

УДК 656.61.052
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/46>

Мельник О.М.

Одеський національний морський університет

Волошин А.О.

Одеський національний морський університет

Онищенко О.А.

Національний університет «Одеська морська академія»

Логінов О.В.

Одеський національний морський університет

Щебрина О.В.

Одеський національний морський університет

ОГЛЯД ПРОЦЕСУ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ОСНАЩЕННЯ СУДЕН СИСТЕМАМИ ОЧИЩЕННЯ БАЛАСТНИХ ВОД

Баластна система судна служить для забезпечення остійності судна, для зміни крену, диференту і осадки судна шляхом прийому або осушення спеціальних відсіків або цистерн. Згідно з Міжнародною конвенцією про контроль суднових баластних вод та седиментів й управління ними на судах мають бути встановлені інноваційні системи для обробки баластних вод, видалення або знешкодження, для запобігання скидання або забору патогенних організмів в осадах і баластних водах. Таким чином, виконання вимог Міжнародної конвенції з управління баластними водами, а також впровадження плану управління баластними водами та систем очищення баластних вод на борту суден набуло актуального значення. Хоча баластні води залишаються єдиним інструментом забезпечення остійності судна та його безпечного, надійного та ефективного керування, науково досліджено та доведено експертними органами, що баластні води є шляхом для перенесення значних обсягів шкідливих водних організмів та інших патогенних мікроорганізмів, що створюють серйозні екологічні, економічні та медичні проблеми. При потраплянні в басейни морів або в водні потоки, ці організми можуть створювати небезпеку для навколишнього середовища, здоров'я людей, майна або ресурсів, погіршувати біологічне розмаїття або заважати іншому використанню цих ділянок. В даній роботі пропонується аналіз етапів впровадження конвенції, а також огляд основних систем очищення баластних вод та проблем що виникають в процесі модернізації суден.

Ключові слова: управління баластними водами, експлуатація суден, охорона морського середовища, конвенція, контроль баластних вод, системи очищення.

Постановка проблеми. Процеси глобалізації всупереч проблемам збереження навколишнього середовища, що спостерігаються останнє десятиріччя, спричинили зміни в майже всіх сферах діяльності людини. Не минуло це і галузі судноплавства та суднобудування. У результаті реалізації проектів з охорони навколишнього середовища почали з'являтися судна що використовують альтернативні види енергії, розробляються нові зразки судового обладнання, освоюються новітні технології утилізації як самих суден так і супутніх відходів від їх виробничої діяльності в тому числі баластних вод. Такі зміни пов'язані не скільки з прагненням максимізації економічної ефектив-

ності від використання суден, скільки необхідністю відповідати жорстким вимогам Міжнародних конвенцій стосовно водного транспорту та його експлуатації. Взагалі, екологічний транспорт це глобальна перспективна ідея. Зрозуміло, що, всі зазначені та інші вжиті заходи повинні призвести до підвищення рівня екологічної безпеки, або, як мінімум, її не погіршити. Однак, як доводить практика, в ході розробки та реалізації деяких проектів спрямованих на збереження навколишнього середовища виникає достатньо питань, що вимагають додатково вивчення та дослідження.

Виклад основного матеріалу. Одним із напрямків щодо реалізації концепції екологічних

суден є впровадження системи управління баластними водами. В цілому, системи обробки баластних вод – це складні судові інженерні комплекси, призначені для очищення забортної води, що використовується для баластування судна від річкової та морської флори та фауни. Системи очищення баластних вод виконують найважливіше завдання щодо збереження екологічного балансу живих організмів морів та океанів, а їх обов'язкове використання регулюється Міжнародною конвенцією про контроль та управління судовими баластними водами та седиментами.

Зовсім небагато часу залишається до повної заборони експлуатації суден без наявності на них таких систем. Міжнародна морська організація (ІМО), проявляючи лояльність, дала достатньо часу для оснащення всіх суден відповідним обладнанням, встановивши крайній і беззастережний термін, а саме – вересень 2024 року.

Міжнародну конвенцію про контроль судових баластних вод і седиментів та управління ними (BWMC) було ухвалено ІМО в лютому 2004 року. BWMC має забезпечити додаткову охорону морського середовища і допомогти в боротьбі з неконтрольованим скиданням баластних вод у море. Умовою набуття чинності BWMC біло один рік після того, як її ратифікувало щонайменше 30 держав, загальний флот яких становить щонайменше 35% тоннажу світового торгового флоту. Цей рубіж було подолано 8 вересня 2016 року, коли в штаб-квартирі ІМО документ ратифікувала Фінляндія. Після приєднання цієї країни загальний тоннаж флоту 52 країн, які підтримали ухвалення Конвенції, склав 35,1441%. А в червні 2017 року BWMC ратифікувала й Австралія. Незважаючи на те, що Міжнародна палата судноплавства (ICS) закликала ІМО підтримати ініціативу широкої коаліції урядів держав, щодо відтермінування терміну впровадження на судах нових систем очищення баластних вод, у вересні 2017 року Міжнародна конвенція набрала чинності.

Вона включає два основних правила, які визначають стандарти управління баластними водами:

– Правило D-1 стосується стандарту обміну баластними водами;

– Правило D-2 деталізує стандарт щодо обробки баластних вод з використанням системи управління баластними водами та управління ними.

Згідно з цим документом, на судах повинні встановлюватися інноваційні системи для обробки, видалення або знешкодження, баласт-

них вод, з метою запобігання скидання або забору патогенних організмів у седиментах та баластних водах. Після набуття Конвенцією чинності, судновласникам необхідно отримувати міжнародне свідоцтво про відповідність вимогам конвенції систем очищення баластних вод, які встановлені на судах після 2020 року. На сьогоднішній день залишаються немодернізована велика кількість суден. У судновласників немає впевненості, що переобладнане судно, яке відповідає вимогам ІМО, пройде контроль з боку держави порту заходу. Судновласники не поспішають вкладати мільйони в оптимізацію судових систем очищення баластних вод, адже не виключено, що їх доведеться міняти вже за кілька років. Крім того, очевидним є той факт, що суднобудівні верфі не впораються з таким масовим навантаженням: модернізувати належить приблизно 40 тис. суден різних судноплавних компаній. При цьому немає гарантії, що дороге нове обладнання покаже себе з кращого боку під час експлуатації. Насамперед це стосується суден, побудованих 20-25 років тому.

У зв'язку з пильною увагою, яка зараз приділяється питанням підвищення екологічності у всіх галузях промисловості, процес впровадження судового екологічного обладнання, включаючи системи управління баластними водами, набув широкого поширення. Нормативне регулювання вимагає, щоб системи управління баластними водами були у складі комплексу технічних систем будь-якого судна, що потрапляє під Конвенцію. Вже зараз жодне судно, що будується, не сходить зі стапелів без цих систем.

За даними, опублікованими на лютий 2021 року, очікується, що у 2027 році обсяг виробництва та впровадження систем обробки баластних вод на судах досягне 8,9 млрд доларів США. Зростання цього ринку відображає зростання обсягів морської торгівлі та посилення правил, встановлених ІМО щодо управління баластними водами які здебільшого ґрунтуються на процесах хімічної та фізичної обробки.

Однією з найбільших проблем для світової екосистеми, і, зокрема, з якою стикається судноплавна індустрія – є інвазійні види, що переміщуються разом із судовими баластними водами. Представляючи велику загрозу морській флорі та фауни, ці водні види призвели до зростання явищ біологічного вторгнення із загрозовою швидкістю. Чужорідні організми можуть завдати непоправної шкоди місцевому навколишньому середовищу і завдати шкоди рибальству, аквакультури, аж до загрози здоров'ю і життю місцевого

населення. До 10 млрд. тон водяного баласту щорічно переміщуються транспортними коридорами світового океану, насильно організовуючи міграцію тисячі чужорідних водних організмів. Ці організми дуже швидко розмножуються і домінують над зоопланктоном, забивають рибальські сітки і трали і як наслідок знешкоджують екосистему та завдають збитки рибальської промисловості. Доводиться закривати цілі галузі що зайняті розведенням молюсків і ракоподібних через те, що вони починають споживати токсичні мікрободорослі, які завезені в регіон, спричиняючи отруєння у людей.

Тому з метою забезпечення відповідності власного флоту правилам і положенням, встановленим ІМО щодо управління баластними водами, багато судноплавних компаній звертають підвищену увагу процесу впровадження систем баластних вод на суднах, заснованих на різних технологіях очищення. Водночас, на суднах які вже перебувають в експлуатації існують конструктивні проблеми та обмеження, такі як: наявність простору, вартість впровадження та рівень екологічності, що у комплексі відіграє важливу роль у підході до вибору та використання конкретного типу системи очищення баластних вод.

Системи очищення баластних незалежно від типу повинні враховувати ряд факторів, деякі з них представлені нижче:

- ефективність знешкодження організмів у баластних водах;
- охорона навколишнього середовища;
- безпека для екіпажу та судна;
- ефективність співвідношення вартості до ефективності використання;
- простота встановлення та експлуатації;
- можливість встановлення систем з урахуванням архітектурно-конструктивних обмежень.

Ключовою вимогою Конвенції є наявність на суднах системи, що забезпечує обробку баластних вод з тим результатом, щоб кількість шкідливих організмів у воді, що скидається, не перевищувала певних концентрацій (стандарт D-2).

В цілому, системи являють собою комплекси, призначені для очищення від річкової та морської флори і фауни забортної води, що використовується для баластування судна та виконують функцію зі збереження екологічного балансу живих організмів у водному середовищі. Схематично цикл оброблення забортної води представлено на рис. 1.

На сьогодні найпоширенішими є два види систем: системи змішаного типу, які поєднують у собі принцип фільтрації та УФ-опромінення, і системи із застосуванням електрохімічного принципу знешкодження – електролізу. В цілому, на міжнародному ринку, представлено кілька десятків різних систем управління та обробки баластних вод із різними принципами дії.

Одним із методів обробки баластних вод, який успішно застосовується в світі для фільтрації баластних вод, ефективний проти широкого кола організмів, – є ультрафіолетовий спосіб очищення через УФ-фільтр. Такий фільтр складається з ультрафіолетових ламп, які оточують камеру, через яку пропускається баластна вода. Ультрафіолетові лампи в свою чергу виробляють ультрафіолетові промені, які впливають на ДНК організмів, роблять їх нешкідливими і перешкоджають їхньому розмноженню. Спеціальне випромінювання стерилізує воду в баках із баластною водою. В УФ-діапазоні довжина хвилі 254 нанометрів руйнує ДНК бактерій і хвороботворних мікроорганізмів, роблячи їх неактивними, і тим самим запобігає їхньому розмноженню. УФ-дезінфекція ефективна при довжинах хвиль від 200 нм до 300 нм. Випромінювання УФ-випромінювання чинить сильну бактерицидну дію. Воно поглинається ДНК, руйнує її структуру та інактивує живі клітини. Мікроорганізми, такі як віруси, бактерії, дріжджі та грибки знешкоджуються за лічені секунди під дією УФ-випромінювання. За досить високого рівня опромінення, УФ-дезінфекція є надійним і екологічно чистим методом, що виключає необхідність використання хімічних речовин, тому що мікроорганізми не є стійкими до УФ-випромінювання.

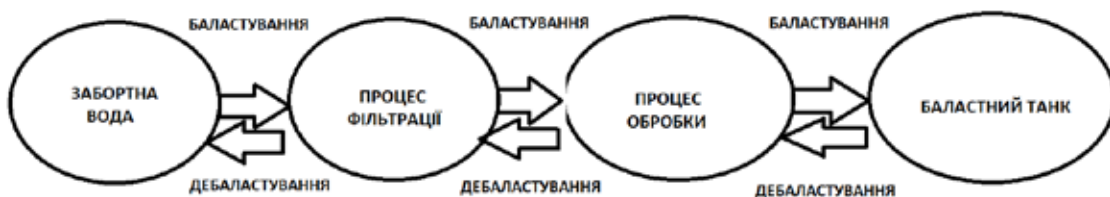


Рис. 1. Цикл оброблення баластних вод

Крім вищезазначеного, до переваг системи УФ-фільтрації, що сприяють її поширенню відноситься також:

- швидка, ефективна та економічна технологія;
- простота використання та низькі експлуатаційні витрати;
- екологічно чистий і безпечний процес очищення без участі хімікатів;
- відсутність необхідності транспортування, зберігання та обробки небезпечних матеріалів та відходів;
- відсутність впливу на навколишнє середовище.

Схема обробки баластних вод ультрафіолетовим випромінюванням представлена на рис. 2.

Стандарти для чистої баластної води, що визначені ІМО, допомагають зупинити впровадження інвазійних водних організмів. З ратифікацією правил ІМО у 2017 році, екологічно чисті системи очищення баластних вод незабаром стануть обов'язковими для всіх морських суден, що працюють у міжнародних водах та скидають баластні води.

Причина жорстких вимог з боку адміністрації щодо суден полягає в тому, що судна здійснюють забір баластних вод в одному регіоні, а скидають уже в іншому. При цьому водні мікроорганізми потрапляють у неприйнятне для них середовище. Цю ситуацію називають однією з найсерйозніших екологічних проблем, пов'язаних із судноплаванням, поряд із забрудненням вод нафтою і нафтопродуктами та викидами парникових газів. По суті, таким чином відбувається біологічне забруд-

нення або навіть тотальне зараження морської екосистеми

Висновки. Комплекс сучасного обладнання для очищення баластних вод, що встановлюється на судах, має за мету не стільки їх очищення, скільки системний підхід до управління баластними водами. Це означає, що до функцій системи управління баластними водами, крім установки обладнання для кожного судна, повинні розроблятися специфічні баластні плани та заходи, облік та ведення журналів, тренінги та навчання екіпажу, підготовка та відповідальність певних членів екіпажу. У свою чергу компетентні органи з боку берегових служб повинні вести нагляд за відповідністю судових системи управління баластними водами всім вимогам конвенції.

Незважаючи на те, що розмови про посилення правил з управління баластними водами розпочалися понад 10 років тому, а офіційно набули чинності декілька років тому, опір судовласників до встановлення систем не слабшає. У цьому немає нічого дивного, адже вартість оснащення однієї одиниці флоту обладнанням потребує значних інвестицій та часу для його встановлення. Такі процеси модернізації вимагають простою судна (розробка проекту, виробництво системи, монтаж, навчання команди), що у підсумку обертається витратами коштів та часу для судноплавних компаній.

З іншого боку, відсутність такої системи на борту істотно знижує конкурентоспроможність флоту, обмежуючи район їхньої роботи. Такі судна не допускаються в порти держав, які ратифікували

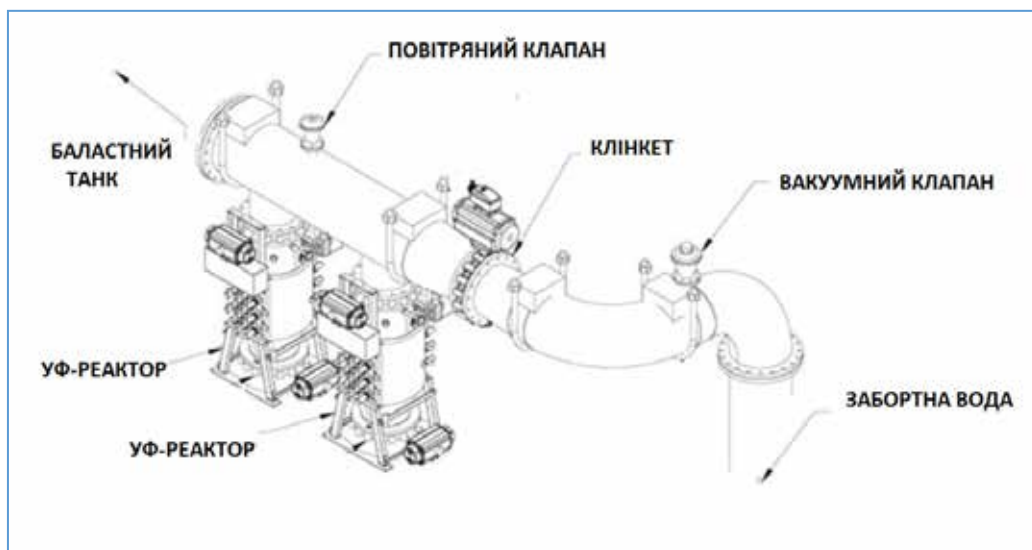


Рис. 2. Схема обробки баластних вод ультрафіолетовим випромінюванням

Конвенцію. Або, якщо у них і є формальне право працювати без системи, то буде діяти заборона на скидання баласту у внутрішніх водах. А це означає істотне зниження корисної вантажопідйомності судна і, як наслідок, зниження економічної ефективності їх експлуатації. Необхідність впро-

вадження систем управління баластними водами залишається обов'язковим для судновласників, проте питання щодо вибору способу очищення, визначення типу системи та проекту їх встановлення на борту, потребують ретельного вивчення та обґрунтування.

Список літератури:

1. Екологічні системи обробки баластних вод. URL https://www.korabel.ru/news/comments/ekologichnye_sistemy_obrabotki_ballastnyh_vod.html
2. Yongming S, Shuhong S (2012) The study of ships ballast water replacement monitoring at sea based on MCU. *Procedia Environ Sci* 12:199–205. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.266>
3. Wright DA, Gensemer RW, Mitchelmore CL, Stubblefield WA, van Genderen E, Cooper WJ (2010) Shipboard trials of an ozone-based ballast water treatment system. *Mar Pollut Bull* 60(9):1571–1583. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.04.010>
4. Werschkun B, Höfer T, Greiner M (eds) (2012) Emerging risks from ballast water treatment. Federal Institute for risk assessment. <https://www.bfr.bund.de/cm/350/emerging-risks-from-ballast-water-treatment.pdf>
5. Batista WR, Fernandes FC, Lopes CC, Lopes RS, Miller W, Ruiz G (2017) Which ballast water management system will you put aboard? *Remn Anxieties Mini-Rev Environ* 4(3):54. <https://doi.org/10.3390/environments4030054>
6. К вопросу очистки балластных вод от биологических загрязнений на судах рыболовного флота. URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=21703780>.
7. Балластные воды – серьезная проблема. URL: <https://maritime-zone.com/news/view/ballastnye-vodyseresnaya-problema>.
8. Конвенция о балластных водах вступила в силу. URL: <http://seafarers.com.ua/ballast-water-managementconvention-entered-into-force/13203/>.
9. Система очистки балластных вод. URL: <http://norta.net/ru/catalog/sistema-ochistki-ballastnykh-vod/>.
10. Данилян А.Г., Быковец Н.П., Тирон-Воробьева Н.П. Новый подход в локализации инвазивных пришельцев в балластных водах морских судов. *Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference. International Trends in Science and Technology. Warsaw, Poland. 2018. Vol. 2, December 25. С. 10–15.*
11. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (2004). International Maritime Organization.
12. Мельник О.М. Огляд основних механізмів управління енергоефективністю та контролю за викидами з морських суден / С. П. Онищенко, О. М. Мельник, А. О. Волошин, Є. В. Калініченко, С.В. Заяц // *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту.* – 2021. – № 197. – С. 121–129. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.197.2021.248314>.
13. Мельник О.М., Онищенко О.А., Васалатій Н.В., Корякін К.С., Пуляев І.О., Щенявський Г.С. (2022). Технології інформаційної взаємодії у процесі підвищення безпеки мореплавства. *Вчені записки ТНУ ім. Вернадського. Технічні науки* 33(72) № 4 – С. 260 – 265. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.4/39>
14. Melnyk, O., Onyshchenko S. (2022) Ensuring Safety of Navigation in the Aspect of Reducing Environmental Impact. *ISEM 2021, LNNS 463*, pp. 1–9. https://doi.org/10.1007/978-3-031-03877-8_9
15. Melnyk, O., Bychkovsky, Y., Voloshyn, A. (2022) Maritime situational awareness as a key measure for safe ship operation. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport.* 114, 91-101. ISSN: 0209-3324. <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.114.8>.

Melnyk O.M., Voloshin A.O., Onishchenko O.A., Lohinov O.V., Shchebrina O.V. OVERVIEW OF THE MODERNIZATION PROCESS AND BALLAST WATER TREATMENT SYSTEMS FOR SHIPS

The ballast system of the ship serves to ensure the stability of the ship, to change the list, trim and draft of the ship by taking in or pumping out special compartments or tanks. According to the International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWMC), innovative systems for ballast water treatment, disposal or neutralization, to prevent the discharge or intake of pathogenic organisms in sediments and ballast water must be installed on ships. Thus, the implementation of the requirements of the IMO International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, the implementation of a ballast water management plan and ballast water treatment systems on board ships

has become of great importance. While ballast water remains indispensable for safe, reliable and efficient shipping, it has been scientifically researched and proven by expert bodies that ballast water is a significant pathway for the transfer of harmful and no less harmful aquatic organisms and other pathogens, which pose serious environmental, economic and health problems and, if released into the sea or fresh water streams, may endanger the environment, human health, property or resources, degrade biodiversity or interfere with other legitimate uses of these areas. This article offers an analysis of the stages of implementation of the convention for the control and management of ships' ballast water and sediments, as well as an overview of the main ballast water treatment systems and problems arising in the process of ship modernization.

Key words: *ballast water management, ship operation, marine environment protection, convention, ballast water control, treatment systems.*