

УДК 504:629.5

**ПРИРОДООХОРОННІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОБРОБКИ
БАЛАСТНИХ ВОД НА БОРТУ СУДНА****Літвак С.М.***кандидат технічних наук, доцент**заступник директора Кораблебудівного навчально-наукового інституту НУК;***Літвак О. А.***кандидат економічних наук, доцент**доцент кафедри екології та природоохоронних технологій**Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова**м. Миколаїв, Україна**sergiy.litvak@nuos.edu.ua; olya.litvak@gmail.com*

Анотація: Визначено важливість впровадження систем обробки баластних вод з метою запобігання біологічного забруднення водних екосистем. Розглянуто сучасні системи обробки суднового баласту з використанням фізичного методу знезараження за допомогою ультрафіолетового випромінювання. Обґрунтовано ефективність та основні переваги даного методу в контексті забезпечення екологічної безпеки і охорони морського середовища.

Ключові слова: баластні води, біологічне забруднення, фільтрація, ультрафіолетове випромінювання, знезараження, екологічна безпека.

Вступ. В умовах активного розвитку судноплавства однією з важливих проблем у сфері охорони морського середовища є біологічне забруднення водних екосистем, яке виникає в результаті перенесення чужорідних видів організмів з судновими баластними водами. У ряді випадків шкода навколишньому середовищу від інвазивних видів значно перевищує негативні наслідки від інших антропогенних впливів.

Враховуючи зростаючу кількість подібних випадків, Міжнародна Морська Організація (ІМО) склала і ратифікувала «Конвенцію про контроль суднових баластних вод й осадів та управління ними» (Ballast water management convention, BWB 2004). Було введено стандарт D2, в якому строго обмежується кількість життєздатних організмів у баластній воді, що скидається [1, 2]. Якщо раніше наявність системи обробки баластних вод та якість очищення віддавалися повністю на розсуд судовласника, то з вересня 2017 року дотримання стандарту D2 стало обов'язковим для всіх.

Це дало поштовх розвитку різних систем обробки баластних вод, що відрізняються як продуктивністю (залежно від тоннажу судна), так і запропонованими способами очищення. При розгляді всіх можливих способів поводження з судновими баластними водами найбільш перспективними є способи знешкодження баласту на борту судна.

Метою дослідження є проведення аналізу та визначення переваг застосування методу обробки баластних вод ультрафіолетовим випромінюванням в контексті забезпечення екологічної безпеки і охорони морського середовища.

Основна частина. В різних країнах світу активно ведуться дослідження у напрямку пошуку ефективних та екологічно безпечних способів знешкодження баластних вод на судах. На ринку доступно безліч технологій для очищення водяного баласту. Відомі наступні розробки: системи обробки баласту GloEn-Patrol концерну PANASIA (Південна Корея), системи фірм Ecochlor, Inc. та Matson Navigation Company, Inc. (США), розробки японської транспортної компанії Mitsui OSK, модульна система ERMA FIRST BWMS компанії ELVI MARINE LTD (Україна), системи обробки баластних вод консорціуму міжнародних незалежних компаній NAVALISTA, природоохоронна система Optimarin Ballast System компанії Optimarine та інші.

Щоб забезпечити відповідність своїх суден правилам і положенням, встановленим Міжнародною Морською Організацією щодо поводження з баластними водами, оператори почали впроваджувати на своїх суднах системи очищення баластних вод. Однак такі обмеження, як наявність місця на борту судна, вартість реалізації та рівень забезпечення екологічних вимог, безпека екіпажу, простота обслуговування та експлуатації устаткування відіграють важливу роль при використанні того чи іншого типу системи очищення баластних вод.

Сучасні системи обробки суднового баласту є сукупністю різних технічних складових, що включають роботу декількох основних блоків: механічної фільтрації та знезараження. Процеси знезараження баластних вод можуть відбуватися з використанням фізичних або хімічних методів. Саме фізичні методи обробки баластних вод є більш екологічно безпечним і мають мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище.

До фізичних методів очистки баластних вод відноситься обробка ультрафіолетовими променями. Як правило, такі системи обробки баласту складаються з двох ступенів очищення. При баластуванні на першому ступені обробки високоефективні фільтри видаляють великі організми та осад (діаметром більше 40-50 мікрон), які потім скидаються за борт. На другому ступені обробки потужні ультрафіолетові модулі знезаражують залишки планктону, бактерій та інші патогенні організми.

Фільтрація є не тільки перешкодою для проникнення організмів, але й допомагає зменшити кількість відкладень у баластових цистернах, а це в свою чергу є вигідним для судноплавних компаній, оскільки дає можливість знизити витрати на обслуговування та очищення баластних цистерн [3].

Після фільтрації баластна вода проходить через ультрафіолетову камеру і далі потрапляє до баластних танків. Знезараження баластних вод відбувається за допомогою ультрафіолетових ламп, які оточують камеру, через яку пропускається вода. Щоб дана обробка була біологічно та енергетично ефективною, ультрафіолетові промені, що генеруються лампами, повинні активно впливати на організми. Ультрафіолетове світло є частиною електромагнітного спектру нижче видимого діапазону. Частина спектру, яка має бактерицидні властивості, знаходиться в діапазоні 240-280 нм, пік діапазону – 264 нм. Ультрафіолетове випромінювання дезактивує або руйнує ДНК організмів, знешкоджує чи робить їх нездатними до відтворення [4]. Цей метод активно застосовується у всьому світі для знезараження води та є дієвим проти багатьох мікроорганізмів. Ефективність УФ-обробки не залежить від концентрації солі або температури води, при цьому не утворюються небезпечні побічні продукти і не збільшується ризик корозії.

Внутрішня конструкція реактора повинна рівномірно розподіляти високі рівні УФ-випромінювання і створювати високу турбулентність у воді, що проходить через нього, щоб забезпечити вплив концентрованої дози на всі організми. Доза опромінення ультрафіолетом комбінується потужністю ламп, відстанню між колбами з лампами та часом витримки. Швидкість потоку води, що проходить через ультрафіолетову камеру – не більше 0,5-3,0 м/с [5].

Оскільки досить часто баластні води мають значну каламутність, то коефіцієнт пропускання УФ-випромінювання може знижуватися. При цьому для формування надійної системи обробки використовують захисні трубки для ламп із синтетичного кварцу, які дозволяють передавати більш широкий спектр довжин хвиль та забезпечують високий рівень випромінювання для ефективного знезараження баластної води.

Також ефективність ультрафіолетових ламп може знижуватися з часом в результаті забруднення робочої поверхні. На кварцових трубках ламп накопичуються відкладення карбонату кальцію та іонів металів, це блокує деякі види УФ-випромінювання та знижує якість обробки [6]. Тому такі системи потребують регулярного обслуговування та очищення, яке забезпечується автоматичним механізмом видалення накопичених осадів. Треба відзначити,

що механічна та ручна очистка будь-якого типу призводить до утворення на трубі подряпин, які знижують якість обробки води.

Як правило, ультрафіолетова камера має датчик для контролю температури, датчик вимірювання інтенсивності УФ-ламп, вентиляційний та дренажний клапани. Процес знезараження баластних вод в ультрафіолетових камерах відбувається автоматично і присутність оператора зведена до мінімуму.

Висновки. Таким чином, при розгляді різних методів очистки суднових баластних вод треба відзначити ефективність системи обробки води за допомогою ультрафіолетового випромінювання за рахунок її максимальної безпеки для членів екіпажу та суднових конструкцій, високої продуктивності та можливості інтегрування на судна змішаного району плавання при невеликій площі розміщення, без значних конструктивних впливів на корпус судна та суднові системи. Також перевагами ультрафіолетового знезараження баластних вод є запобігання біологічних інвазій, відсутність негативного впливу хімічних реагентів, забезпечення екологічної безпеки та охорони морського середовища. При експлуатації даного обладнання якість знезараження баластних вод повністю відповідає стандарту D2 та вимогам Конвенції BWB 2004 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ballast Water Management. International Maritime Organization. URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/BallastWaterManagement.aspx>.
2. Міжнародна конвенція про контроль суднових баластних вод й осадів та управління ними 2004 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_050#Text.
3. Raunek K. How Ballast Water Treatment System Works? Marine Insight. Marine Technology, June 18, 2021. URL: <https://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/>
4. Ballast Water Treatment System Installation Design. NAVALISTA. URL: <https://navalista.com/en/bwts.html>.
5. Ballast Water Treatment. URL: <https://www.zeppelin-ballastwatertreatment.com/index.html>.
6. Волошин А.О. Контроль та управління баластними водами. SWorld – April 2018. The practical significance of modern scientific research, 2018. URL: <https://www.sworld.com.ua/konferua9/21.pdf>.

Environmental Protection Aspects of Implementation of a Ballast Water Treatment System on Board a Ship

Litvak Serhiy, Litvak Olga

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The importance of implementing ballast water treatment systems in order to prevent biological pollution of water ecosystems was determined. Modern ship ballast processing systems using the physical method of disinfection using ultraviolet radiation are considered. The effectiveness and main advantages of this method in the context of ensuring environmental safety and protection of the marine environment are substantiated.

Key words: ballast water, biological pollution, filtration, ultraviolet radiation, disinfection, environmental safety.