатності русел рік і наявності потужних кінцевих портів. У системі рік України в якості напрямків перевезень можна умовно виділити:

- західне – по українській частині Дунаю;
- південне – по ріках Дністер, Південний Буг і Дніпро;
- північне – по ріках Дніпро й Західний Буг.

З північним напрямком тісно зв'язане відновлення магістрального водного шляху міжнародного значення E40, який за допомогою річкової системи Східної Європи, від Вісли до Дніпра, повинен найкоротшим шляхом з'єднати Балтійське й Чорне моря. Вантажотransпортний потенціал цих напрямків перевищує, на 2025 рік, порядку 6 млн. тон експортно-імпортних вантажів у рік. Пропускна здатність русел рік суттєво залежить і від реалізації днопоглиблювальних робіт.

В Україні першочерговими роботами цього призначення є поглиблення русла Дунаю [1].

Трансєвропейська ріка Дунай відрізняється складними й варіативними гідрологічними умовами. Коливання рівня води на окремих ділянках ріки обумовлено кількістю опадів, що випали, величиною сніжного покриву, характером погоди в період танення снігу, режиму вітрів і ін. Одночасно істотний вплив на коливання рівня води виявляють такі фактори, як поздовжній ухил водної поверхні, форма русла, інтенсивність руслових деформацій, наявність шлюзів, льодові явища та інше. Незважаючи на складний гідрологічний режим, на Дунаї чітко прослідковуються періоди весняного повіддя й осінньої межені. Результати ряду

досліджень підтверджують, що в останні роки відзначає тенденцію зменшення водності Дунаю. Аналіз статистичних даних основних гідрологічних характеристик та витрат і рівнів води, виконаний болгарським агентством по дослідженню й експлуатації ріки Дунай, показав зменшення витрат води на 236 м³/с і рівнів води на 68 см за 70-літній період спостережень.

Небезпечні гідрологічні зміни, що відбуваються, роблять Дунай однієї із самих складних у навігаційному відношенні рік, судноплавство на ній залежить від глибин, яке на природніх ділянках обумовлене гідрологічними особливостями ріки, рельєфу дна.

Днопоглиблювальні роботи, спрямовані на забезпечення мінімальних глибин суднового ходу, дають лише тимчасовий або короткостроковий результат. Іншим немаловажним фактором є ерозія берегів ріки, яка негативно впливає на стан умов судноплавства.

Крім зупинок судноплавства почастишали випадки посадки окремих суден та караванів на мілину на різних ділянках Дунаю. Гідрографічні служби не завжди встигають попереджувати судоводіїв про зміни гідрологічної ситуації [2].

Накопичені результати багаторічних спостережень показують, що вплив мілководдя насамперед позначається на:

- збільшенні хвильового та в'язкісного опору і, як наслідок, на втрати швидкості;
- зміні осадки судна, тому що з'являється просідання і змінюється ходовий диферент;
- зміні параметрів керованості внаслідок зростання приєднаних мас рідини, що впливають на інерційні якості та керованість;
- взаємодії з іншими об'єктами: стінкою каналу, відмінними глибинами або зустрічними суднами, що йдуть на малій відстані;
- зміні умов роботи рушіїв;
- зміні параметрів качки.

Наявність дна, що обмежує глибину акваторії, змінює в порівнянні з умовами глибокої води характеристики течії, що викликається в навколишній рідині рухом судна. При цьому змінюються і діють на судно з боку рідини гідродинамічні реакції в'язкісної та хвильової природи, проекції яких на напрямок руху утворюють відповідні складові опору, а вертикальні проекції змінюють ходову осадку та диферент. Механізм впливу обмеженої глибини деякі складові опору судна різний, а ступінь його впливу залежить від відносної глибини води H/T чи H/L і числа Фруда.

섹션 14.

TRANSPORT AND TRANSPORT TECHNOLOGIES

Глибина, при якій судно набуває ризику і погано слухається пера стерна, багато в чому залежить від швидкості судна. Зазвичай судно починає погано слухатися пера стерна, коли проходить над ділянкою з глибиною у півтора рази більшою, ніж його осад. З подальшим зменшенням глибини погіршується стабільність судна на курсі. Судно також погано зменшується і при русі з малою швидкістю на мілководних ділянках. Вплив мілководдя позначається на швидкості, зменшуючи її, і на осаді судна, збільшуючи останню. Чим більше судно і більше його швидкість, тим сильніше виявляються зазначені явища [3].

Від перерахованого залежить насамперед орієнтація проектних робіт у питаннях вибору типів суден, що використовуються, оптимізації їх головних розмірів та типів пропульсивних комплексів при проектуванні, формування складів діючих флотів та визначення тенденцій їх розвитку.

Для пошуку шляхів вдосконалення проаналізовані конструкції найбільш типів пропульсивних комплексів динамічного позиціонування.

Відомий пристрій, що складається з повнообертової гвинтостернової колонки (AZIPOD) [4 - 6].

Недоліки пристрою, які обумовлені застосуванням повнообертової гвинтостернової колонки:

- надвелика вартість установки;
- велика ймовірність пошкодження установки при роботі у льодових умовах та на малих глибинах;
- збільшена будівельна вартість судна, особливо на тих суднах, де передбачений рух як носом, так і кормою – система двох ходових містків;
- велика вартість технічного обслуговування.

Найбільш близьким за технічною сутністю та результатом, що досягається, до вирішення задачі динамічного позиціонування на малих глибинах, є судновий підрулюючий пристрій, що складається з наскрізного каналу, який проходить від борту до борту судна перпендикулярно його діаметральній площині та який містить електродвигун з гребними гвинтами. Відмінність такого пристрою полягає у тому, що наскрізний канал на кожному борті має розгалуження на носовий та кормовий канали, які перекриваються засувками, а сам наскрізний канал має керований донний кінгстон для забору води (рис. 1) [4 - 6].

Головний недолік зазначеного пристрою полягає у суттєвій обмеженості можливостей динамічного позиціонування судна, яка обумовлена тим, що гвинтовий струмінь від пристрою діє тільки у трьох фіксованих напрямках, по відношенню до діаметральної площини судна.

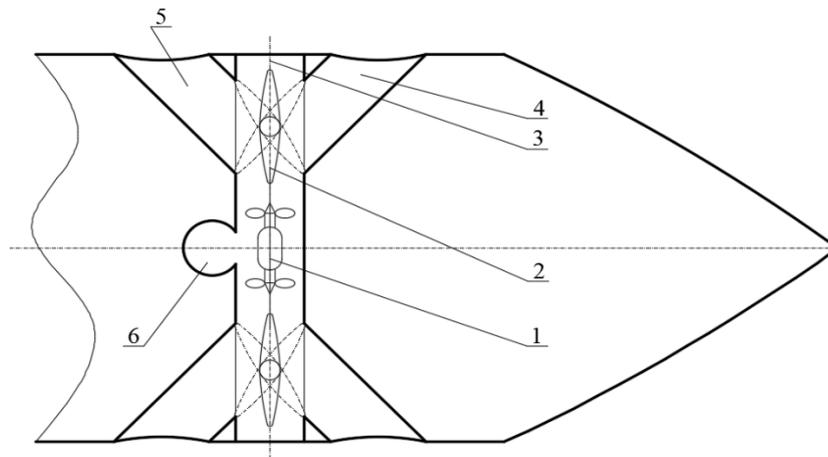


Рис. 1. Судновий підрулюючий пристрій: 1 – електродвигун з гребними гвинтами; 2 – засувка; 3 – наскрізний канал; 4 – носове розгалуження наскрізного каналу; 5 – кормове розгалуження наскрізного каналу; 6 – керований донний кінгстон

Таким чином актуальною науково-технічною задачею є створення пропульсивного комплексу динамічного позиціювання, у якому присутня створення упору у будь-якому напрямку до діаметральної площини та площини діючої ватерлінії судна та одночасно збережені надійність та простота схемотехнічних рішень пристроїв відомих типів.

Поставлена задача вирішується тим, що з обох бортів судна по-парно у носовому та кормовому краях застосовані суднові підрулюючі пристрої з керованим вектором тяги (ПКВТ). Аналогічні пристрої широко застосовуються у авіації (рис. 2).



Рис. 2. Пристрій керування вектором тяги

섹션 14.

TRANSPORT AND TRANSPORT TECHNOLOGIES

У першому режимі динамічного позиціювання (швартовка/ відшвартовка судна) вода у ПКВТ забирається з одного борту на надається на протилежний, створюючи гвинтовий струмінь. Донний кінгстон закритий. ПКВТ переводяться до стану, перпендикулярного до діаметральної площини. За рахунок цього судна притискується або відсувається від причалу.

У другому режимі динамічного позиціювання (маневровий режим) вода у ПКВТ забирається з одного борту на надається на протилежний під кутом меншим за 90° до діаметральної площини судна, створюючи гвинтовий струмінь. Донний кінгстон закритий. За рахунок цього носова або кормова частина судна відхиляється в право або ліво з одночасним пересуванням судна у повздовжньому напрямку.

У третьому режимі динамічного позиціювання (перетягування судна) вода у ПКВТ забирається з відкритого донного кінгстону на надається на пристрої двох борта під кутом меншим за 90° до діаметральної площини судна, створюючи гвинтовий струмінь. З рахунок цього судно пересувається уздовж діаметральної площини у потрібному напрямку.

У аварійному режимі (посадка на мілини) вода у ПКВТ з відкритого донного кінгстону надається на пристрої, які розташовуються під кутом більшим чим 0° до площини діючої ватерлінії. Гвинтовий струмінь спрямовується у бік ґрунту та застосовується для його розмиву та звільнення судна.

Особливу увагу при застосуванні ПКВТ такого типу слід звернути оптимальному керуванню електроприводу пристрою, запобіганню його перевантаженню та моніторингу технічного стану у режимі реального часу [7 - 10].

Суттєво збільшити потенційні можливості судна з ПКВТ може інтеграція у його інформаційно-вимірвальну систему датчиків, які контролюють стан водної акваторії, де застосовується судно, для запобігання шкода локальній гідроекосистемі [11 - 13].

В загалі, застосування ПКВТ на судах літорального типу може забезпечити:

- підвищення маневрових властивостей судна;
- можливість змінювати швидкість та позицію судна без зміни режиму роботи або без застосування головного двигуна;
- можливість здійснювати додатковий захист гвинто-стернової групи при русі судна у льодових умовах або на малих глибинах;
- можливість монтажу на типових конструкціях суден без суттєвих змін у конструкції;
- вдосконалення методів професійної підготовки та формування морально-психологічних якостей спеціалістів з судових систем динамічного позиціювання [14].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Некрасов, В. А. Проблемы развития перевозок по внутренним водным путям Украины // Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2015. – С. 3.
- [2] Сандлер, А., & Омельченко, Т. (2025). ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНИХ ТИПІВ ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА У НАВІГАЦІЙНИХ ПІДВОДНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТАХ. Collection of scientific papers «Л'ОГОС», (April 4, 2025; Paris, France), 214-221.
- [3] Кузнецов, С. А. (2005). Влияние мелководья на параметры движения и маневрирования судна. Научные проблемы водного транспорта, (12), 87-91.
- [4] Горб, С. И., Сандлер, А. К., & Будуров, Н. И. (2019). Повышение эффективности работы главного двигателя корректировкой упора гребного винта. Автоматизация судовых технических средств, (25), 35-52.
- [5] Патент України № 155803. МПК (2024.01) В63Н 25/00 В63Н 25/52 (2006.01). Судновий підрулюючий пристрій технологічних суден / С. І. Горб, А. К. Сандлер; заявник та володар патенту Національний університет "Одеська морська академія". – u202304786. – заявл. 11.10.2023; опубл. 10.04.2024, бюл. № 15/2024. – 3 с.
- [6] Патент України на винахід № 128738. МПК В63Н5/16 В63Н1/00 В63Н25/00 В63В35/44. Насадка гвинто-стернової колонки видобувних платформ / С. І. Горб, А. К. Сандлер, М. І. Будуров; заявник та володар патенту Національний університет "Одеська морська академія". – a202104361. – заявл. 26.07.2021; опубл. 09.10.2024, бюл. № 41/2024. – 3 с.
- [7] Budashko, V., Sandler, A., & Shevchenko, V. (2022). Optimization of the control system for an electric power system operating on a constant-power hyperbole. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(8), 115.
- [8] Sandler, A., & Budashko, V. (2022). Improving tools for diagnosing technical condition of ship electric power installations. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(5), 119.
- [9] Budashko, V., Sandler, A., & Khniunin, S. (2023). Improving the method of linear-quadratic control over a physical model of vessel with azimuthal thrusters. Eastern-European journal of enterprise technologies, 1(2), 49-71.
- [10] Будашко, В. В., Нікольський, В. В., Хнюнін, С. Г., & Сандлер, А. К. ВИКОРИСТАННЯ ПРИМУСОВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПОДВІЙНОЇ ДІЇ В АЗИМУТАЛЬНІЙ ГВИНТО-РУЛЬОВІЙ КОЛОНЦІ НА НИЗЬКИХ ШВИДКОСТЯХ. СУДНОВА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЯ, ЕЛЕКТРОНІКА І АВТОМАТИКА, 150.
- [11] Сандлер, А. К., Карпілов, О. Ю., & Удолатій, В. Б. (2024). ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ FIBER OPTIC DEVICE FOR SYSTEM OF AUTOMATED ECOLOGICAL MONITORING.
- [12] Сандлер, А. К., & Опрышко, М. О. (2020). Волоконно-оптический датчик контроля состояния технических жидкостей и газов. СУДНОВА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЯ, ЕЛЕКТРОНІКА І АВТОМАТИКА, 63.
- [13] Сандлер, А., Тюрікова, О., & Опрышко, М. (2025). ІНТЕГРАЦІЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У МІСЬКУ ЕКОСИСТЕМУ. Collection of scientific papers «SCIENTIA», (April 18, 2025; London, England, UK), 240-247.
- [14] Рябцов, О. В., Онищенко, О. А., Сандлер, А. К. Вдосконалення методів професійної підготовки та формування морально-психологічних якостей спеціалістів з судових систем динамічного позиціонування // Вісник науки та освіти. – 2025. – № 5 (35). – С. 1998 - 2016. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-5\(35\)-1998-2016](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-5(35)-1998-2016).

