

СУЧАСНІ ІННОВАЦІЇ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ДЕМОНТУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БАЛАСТНИМИ ВОДАМИ НА МОРСЬКИХ СУДАХ: КОНСТРУКТОРСЬКІ РІШЕННЯ

Лариса Саблій¹, Наталія Тірон-Воробйова², Анатолій Данилян³,
Ольга Романовська⁴

Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія» (ДІ НУ «ОМА») 9, вул. Фанагорійська, м. Ізмаїл, 68607

¹докт. техн. наук, професор, larisasabliy@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4217-3535

²канд. техн. наук, доцент, natasha_vorobyova@list.ru, orcid.org/0000-0002-8269-2682

³старший викладач, enginmarin@ukr.net, orcid.org/0000-0002-9468-2756

⁴старший викладач, formatirung@gmail.com, orcid.org/0000-0003-3386-836X

DOI: 10.32347/2524-0021.2019.32.24-32

Анотація. Авторами статті, в першу чергу, наведено одну з глобальних проблем сучасності, пов'язану із негативним антропогенним впливом людства на водні ресурси, зокрема, морські; постійним втручанням і видозміною одного з нативних джерел Світу. По-друге, авторами підкреслено, що вода, особливо морська, є одним із засобів пересування обширної кількості вантажу, кожного дня морські судна перетинають світові морські кордони і це не завжди безпечно (наголошення в обзори: знищення морської флори і фауни завдяки скиданню морської (баластної) води в прибережні зони світових морських портів), що несе за собою «спустошення» океанських просторів, пов'язане із заселенням певних морських територій інвазивними чужорідними видами (ІЧО). Окрім того, ключовим у статті є протидія «глобальному захвату-розмноженню» ІЧО, яку акцентовано на переоснащення (демонтаж) всього морського флоту (багатотоннажних суден) із встановленням сучасних систем управління водним баластом (СУБВ). Останнє дуже чітко викладено в Правилі D-2 (нововведення Конвенції ІМО). Авторами статті чітко відображено сучасні інновації по встановленню СУБВ, окреслено саме ті, які впроваджено й дієві. Наведено їх принцип дії, особливості, найбільші негативні сторони. Зокрема, науковцями створено і запропоновано експериментальне устаткування для знезараження та очищення водного баласту (на базі ДІ НУ «ОМА»). Приведено перспективність, ключові реалії запропонованого із подальшою апробацією на дієвих морських судах в м. Ізмаїл (Україна).

Ключові слова: системи управління баластними водами (СУБВ), баластна вода, демонтування, морська техніка, Конвенція ІМО, правило D-2, морські судна, інвазії.

ВСТУП

Вода – неорганічна речовина природного (біологічного) походження. Це одне з нативних джерел, без якого не обійдеться ніхто й ніщо. Вода задіяна в різноманітних процесах, починаючи з «високого» – це людський організм, закінчуючи – усіма технологічними (виробничими), зокрема, біотехнологічними процесами. Без її участі не існує життя.

З одного боку, людське тіло «спустошується» від нестачі необхідної кількості води,

з другого ж – повсякденне використання такого природного джерела призводить до виникнення ряду негативних аргументів, які шкодять її «екологічному станові» [1-2].

До того ж, якщо роздивляться образно щодо визначення поняття «вода», тоді це не тільки «їжа»-джерело для підтримки життєво важливих функцій організму, але й вода, як засіб пересування. Зокрема, це стосується морської води.

Сучасна світова економіка характеризується інтенсивними процесами глобалізації й

інтеграції, встановленням якісно нових комерційних зв'язків і збільшенням інтенсивності товарообігу між різними країнами світу. При цьому, ще з давніх часів досить затребуваним є перевезення вантажів морем у якості найбільш розповсюдженого й ефективного способу транспортування товарів на далекі відстані.

Однак, поряд із позитивними сторонами використання, судноплавством виявлено й негативні: щодня сотні, тисячі тонн морської води «наповнено» різноманітними видами мікроорганізмів, які, в свою чергу, приймають роль інвазивних [3-4].

ІЧО, а також перенос морськими суднами разом із баластними (морськими) водами (далі баластними) патогенних для людини мікроорганізмів, призводять до глобальної загрози світової економіки та негативно впливають на природу та здоров'я населення в прибережних районах. Личинки ІЧО, які скидаються в середовище «інакшої» екологічної системи, можуть негативно позначитися на тій чи іншій природній локації та, як наслідок, за десятиліття вирости до глобальної світової проблеми. У зв'язку з цим в усьому світі систематично ведуться активні дослідження, які саме орієнтовано на пошук нових сучасних методів знезараження баластної води на морських судах.

Актуальність проблеми обробки (очищення) баластних вод не знижується. Законодавчі процеси адаптуються, але чіткого розуміння того, як підтверджувати працездатність і ефективність системи в експлуатації, поки немає. З деяким запізненням індустрія замислилася про те, як же будуть проводитися відбори проб і тестування в польових умовах.

І в той час, коли саме працездатність СУБВ у всіх районах Світового океану не гарантовано наявністю сертифіката про типове схвалення, відповідальність за наслідки вибору системи лежить на судовласниках. Що ж пропонує ринок сьогодні, які є технології і наскільки вони адаптовані до установки на такій мобільній платформі, як судно [5].

МЕТА І МЕТОДИ

На момент вступу Конвенції ІМО в силу, авторами статті наведено чітке розмежування дієвих сучасних СУБВ на багатотоннажних морських судах (із чітким дотриманням Правил D-2). Саме в цьому покладено основну мету обзору. Підґрунтям-матеріалом для статті став аналітично-інформаційний огляд дієвих СУБВ із належним принципом роботи, своєрідністю та рядом недоліків; зокрема, запропоновано експериментальне устаткування, яке розроблено науковцями ДІ НУ «ОМА».

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

В умовах економічної нестабільності судовласникам належить зробити непростий вибір, якій технології обробки баластних вод віддати перевагу. Міжнародна конвенція з контролю та управління судовими баластними водами й опадами (далі Конвенція) була схвалена 13 лютого 2004 року. Її ратифікація відбулася через більш 12 років – 8 вересня 2016 року, з набуттям чинності ще через один рік. Здавалося б, все, питання закрито, і треба ставити системи на морські судна. Але в середині 2017 року, за два місяці до набуття чинності Конвенцією, відбулася 71-а сесія Комітету з охорони навколишнього середовища ІМО, на якій був прийнятий «проект компромісних альтернативних поправок до правила В-3» [6].

Так, для суден, які будуються (споруджуються), все залишилося без змін – при закладці кіля після 8 вересня 2017 р., судно повинно відповідати Правилу D-2 до моменту закінчення будівництва. А ось деякі існуючі судна отримали послаблення. Наприклад, якщо оновлювальний огляд щодо запобігання забруднення нафтою було виконано в період з 8 вересня 2014 р. по 7 вересня 2017 р., то відповідність Правилу D-2 повинна бути при першому оновлюванні після вступу Конвенції в силу.

Якщо ж вказане оновлення було виконано раніше зазначеного терміну, то судно повинне відповідати другому оновленню («свідоцтво»), що дає 5 років відстрочки.

При цьому вимоги Берегової охорони США (наприклад) залишилися без змін – судовласнику доведеться вирішувати, ґрунтуючись на планованих районах роботи суден.

Щоб відповідати вимогам Конвенції, суднам необхідно виконати наступне:

- мати в наявності на борту Міжнародне свідоцтво з управління баластними водами;
- контролювати судові баластні води та опади у відповідності до певних стандартів і Плану по управлінню баластними водами, схваленим адміністрацією прапора;
- мати в наявності на борту і заповнювати журнал операцій з баластними водами;
- встановити СУБВ [7].

Підготовка до майбутнього переобладнання суден морського флоту почалася кілька років тому. Попередній аналіз показав, що можливість вибору єдиної системи для установки на всіх типах суден під управлінням практично відсутня.

Тому нам довелося провести більш глибокий аналіз існуючих технологій і виробників для того, щоб обмежити список систем для подальшого остаточного вибору. Необхідно відзначити, що з наближенням дати вступу в силу вимог Конвенції ринок СУБВ стає досить динамічним. З'являються нові виробники, які, як ми сподіваємося, врахували вже наявний досвід в цій області.

До речі, на початок 2018 р. було шість схвалених СУБВ (авторами статті перераховано нижче, в порядку подачі заявок на схвалення). При цьому деякі системи вже встигли оновити спочатку видані сертифікати з різних причин. В принципі, така кількість схвалених систем (з шести систем дві системи УФ-типу, дві системи електролізу попутного потоку, одна система електролізу повного потоку і одна система біоцидного типу) забезпечує достатній вибір для здійснення переоснащення будь-якого комерційного судна. Дві заявки, які знаходяться в розгляді, істотних змін не зроблять в плані доступних технологій (одна система електролізу попутного потоку і одна – повного), але забезпечать більш широкий комерційний вибір, підвищуючи конкурентність на ринку [8-9].

Таблиця 1. Перелік схвалених СУБВ (принцип дії, обмеження)
Table 1. List of approved BWMS (principle of action, limitation)

№ п/п, назва СУБВ, країна, момент подачі заявки, схвалення отримано	Принцип дії	СУБВ не має обмежень:
1	2	3
1. Optimarin (Норвегія), OBS/OBS Ex, 20.09.2016 р., 02.12.2016 р. [10]	фільтрація і обробка ультрафіолетом при прийомі баласту, додаткова обробка ультрафіолетом при «видачі» баласту	- по солоності і практично по температурі оброблюваної води (вказано робочий діапазон 0-55 градусів Цельсія), проте є обмеження по часу утримання – дебаластування не дозволяється раніше ніж через 3 дні від взяття води на борт

Закінчення таблиці 1 на ст.27

Закінчення таблиці 1.

1	2	3
2. Alfa Laval (Швеція), Pure Ballast 3, 21.09.2016 р., 23.12.2016 р. [11]	фільтрація і обробка ультрафіолетом при прийомі баласту, додаткова обробка ультрафіолетом при «видачі» баласту	- по солоності та температурі оброблюваної води
3. TeamTec OceanSaver AS, Ocean Saver MkII, 23.09.2016 р., 23.12.2016 р. [12]	фільтрація і електродіаліз попутного потоку	- по солоності та температурі оброблюваної води, але висунуто вимоги до температури попутного потоку, що подається на хлоринатор, - температура по-винна бути більше 17 градусів Цельсія і солоність вище 20 одиниць практичної солоності (це може зажадати підігріву води, що подається, а також змішування з запасеної заздалегідь солоною водою). Необхідно відзначити, що енергоспоживання системи, що працює за такою технологією, безпосередньо залежить від солоності води, що подається: чим нижче солоність, тим вище енергоспоживання. Попутний потік виходить шляхом відбору частини баластної води після фільтру (в різних системах по-різному, але приблизно це складає 1 % продуктивності системи)
4. Sunrui (Китай), Bal Clor, 24.01.2017 р., 06.06.2017 р. [13]	фільтрація і електроліз попутного потоку	- по солоності, температурі та часу утримання води на тих же умовах, як і попередня система. Однак, має поліпшені показники для води, яка подається на хлоринатор: температура вище 5 градусів Цельсія і солоність більше 15 одиниць практичної солоності
5. Ecochlor, Inc (США), Ecochlor, 31.03.2017 р., 10.08.2017 р. [14]	фільтрація і впорскування хімії	- по солоності та температурі води, але потрібно утримання води протягом 24 годин і потім перед дебаластуванням провести контрольний замір залишкових окислювачів: якщо показник буде перевищувати допустимий рівень, відкачування баласту забороняється
6. Erma First (Греція), Erma First FIT, 02.05.2017 р., 02.05.2017 р. [15]	фільтрація і електроліз повного потоку	- по солоності, температурі та часу утримання води подібно попереднім системам. Незважаючи на обробку повного потоку, виробник пропонує функцію змішування з солоною водою (із запасів). Однак і без змішування система здатна обробляти воду з солоністю вище 0,9 одиниці практичної солоності, температурою вище мінус 2 градуси Цельсія. Потрібен контроль вмісту залишкових окислювачів при дебаластуванні та їх нейтралізації хімією при необхідності

Немає сумніву, що кожна з цих СУБВ (табл. 1) має ще більше критичне обмеження, зокрема, Optimarіn має інтенсивність УФ-випромінювання $> 600 \text{ W/m}^2$. Така інтенсивність може бути досягнута тільки при максимальному енергоспоживанні. До того ж, розрахунок необхідної потужності можна отримати у виробника (або ж у технічних консультантів).

Також можна згадати дві корейські системи – СУБВ Purimar BWMS виробництва Samsung Heavy Industries (заявку подано 28 вересня 2017 р.) і СУБВ Electro-Sleep виробництва Techcross (заявку подано 31 жовтня 2017 р.). Перша система використовує фільтрацію та електроліз бічного потоку, а друга система цікава тим, що застосовує тільки електроліз повного потоку [16].

В світлі сучасних технологій та інновацій будови, демонтажу морських суден із додатковим встановленням новітніх СУБВ, не залишилися без уваги й автори статті.

Нами запропоновану сучасну СУБВ (із дотриманням Правил D-2 Конвенції, повністю відповідає стандартним нововведенням ІМО).

Подано 2 заявки: на винахід «Спосіб знезараження і очищення баластної води й установка для його здійснення» і на корисну модель «Спосіб знезараження і очищення баластної води».

Принцип роботи дієвої експериментальної СУБВ – універсальний [17-18], засновано на високих нанотехнологічних принципах.

Завдяки багатофункціональності всього запропонованого процесу очищення водного баласту вдалося досягти неабиякого технічного результату.

Запропоноване устаткування для використання її у Світовому морському флоті має безперечні переваги: електрогідродар ефекту Юткіна по знищенню інвазій та хвороботворних штамів, «саморозвантажувальний» фільтр з нановуглецевими вставками, який дозволяє робити відсівання твердих елементів і мікроорганізмів в ізольованих баластних водах до

0,0024 мм з низьким опором води, що проходить; застосування реагенту хелату заліза для знезараження і знищення (очищення) живих організмів у баластній воді (пройшов успішні випробування по знищенню шкідливих молюсків в рослинництві, що дає повну впевненість його використання в ізольованому судновому баласті).

Енерговитрати установки складають 0,3-0,4 кВт на 1 м^3 , що цілком прийнятно для використання навіть на найбільших океанських судах, де продуктивність відкачування баласту доходить до $Q = 6 \text{ тис. м}^3/\text{годину}$ (рис. 1).

Окрім того, на сьогодні, демонтажем суден із встановленням та апробацією СУБВ, які надходять до Ізмаїльського порту (Україна), зацікавились дві потужні компанії: ПрАТ «Дунайсудоремонт» і ПрАТ УДП – Українське Дунайське Пароплавство (м. Ізмаїл).

ПрАТ «Дунайсудоремонт» у особі директора Віталія Купрієнко сприяють просуванню запропонованої нами СУБВ на ринок судноплавства України із заощадженням сучасного обладнання, вузлів по його демонтажу, встановленню на конкретних багатотоннажних судах.

Окрім того, випробування експериментального устаткування, розробленого в ДІ НУ «ОМА», буде здійснюватись з дотриманням всіх необхідних вимог і правил, які прописано в Конвенції ІМО [19-20].

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Отже, при отриманні зазначеної вище відстрочки, не прив'язаної до планового доковання, судовласнику доведеться вирішувати, що робити з судном при настанні нового терміну відповідності. Якщо системи невеликого обсягу – на деяких типах судів можливо встановити під час рейсу, без виведення судна з експлуатації на довгий термін, то для великих танкерів така практика не застосовується. І хоч безпосередньо доковання для установки, як правило, не потрібне, необхідна

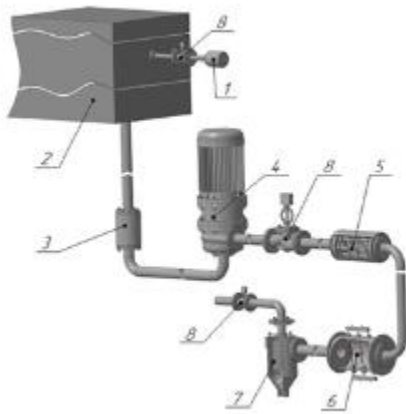


Рис. 1. Установка по очищенню та знезараженню баластних вод (СУБВ), розроблена в ДІ НУ «ОМА»: 1-дозатор хімреагентів; 2-баластний танк; 3-фільтр грубого очищення; 4-баластний насос; 5-блок ультрафіолетового випромінювання УФ; 6-блок електрогідроудару; 7-само-розвантажувальний нанофільтр тонкого очищення; 8-запірна арматура баластної системи

Fig. 1. BWMS designed in DI NU “OMA” 1-chemical reagent dispenser, 2-ballast tank, 3-coarse filter, 4-ballast pump, 5-block of ultraviolet radiation, 6-block of electro hydroshock, 7-self-cleaning fine nano-filter, 8-stop-valve of ballast water system

допомога добре облаштованого (сучасним обладнанням) підприємства, зважаючи на великі обсяги монтажних робіт й великогабаритного устаткування – у багатьох випадках для встановлення обладнання в насосному відділенні габаритів існуючого люка недостатньо й доводиться «вскривати» палубу. Більшість зварювальних та монтажних робіт повинно проводитись, в тому числі, в небезпечних зонах танкера, та без повної (або часткової) дегазації танкера такі роботи проводити неможливо.

Окрім того, вибір СУБВ сильно залежить від наявності вільного місця і габаритів системи. При цьому необхідно ретельно розглядати пропозицію виробників, а саме – креслення (макет) установки

і специфічні вимоги до монтажу, а не просто вірити на слово, що «наша система має модульний дизайн і може бути встановлена на будь-якому судні». Ми в принципі можемо в деякій мірі підтвердити такий вислів: дійсно, будь-яка система може бути встановлена на будь-якому судні, питання лише в обсязі та практичності супутньої модернізації судна, а також вартості такої модернізації (наприклад, встановлення додаткового дизель-генератора, врізка додаткового відсіку в корпус і тому подібне).

Так, наприклад, навіть відсутність такого габаритного елемента, як фільтр, не гарантує можливість монтажу системи повного обсягу в насосному відділенні, тому що система складається з декількох модулів обмеженої продуктивності, які необхідно встановити для паралельної роботи на баластному трубопроводі. Або ж система зберігання хімічних реагентів не може бути розміщена на борту оптимально для подальшої експлуатації. Або ж система в повному обсязі може бути розміщена в межах існуючого насосного відділення, але вимоги до деяких ділянок трубопроводу (наприклад, розміщення витратоміра вимагає тривалих прямих ділянок для точного виміру) не дозволяють здійснити монтаж системи оптимально.

Важливим моментом також є використання матеріалів, сумісних з обраною установкою. Так, наприклад, не кожний матеріал підійде для виготовлення трубопроводів подачі знезаражувальною сумішшю в системах попутного потоку (як біоцидних, так і електролізних) через агресивність середовища.

У завершенні, рекомендуємо не відкладати рішення щодо переоснащення флоту в довгий ящик. Практичним досвідом підтверджено, на жаль, песимістичні розрахунки за тривалістю підготовки проекту. Визначальний фактор – це час виготовлення СУБВ. У даний період часу він становить приблизно 4-6 місяців від замовлення до готовності системи до постачання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шемшученко Ю. С. Охорона навколишнього природного середовища (довкілля) / Ю.С. Шемшученко // Юридична енциклопедія : [в 6 т.] / редкол.: Ю. С. Шемшученко ((голова) [та ін.]). Київ : Українська енциклопедія, 1998–2004. Т. 4: Н–П. 2002. 720 с.
2. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона / за ред. В. К. Хільчевського. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2015. 154 с.
3. Що таке інвазивні види і як вони впливають на біорізноманіття. URL: <http://epl.org.ua/human-posts/shho-take-invazijni-vydy-i-yak-vony-vplyvayut-na-bioriznomanittya/> (дата звернення: 26.12.2018).
4. Invasive Alien Species. URL: https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index_en.htm
5. Вступила в силу Міжнародна конвенція по баластовим водам. URL: <https://www.ameu.org.ua/news/1145-vstupila-v-silu-mizhnarodna-konventsija-po-balastovim-vodam> (дата звернення: 12.09.2017).
6. Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року (укр./рос.) від 02.11.1973 (Сторінка 1 з 2). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_009 (процитовано 10.07.2016).
7. Тірон-Воробйова Н., Романовська О., Данилян А. Баластні води: безпека чи загроза морських суден // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2019. Том 30 (69). № 2. С.188–192.
8. Тірон-Воробйова Н., Романовська О., Максимов С. Річковий транспорт України: сучасні реалії та перспективи // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2019. Том 30 (69). № 1. 2019. С. 116–120.
9. Данилян А., Быковец Н., Тірон-Воробйова Н. 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, 2018. Vol. 2. P. 10–15.
10. How does it work? 2019. URL: <https://optimarin.com/system/>
11. Новый стандарт в области систем обработки балластных вод. URL: <https://www.alfalaval.ru/products/process-solutions/ballast-water-solutions/pureballast-3-1/>
12. Oceansaver® Ballast Water Management System 2019. URL: <https://www.teamtec.no/products/oceansaver-bwts/>
13. Ballast Water Management. 2016. URL: <http://www.sunrui.net/SOLUTION/bwm/321869.htm>
14. Ecochlor BWTS Ranked #8 in Fastest-Growing Manufacturing Company by Inc. 500|5000. URL: <https://ecochlor.com/ranked-no-8-manufacturer-in-usa/> (дата звернення: 19.09.2017).
15. Erma first bwts fit. URL: <https://www.ermafirst.com/bwts-systems/#erma-first-bwts-fit> (дата звернення: 27.09.2017).
16. Techcross, Electro-Cleen™ System. Techcross Win the IR52 Jang Young Sil Award. URL: http://www.techcross.com/eng/media/news_view.asp?bd_idx=324&sbdtype=0000400001&sgubun=0000400001&listview=Y (дата звернення: 14.03.2011).
17. Куліненко Л., Тірон-Воробйова Н. Нанотехнології в електроніці: перспективи розвитку // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2017. Харків, Харківський державний університет харчування та торгівлі (ХДУХТ), 2017. Вип. 1(25). С. 399–408.
18. Маслов І., Данилян А., Тірон-Воробйова Н., Романовська О., Бабак А. Установка для очистки балластных вод // Екологічні науки. № 2 (25). 2019. С. 104–108.
19. Тірон-Воробйова Н. Нуль відходів при нульовому рівні викидів: європейська стратегія на морському транспорті // Стратегічний потенціал державного та територіального розвитку: матеріали III міжнародної наук.-практ. конф., м. Маріуполь, 9-10 жовтня 2019 р. Маріуполь, 2019. С. 365–367.
20. Данилян А., Тірон-Воробйова Н., Романовська О. Удосконалення системи знезараження та очистки балластных вод // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2019. Том 30 (69). № 3. С. 143–147.

REFERENCES

1. **Shemshuchenko, Yu. S. (Ed.). (2002).** *Legal Encyclopedia* (Vol. 4). Kyiv: Ukrainian Encyclopedia. [in Ukrainian]
2. **Hilchevsky, V. K. (Ed.). (2015).** *Basic principles of water quality management and their protection*. Kyiv: Kyiv University. [in Ukrainian]
3. **What are invasive species and how they affect biodiversity. (2018).** Retrieved December 26, 2018, from: <http://epl.org.ua/human-posts/shho-take-invazijni-vydy-i-yak-vony-vplyvayut-na-bioriznomanittya/>
4. **Invasive Alien Species. (2018).** Retrieved from: https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index_en.htm
5. **The International Ballast Water Convention entered into force. (2017).** Retrieved September 12, 2017, from: <https://www.ameu.org.ua/news/1145-vstupila-v-silu-mizhnarodna-konventsija-pobalastovim-vodam>
6. **International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (ukr./russ.) of 2 November 1973 (Page 1 of 2). (1997).** Retrieved October 7, 2016, from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_009
7. **Tiron-Vorobiova, N., Romanovska, O., & Danilian, A. (2019).** Ballast waters: safety or threat of ships. *Notes of the VI T. National University Vernadsky, Series: Technical Sciences*, 30 (69), 188–192. [in Ukrainian]
8. **Tiron-Vorobiova, N., Romanovska, O., & Maksimov, S. (2019).** River transport of Ukraine: current realities and prospects. *Notes of the VI T. National University Vernadsky, Series: Technical Sciences*, 30 (69), 116–120. [in Ukrainian]
9. **Danilian, A., Bykovets, N., & Tiron-Vorobiova, N. (2018).** A new approach in the localization of invasive aliens in the ballast waters of sea vessels. *Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference: International Trends in Science and Technology*, 2, 10–15. [in Russian]
10. **How does it work? (2019).** Retrieved from <https://optimarin.com/system/>
11. **New standard in the field of ballast water treatment systems. (2019).** Retrieved from <https://www.alfalaval.ru/products/process-solutions/ballast-water-solutions/pureballast-3-1/>
12. **Oceansaver® Ballast Water Management System (2019).** Retrieved from <https://www.teamtec.no/products/oceansaver-bwts/>
13. **Ballast Water Management. (2016).** Retrieved from <http://www.sunrui.net/SOLUTION/bwm/321869.htm>
14. **Ecochlor BWTS Ranked #8 in Fastest-Growing Manufacturing Company by Inc. 500|5000. (2017).** Retrieved September 19, 2017, from <https://ecochlor.com/ranked-no-8-manufacturer-in-usa/>
15. **Erma first bwts fit. (2017).** Retrieved September 27, 2017, from <https://www.ermafirst.com/erma-first-news/erma-first-establishes-partnership-bactest-compliance-testing-toolkit/>
16. **Techcross, Electro-Clean™ System.** Techcross Win the IR52 Jang Young Sil Award. (2011). Retrieved March 14, 2011, from http://www.techcross.com/eng/media/news_view.asp?bd_idx=324&sbdtype=0000400001&sgubun=0000400001&listview=Y
17. **Kulinenko, L., & Tiron-Vorobiova, N. (2017).** Nanotechnologies in electronics: prospects for development. *Progressive techniques and technologies of food production of restaurant economy and trade*, 1 (25), 399–408. [in Ukrainian]
18. **Maslov, I., Danilian, A., Tiron-Vorobiova, N., Romanovska, O., & Babak, A. (2019).** Installation for ballast water treatment. *Environmental sciences*. 2 (25), 104–108. [in Russian]
19. **Tiron-Vorobiova, N. (2019).** Zero waste emissions zero: a European strategy for maritime transport. *Strategic Potential of State and Territorial Development: Materials of III International Science-Pract. Conf.*, Mariupol, October 9-10, 365–367. [in Ukrainian]
20. **Danilian, A., Tiron-Vorobiova, N., & Romanovska, O. (2019).** Improvement of the system of disinfection and purification of ballast water. *Notes of the VI T. National University Vernadsky, Series: Technical Sciences*, 30 (69), 143–147. [in Ukrainian]

Modern innovations in providing dismantling of ballast water management systems on sea vessels: design solutions

Larysa Sablii, Natalia Tyron-Vorobiova, Anatoliy Danilian, Olha Romanovska

Annotation. The authors of the article primarily consider one of the global problems of the present, related to the negative anthropogenic impact of humanity on water resources, in particular marine resources; constant intervention and modification of one of the native sources of the World. Secondly, the authors emphasize that water, especially sea water, is one of the means of transporting a large amount of cargo; every day, ships cross the world's maritime borders and this is not always safe (emphasis: destruction of sea biota due to the discharge of marine (ballast) water in the coastal areas of the world's seaports), the result of which is the "destruction" of oceanic spaces because of the settlement of certain marine territories by invasive alien species (IAS). In addition, the article deals with the counteraction to the "global capture and breeding" of the IAS, which is focused on the reequipment (dismantling) of the entire fleet (large-tonnage vessels) with the establishment of modern ballast water management systems (BWMS). Regulation D-2 (an innovation of the IMO Convention) clearly stipulates the latter. The authors of the article display the modern innovations for the installation of BWMS, especially those which are implemented and current. Their principle of action, features, major negatives are given. In particular, the scientists have created and proposed experimental equipment for the disinfection and purification of water ballast (based on DI NU "OMA"). The prospects and key realities of the proposed with the further testing on active sea vessels in Izmail (Ukraine) are presented.

Key words: ballast water management systems (BWMS), ballast water, dismantling, marine equipment, IMO Convention, Regulation D-2, sea vessels, invasive alien species.

Стаття надійшла до редакції 26.11.2019