Тема: « Попередження біологічного забруднення транскордонних водних об’єктів баластними водами»

Шифр: Біобезпека вод

**Зміст**

[**Вступ** 3](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569481)

[Розділ I. Аналіз існуючих технологій очистки баластних вод на суднах та вибір ефективних засобів очистки 5](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569482)

[1.1 Сучасний стан проблеми забезпечення біологічної безпеки суднових баластних вод 5](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569483)

[1.2 Особливості екології Чорного моря 7](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569484)

[1.2.1 Мікробне забруднення 8](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.2.2 Хімічне забруднення 8](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.2.3 Біологічне забруднення 10](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.3 Правові основи забезпечення біологічної безпеки суднових баластних вод і осадів 13](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4 Порівняльна характеристика технологій обробки баластних вод 16](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1 Аналіз технологій очищення баластних вод 21](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1.1 Системи фізичного розділення/фільтрації 21](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1.2 Обробка магнітним полем 24](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1.3 Хімічна дезінфекція (окисні та неокисні біоциди) 24](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1.4 Ультрафіолетовий метод очистки 25](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1.5 Дезагрегація 25](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1.6 Термічна обробка 26](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1.7 Електрична пульсація / плазмова обробка 26](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1.8 Типова система очищення баластних процедур на судах 26](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.4.1.9 Сучасні системи очистки баластних вод на світовому ринку 27](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[1.5 Аналіз техніко-економічних показників при виборі систем обробки баласту 28](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569485)

[**Висновки** 30](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569489)

[**Додаток А** 31](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569489)

[**Список використанихджерел** 32](file:///C:\Users\Владиславкина\Desktop\zheronkin.docx#_Toc3569490)

**Вступ**

  За орієнтовними оцінками, в водному баласті абсолютно всіх судів світу одночасно транспортується від 7 до 10 000 різноманітних видів морехідних мешканців: безхребетних, ікринок риб, личинок, хвороботворних бактерій і вірусів. У зв'язку з цим Міжнародної морехідної системою в 2004 році прийнята Міжнародна конвенція про контроль і управління судновими баластними водами і опадами (International Conventionfor the Control and Management of Ships 'Ballast Water and Sediments, 2004). Станом на серпень 2015 р Конвенцію підписали 44 держави. Ряд держав (Австралія, Бразилія, Ізраїль, Канада, Нова Зеландія, США, Чилі та ін.) Вже виставляють умови до судів, що приходять в їх порти, з контролю та управління судновими баластними водами з метою попередження занесення патогенних мікроорганізмів [1].

На сьогоднішній період переважно дієвим в синтезі з надійністю і перспективою абсолютного використання на судах представляється метод, який передбачає оброблення баласту на борту судна: фізичними, механічними, хімічними і біологічними методами.

Міжнародною Конвенцією з контролю та управління судновим водяним баластом і осадами визначені такі нормативні документи заміни баласту: правила D-1 і D-2.

Правило D-1. Суда, що зазнають баластування, виконують це з ефективністю заміни, складовою 95 % від обсягу. Прокачування триразового обсягу кожного танку баластом вважається рівноцінним вказаному стандарту.

Правило D-2. Судна, які здійснюють управління водяним баластом, скидають на 1 м3 менше 10 життєздатних організмів розмірами більше 50 мкм і на 1 мл менше 10 життєздатних організмів розмірами 10-50 мкм.

У стандарт якості баластних вод суден, які здійснюють управління баластом, включені індикаторні мікроби, скидання яких не повинно перевищувати встановлених концентрацій:

* токсигенний вібріон холери (О1 і О139) - менше 1 колонієутворюючих одиниць (КУО) на 100 мл або менше 1 КУО на 1 грам ( сирої ваги) зразків зоопланктону;
* кишкова паличка - менш 250 КУО на 100 мл, кишкові ентерококи - менш 100 КУО на 100 мл.

Операції зі зміни баласту проводяться в акваторіях портів і є в даний час закономірними процесами судноплавства і морських перевезень, що приводять до найважливішої екологічної проблем - ризик занесення різних видів морських мешканців, в тому числі вірусів і бактерій, патогенних для людини. Наслідки цього процесу, на відміну від інших видів антропогенного впливу, мають незворотний характер [2, 3].

**1 Аналіз існуючих технологій ОЧИСТКИ БАЛАСТНИХ ВОД нА СУдНАХ ТА ВИБІР ЕФЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ОЧИСТКИ**

* 1. **Сучасний стан проблеми забезпечення біологічної безпеки суднових баластних вод**

Однією з найактуальніших проблем антропогенного впливу на екологію водних екосистем є перенесення і скидання суднами баластних вод в акваторії морів. З перенесенням баластними водами видів-вселенців пов'язано ряд екологічних катастроф, що призвели до значних економічних втрат. Зростаючий сумарний тоннаж світового цивільного флоту, який переносить щорічно до 10 млрд тонн водяного баласту, в якому мешкає понад 7 тисяч видів морських тварин і рослин, змушує звернути пильну увагу на проблему, пов'язану з баластною водою [4,5].

Проблема вселення видів входить в число найважливіших екологічних проблем кінця XX століття. За 50-60 років у зв'язку з бурхливим розвитком судноплавства почастішали випадки розселення видів за допомогою суден в самі різні райони Світового океану. Відбувається вселення не тільки окремих видів тварин - іноді це глобальні зміни на рівні цілих фаун. Цей процес, в силу своєї непередбачуваності, отримав таку промовисту назву, як «екологічна рулетка» [6,7]. Серед морських чужорідних видів зустрічаються паразити риб, безхребетних і мікроорганізми, які становлять небезпеку для здоров'я людей (Vibrio cholerae). Від вселення інших, таких як гребневик *Mnemiopsisleidyi* або двостулковий молюск *Dreissenapolymorpha*, відбувається повна деградація екосистеми і рибних продуктів. Втрати від вселення гребневика *Mnemiopsisleidyi* оцінюється в мільярди доларів США щорічно для причорноморських і прикаспійських держав [8]. Такі ж, за масштабами, збитки завдано США і Канаді від вселення понто-каспійського молюска *Dreissenapolymorpha* з Азово-Чорноморського басейну в Великі Американські озера. Загальні щорічні збитки США від видів-вселенців оцінюються в 120 мільярдів доларів США. Щорічні втрати від появи вселенців, перш за все понто-каспійських видів, тільки в одній невеликій європейській країні Нідерланди становлять від 1 до 3 мільйонів євро. Вселення чужорідних видів організмів у природні співтовариства в результаті людської діяльності є свого роду «біологічне забруднення» [9].

В останні роки ця проблема стала актуальною і для України. Залучення країни в світову економічну систему призвело до інтенсифікації морських перевезень, в тому числі міжбасейнових і трансконтинентальних. Сучасні масштаби антропогенного вселення видів цілком можна порівняти з першорядними проблемами сучасних морських і прісноводних екосистем - евтрофікацією і зміною клімату [10]. Водойми Європи і Середньої Азії виявилися особливо вразливими для вселення та натуралізації в них чужорідних видів [10]. До водойм-«реципієнтів», вельми чутливих до натуралізації в них чужорідних видів, можна віднести і Середземне море, напівзамкнену водойму з солоністю вище океанської. Збільшення тоннажу морського флоту і скорочення часу перевезень порушили біогеографічні бар'єри і в багато разів підвищили небезпеку перенесення видів-вселенців в нове середовище проживання. Чорне і Азовське моря є лідерами за кількістю і наслідками таких інвазій [10,11]. Інтродукція видів у нове для них середовище проживання неодноразово призводила до екологічних катастроф. Результати наслідків біоінвазій порівнянні зі збитком від міжнародного тероризму [12].

Так, в 1950-і роки в Чорне море був завезений молюск *Rapanathomasiana*, мешканець далекосхідних морів, хижак-пожирач двостулкових молюсків, які фільтрують морську воду. Результатом розмноження виду стало знищення аборигенних видів устриць і мідій, знищення устричних банок, кормів донних риб [8, 12]. У 1970-х роках в Чорне і Азовське моря суду завезли молюска гребневика *Mnemionisleidyi* - мешканця прибережних північно американських морів. Інтродукція його привела до зміни структури планктонних угруповань і, як наслідок, триразового зниження продуктивності водойм. Збиток від недолову риби оцінювався в 200 млн. доларів США для Чорного моря, 40 млн. доларів США для Азовського моря і 500 млн доларів США через простій рибопромислового флоту, рибообробних підприємств та іншої інфраструктури, пов'язаної з рибною промисловістю. Проникнення гребневика в Каспійське море з його унікальною, ендемічною екосистемою призвело до катастрофічного зниження популяцій промислових риб особливо цінних порід через порушення харчового ланцюга [12].

Одним з медичних аспектів скидання баластних вод є занесення збудника холери у води Чорного і Азовського морів. З метою недопущення занесення холери морським транспортом заборонено скидання баласту в протоках, акваторіях портів. Фахівці СЕС приходять до висновку, що завезення холери з баластними водами малоймовірно, що підтверджується багаторічними негативними результатами бактеріологічних досліджень на холеру проб баластних вод судів, заборонених в акваторіях портів, неблагополучних щодо холери.

Дослідження баластних вод на наявність інвазійних мікроорганізмів проводяться не одне десятиріччя[13]. Однак економічні наслідки, викликані ними, вивчалися тільки в зв'язку з цвітінням водоростей.

**1.2 Особливості екології Чорного моря**

Вважають, що забруднення Чорного моря почалося вже в античні часи, хоча достовірних доказів цьому немає. Згідно з деякими авторам, стародавні мореплавці на своїх дерев'яних судах занесли в Чорне море корабельного черв'яка (*Teredo navalis*). У Чорному морі корабельний черв'як прижився, розмножився і став завдавати шкоди судам і портовим спорудам. Як масовий вид, він проіснував в Чорному морі до 1950-х рр. і шкодив, зокрема, рибальству, за кілька місяців приводячи в непридатність дерев'яні опори ставних неводів. У міру витіснення дерева бетоном, металом і синтетичними матеріалами, чисельність цього виду скорочувалася і зараз вона незначна.

З минулих років відомі також інші приклади забруднення Чорного моря, причому не тільки біологічного. Однак особливо помітно воно проявилося в другій половині XX століття, у зв'язку з інтенсифікацією сільського господарства, розвитком промисловості, транспорту, зростанням населення приморських міст і іншими проявами активізації діяльності людей [14].

*1.2.1 Мікробне забруднення*

Згідно Стратегічного плану дій по відновленню і охороні Чорного моря (Strategic Action Plan, 1996), підписаного в Стамбулі (Туреччина, 31 жовтня 1996 року), міністрами з питань екології чорноморських держав другим видом негативного впливу людини на Чорне море названо мікробне забруднення. За масштабами воно не можна порівняти з антропогенної евтрофікацією, але з соціальних і економічних наслідків нітрохи йому не поступається. Досить назвати такі випадки, як епідемії холери та інших шлунково-кишкових інфекцій, закриття пляжів для купання за мікробіологічними показниками, простої в роботі усієї бальнеологічної та рекреаційної інфраструктури - санаторіїв, будинків відпочинку, збитки індустрії туризму, щоб стала зрозумілою значущість цього виду забруднення моря.

На порядку денному постали проблеми, пов'язані з бактеріологічними станом прибережних морських вод. В даний час мікробне забруднення вод, донних осадів і морських організмів відзначається в багатьох морях світу. Засоби масової інформації раз у раз сповіщають про випадки захворювань в внаслідок прямого контакту людини з морем або з морепродуктами [15].

Крім того, джерелом мікробного забруднення прибережних вод є і сама людина. Під час купання в морі з поверхні кожного тіла змиваються десятки мільйонів мікроорганізмів, в тому числі патогенних. При великому скупченні людей, що купаються в обмежених прибережних акваторіях ймовірність зараження досить висока. Особливо в безвітряні дні, коли течії сповільнюються і водообмін в зоні пляжів практично не відбувається.

*1.2.2 Хімічне забруднення*

Цей процес пов'язаний з надходженням в море з річковим стоком, з атмосфери, з суден, з місць видобутку нафти і газу на шельфі, з розташованих на суші джерел великої групи небезпечних для живих організмів речовин. Про це в засобах масової інформації розповідають частіше, ніж про евтрофікацію і мікробне забруднення, тому настороженість населення щодо нього, відповідно, більше, аніж до інших видів забруднення.

За різними літературними джерелами, в Чорне море з водами річок і з атмосфери щорічно надходить близько 80 т ртуті. Що з нею відбувається далі і за якими харчовими ланцюжками вона мігрує всередині екосистеми Чорного моря, не цілком ясно.

Шкідливий вплив на морські організми надають багато речовин з групи пестицидів. Цей вплив помітний через пригнічення росту морських водоростей в місцях випуску в море вод з рисових чеків, які містять гербіциди (хімічні препарати для придушення рослин-бур'янів), фунгіциди (засоби від грибів) та інсектициди (засоби від комах шкідників. Концентрація пестицидів значно, іноді на порядок величин, зростає при переході від одного трофічного рівня до наступного, наприклад, від водоростей до безхребетних, від безхребетних до риб, від риб до птахів.

Характерний приклад впливу пестицидів на водних птахів: популяція строкотоклювой крячки (*Sterna sandwicensis*) на острові Грінд в Північному морі біля узбережжя Нідерландів (Герлах, 1985). Риба, якою харчувалися крячки, була заражена, стічними водами розташованого поблизу заводу з виробництва пестицидів. В результаті до 1965 з 20 тис. пар крячок, що гніздилися на острові, вижило тільки 650 пар. У 1967 р скидання токсичних стоків було припинено, і до 1974 р. число гніздових крячок збільшилася до 5 тис. пар.

До хімічних забруднювачів моря відносяться також детергенти, або синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР). В останні десятиліття вони широко використовуються в промисловості і в побуті, перш за все, як миючі засоби.

З річковою водою, міськими та промисловими стоками в Чорне море щорічно надходить близько 50 тис. т детергентів (1993). Вважається, що при концентрації вище 0,1 мг на 1 кг води детергенти стають токсичними для водних організмів. Серед забруднюючих море речовин на одному з перших місць в суспільній свідомості знаходиться нафта. На відміну від багатьох інших хімічних забруднювачів, нафта уявляє собою природний продукт. У моря і океани вона потрапляла і до людини, і без його участі – у результаті просочування з морського дна, землетрусів і переміщень земної кори. Тому у багатьох морських організмів виробилося певне звикання до нафти. Велика група організмів харчується нафтою, наприклад нафто- руйнуючі бактерії, інші успішно ростуть на твердих грудках мазуту, що плавають на поверхні моря. Екологічні наслідки розливів нафти відчуваються як правило, протягом місяців, а то й років, особливо в холодних водах, де мікробне руйнування нафти відбувається повільно.

*1.2.3 Біологічне забруднення*

*Біологічним забрудненням* моря називають випадкове, часто прямо або побічно пов'язане з діяльністю людини проникнення в морську екосистему чужих їй видів тварин і рослин. При натуралізації (остаточної акліматизації) на новому місці, прийшлі види можуть надавати деструктивну дію, особливо помітну при масовому розмноженні прибульців. Їх називають ще екзотичними видами, або екзотами. У будь-якому випадку, поява нового виду в місцевості, в якій він раніше не проживав, означає вторгнення в історично сформовану сукупність флори, фауни і мікроорганізмів, в рамки загальноприйнятої біологічної рівноваги між видами і біологічного різноманіття екосистеми. Це явище являє собою порушення сформованих біологічних і екологічних засад, тому його називають біологічним забрудненням.

Чорне море виявилося водоймою-приймачем (реципієнтом) для великої кількості екзотичних видів. Успішною акліматизації екзотичних видів в Чорному морі сприяє ряд обставин. Серед них - різноманітність місць проживання (біотопів), як в самому морі, так і в приморських водоймах-лиманах, лагунах, гирлах річок, сприятливі кормові умови для планктоноїдних, бентосоїдних і рибоїдних видів. Особливо сприяє вселення чужорідних видів низький «екологічний імунітет» Чорного моря. Під імунітетом екосистеми мається на увазі її стійкість перед вторгненням нових видів зі сторони.

Одна з умов забезпечення надійності біологічних систем пов'язана з явищем антагонізму. Так в екології називають протиборство організмів, при якому один вид стримує або пригнічує розвиток іншого виду. В результаті цієї конкуренції (за їжу, за нагульні біотопи, за місця нересту, зимівлі і т. д.) чисельність одного виду ніколи не буває настільки високою, щоб пригнічувати чисельність іншого. У природі у всіх видів є свої види-антагоністи, які, в кінцевому рахунку, підтримують біологічну рівновагу в системах живих істот. Чорне море, в силу низької солоності води, різких сезонних коливань температури та інших природних причин, відрізняється невисокою, в порівнянні з «справжніми» морями, біологічною різноманітністю. З цієї причини екзотичні види, опинившись в Чорному морі, не завжди зустрічають «своїх» видів-антагоністів і отримують можливості для практично необмеженого розмноження на новому місці. Цим пояснюється «спалах » чисельності багатьох екзотичних видів на перших порах перебування в Чорному морі.

У Чорне море екзотичні види проникають переважно водним шляхом. Організми «мандрують» або в складі обростань підводної частини корпусу судна, або, частіше, в баластних ємностях судна, в які вони потрапляють разом з забортною водою. Вода, яка приймається на судно для забезпечення необхідної осадки і остійності, коли корисного вантажу і запасів для цього недостатньо, набирається зазвичай в прибережній зоні. Тому вона містить безліч планктонних організмів, в тому числі личинок пелагічних і донних тварин. Деякі організми, наприклад спори водоростей і яйця безхребетних тварин, знаходять сприятливе середовище в осаді, який утворюється на дні баластних танків. Після прибуття в порт призначення водяний баласт викачується за борт і організми опиняються в нових умовах проживання.

Вважають, що протягом XX століття таким шляхом в Чорне море потрапили щонайменше півсотні видів рослин і тварин. Вплив основної частини випадкових вселенців на місцеву фауну і флору не викликає серйозних побоювань, а деякі з них виявилися навіть корисними. Наприклад, невеликий краб *Rhithropanopeus harrisi tridentata*, який отримав на Чорному морі назву голандського, тому що завезли його імовірно з затоки Зейдер-Зе Північного моря, вважається корисним, так як їм активно харчуються місцеві промислові риби - бичкі, глоса, калкан, осетрові (Zaitsev and Óztürk, 2001), хоча в Каспійському морі він однозначно оцінений як шкідливий прибулець, поїдає корм бентосоїдних риб і псує улов в мережах.

Однак щодо деяких вселенців оцінки носять цілком певний характер: це шкідливі види, від яких екосистема Чорного моря і ресурси промислових видів несуть очевидні збитки. Таких видів, на щастя, небагато, але «коштують» вони дорого, як у виразах «екологічної валюти», так і в грошовому виразі.

Проблема мнеміопсиса в Чорному морі знайшла міжнародне значення, і в березні 1995 р в Женеві (Швейцарія) було скликано засідання робочої групи GESAMP (Об'єднана група експертів з наукових аспектам охорони моря). Це був перший випадок, коли екологічна проблема Чорного моря розглядалася на рівні експертів ООН. В числі рекомендацій, запропонованих експертами, було вселення в Чорне море природних ворогів мнеміопсиса, серед яких був названий хижий гребневик бероє (*Berne*). Поки рекомендація GESAMP обговорювалася в відповідних відомствах чорноморських країн, в 1997 р. в Чорному морі, одночасно гідробіологами декількох країн, був виявлений гребневик *Berne ovata* (Nastenko, Polischuk, 1999). Його завезли, очевидно, теж в баластних водах і, зустрівши багату відповідну кормову базу (Бероє спеціалізований на затриманні та поїданні саме мнеміопсиса), він прижився і розмножився. Популяція мнеміопсиса почала різко знижуватися, а улови хамси – помітно збільшуватися. Звертає на себе увагу різке падіння уловів хамси після спалаху чисельності реброплавів мнеміопсиса в кінці 1980-х і початку 1990-х рр. і збільшення її вилову після спалаху чисельності антагоністичного виду – гребневика бероє в кінці 1990-х рр. З появою скумбрії, пеламиди і луфаря зазначено закінчення промисла цих видів в Чорному морі (по, гаквеу, 1993 з доповненнями). Пройде деякий час, бероє виїсть мнеміопсиса до якогось мінімального рівня, а потім і його чисельність впаде. цим скористається мнеміопсис і знову розмножиться, в результаті чого запаси хамси впадуть. Настане пора розмножуватися бероє (з'явився корм) і історія повториться. І так без кінця. Новим виявиться лише те, що гребневики мнеміопсис і бероє вже ніколи не зникнуть.

**1.3 Правові основи забезпечення біологічної безпеки суднових баластних вод і осадів**

Інвазійні водні види в баластній воді корабля є однією з найбільших проблем з якими стикається судноплавна галузь. Відповідно до Міжнародної конвенції ІМО «Охорона і управління судновими баластними водами і осадами» впровадження системи управління баластної водою і системи очищення баластних вод на борту суден стало важливим.

В даний час реалізується спільний проект Глобального екологічного фонду, програми з розвитку ООН І Міжнародної морської організації щодо усунення бар'єрів на шляху організації управління і контролю суднових баластних вод в країнах, що розвиваються [16]. Завдання збереження навколишнього середовища змусило включитися в боротьбу за її охорону не тільки екологічні організації, але і вживати заходів на національному та міжнародному рівнях з боку урядів держав [17].

Питання запобігання забруднення вод Світового океану стали вирішуватися в 1960-і роки в рамках Міжнародної морської організації (ІМО) при Організації Об'єднаних Націй. На міжнародних конференціях удосконалювалися правові основи охорони морського середовища від забруднення, що знайшло відображення в Міжнародній конвенції щодо запобігання забрудненню моря з суден (МАРПОЛ-73/78). Конвенція послужила стимулом для реалізації технічного рішення індикації та ранжирування джерел забруднення, розробки та впровадження установок і систем очищення і знезараження стічних вод на судах (УООСВ).

У 1991 р. ММО розробила «Керівництво щодо запобігання внесення небезпечних і патогенних водних організмів в результаті скидання з суден водяного баласту і опадів», резолюція 50. Документ доповнений в 1992 р - резолюція А774.

У 1997 р Асамблея ММО прийняла резолюцію А.868 «Керівництво з контролю водяного баласту суден і управління ним для зведення до мінімуму переносу шкідливих водних і патогенних мікроорганізмів», встановивши механізм заміни баластної води в море і процедури контролю руху суден [2].

До 2004 року не існувало чітких міжнародних правил з контролю над перенесенням баластних вод і внесенням шкідливих і патогенних організмів в акваторію морів. У лютому 2004 р ММО провела Міжнародну конференцію з управління баластними водами суден для схвалення Конвенції «Про контроль суднових баластних вод і осадів і управлінні ними». Нова Конвенція (BWConvention, 2004) доповнює існуючу Міжнародну конвенцію по запобіганню забрудненню з суден 1973 р. змінену протоколом 1978 року (МАРПОЛ 73/78).

Станом на серпень 2015 р Конвенцію підписали 44 держави. Ряд держав (Австралія, Бразилія, Ізраїль, Канада, Нова Зеландія, США, Чилі та ін.) Вже висувають вимоги до судів, що заходить в їх порти, з контролю та управління судновими баластними водами для запобігання занесення патогенних мікроорганізмів [17]. Тривалий процес підписання обумовлений технічними складнощами при реалізації вимог, що пред'являються до систем управління судновими баластними водами, а також організаційними заходами з контролю виконання вимог.

В символ класу судів, які здійснюють управління судновими баластними водами і осадами у вигляді заміни баласту в морі, вноситься спеціальний знак *BWM,* що підтверджує їх відповідність вимогам Регістру щодо безпечної заміни баласту в морі. Для судів, які не мають на борту керівництва щодо безпечної заміни баласту в морі, схваленого Регістром, заміна водяного баласту в морі забороняється [18].

Усі судна, що підпадають під дію Конвенції, повинні мати плани управління баластними водами і журнали проведення операцій з ними. В обов'язки фахівця порту держави входить здійснення перевірок судів на відповідність вимогам Конвенції.

В Україні державний санітарний нагляд за всіма судами, в частині природоохоронних заходів, здійснюється санітарно-карантинним відділом порту Одеси. В порти України щорічно прибуває понад 18 тисяч суден з більш 120 країн світу, в т.ч. епідеміологічно небезпечних, які скидають в портові води більше 200 млн тонн баласту. Практично на всіх судах відсутні установки з очищення баластових вод. Станції з очищення баласту в країні є в одиничних портах. Фахівцям санітарної служби водного транспорту необхідно визначити порядок вирішення питання управління водяним баластом, що повинно знайти відображення в національних нормативних документах.

В Україні приступили до розробки нових Санітарних правил охорони прибережних вод морів. В даний час в Україні діють такі нормативні документи щодо запобігання забрудненню моря:

- Державні санітарні правила і норми скидання з суден стічних, забруднених нафтою, баластних вод і сміття. Додаток IV до Конвенції МАРПОЛ 73/78;

- Державні санітарні правила для морських суден України;

-Санітарний правила і норми охорони прибережних вод морів від забруднення в місцях водокористування населення СанПіН 4631-88;

- Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення;

- Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення.

При заході суден, що мають на борту УООСВ, санітарно-карантинна служба проводить їх огляд, з обов'язковим лабораторним контролем ефективності роботи [19]. За бортовому «Журналу операцій зі стічними водами» контролюються всі клінкери прямого скидання, їх закриття і опечатування, час і місце скидання стічних вод. На судах, які не надали для контролю міжнародні документи, що засвідчують якість роботи УООСВ, при відсутності спеціального накопичувального танка і наявності технічної несправності обладнання співробітники санітарно-карантинного відділу відбирають проби для лабораторного дослідження сточно-фанової води після очищення.

Оцінка якості установок проводиться за наступними міжнародним і національним показникам: БПК-5, вміст завислих речовин, колі-індекс, вміст залишкового хлору в 1 л. Відповідно до національного санітарним законодавством, судам з відкритою фановою системою захід у порти України заборонений.

Таким чином, стурбованість державних установ благополуччям акваторій, що входять в юрисдикцію кожної країни, призвела до розробки національних, регіональних і міжнародних правил, що регламентують дії капітанів суден по ліквідації відходів і зміні баласту.

**1.4. Порівняльна характеристика технологій обробки баластних вод**

Щоб забезпечити дотримання їх судами правил і положень, встановлених ІМО, щодо управління водяним баластом, кілька судноплавних компаній приступили до впровадження систем очищення баластних вод на своїх судах.

На ринку є безліч технологій для обробки баластних вод на судах. Проте, такі обмеження, як наявність простору, вартість реалізації і рівень екологічності, відіграють важливу роль у використанні конкретного типу системи очищення баластних вод. Технологія перевезення вантажів водним транспортом передбачає наявність на борту судна певної кількості забортної води (баласту) для забезпечення остійності та осадки судна при його переходах порожнем. У забортній воді містяться різні живі організми, що можуть зберігати здатність до життєдіяльності навіть після тривалих морських переходів. Скидання баласту, що містить чужорідні для даного району організми, може завдати шкоди рибальству, колоніям коралів, аквакультурним фермам й іншим сферам господарчої діяльності, стати причиною виникнення інфекцій [5, 20-22].

Зростаюче міжнародне значення проблеми переносу морських організмів з водяним баластом призвело до створення відповідних законодавчих документів як на регіональних рівнях, так і на рівні ООН та ІМО [23, 24]. У зв'язку з цим є досить актуальним питання обробки баластних вод для запобігання скиданню небажаних мікроорганізмів із суден в портах.

У багатьох країнах проводяться дослідження методів обробки баластних вод. Серед низки існуючих методів обробки баласту одним із найбільш перспективних вважається очищення забортної води на борту судна [25, 26]. Враховуючи актуальність даної тематики, є ряд публікацій, присвячених різним способам обробки. Так, у звіті, представленому Американським бюро судноплавства (ABS), проведено огляд та порівняння систем та окремого обладнання для очищення баласту різних виробників [27]. Ґрунтовне дослідження ефективності обробки забортної води хлором приведено в роботі [28]. Оцінка економічної ефективності, капітальних та експлуатаційних витрат для різних способів обробки забортної води було проведено американськими дослідниками [29]. Дослідження обробки забортної води об'ємним шляхом у баластних танках та електрохімічним способом представлені у наукових публікаціях [30]та [31], відповідно.

При виборі системи очищення баластних вод для судна враховується ряд факторів. Деякі з основних чинників, які беруться до уваги:

• Ефективність на баластних водних організмах.

• Екологічно дружелюбність.

• Безпека екіпажу.

• Ефективність витрат.

• Простота установки і експлуатації.

• Доступність простору на борту.

На сьогоднішній день виділяють п'ять основних методів обробки баластних вод.

Перший метод - виключення скидання баласту взагалі. Це найнадійніший спосіб, він застосовується в тих випадках, якщо скидання баластних вод заборонено повністю. Однак даний спосіб не є практичним.

Другий метод - зменшення концентрації морських організмів, що містяться в прийнятому на борт водяному баласті. Це може бути досягнуто шляхом обмеження кількості прийнятого водяного баласту, а також шляхом вибору місць прийому баласту. Не слід приймати баласт на малих глибинах, у районах застою води, поблизу від місць зливу стічних вод і днопоглиблювальних робіт і районів виявлення патогенних мікроорганізмів.

Третій метод полягає в обробці водяного баласту на борту судна. На даний час розроблено певні технології цього методу, рекомендовані керівництвом ІМО.

Четвертий метод - берегова обробка - за оцінками Американського Бюро Судноплавства має ряд переваг. Однак необхідно врахувати, що багато суден не мають можливості здавати водяний баласт на берегові приймальні споруди. Що стосується портів, то далеко не всі з них можуть надати судну відповідні приймальні споруди.

П'ятий метод полягає в зміні баласту у водах відкритого океану або його розбавленні.

На сьогоднішній день найбільш ефективним у поєднанні з надійністю та можливістю необмеженого застосування на суднах є третій метод, що передбачає обробку баласту на борту судна. Така обробка може здійснюватися наступними способами [7]:

* фізичним (нагрівання, обробка ультразвуком, ультрафіолетовим випромінюванням, магнітним полем, іонізація сріблом, і т.п.);
* механічним (фільтрування, внесення змін у конструкцію судна, застосування спеціальних покриттів танків і т.п.);
* хімічним (озонування, видалення кисню, хлорування, застосування біореагентів і т.п.);
* біологічним - шляхом додавання в баластну воду хижих або паразитних організмів з метою знищення шкідливих мікроорганізмів.

Серед перерахованих способів поки немає достатньо ефективних і економічних. Так, наприклад, механічна обробка шляхом сепарування або фільтрування займає багато часу і не забезпечує віддалення мікроорганізмів, вона потребує видалення відкладень, що утворюються в результаті фільтрування.

Застосування хімічної обробки (найдоступніший поки спосіб) може спричинити ряд проблем:

* очевидний ризик для здоров'я екіпажу;
* висока швидкість корозії баластних насосів, трубопроводів, покриттів танків та інших частин баластної системи;
* забруднення цими хімікатами морського середовища в результаті їх скидання разом з баластом.

Фізичний вплив від ультрафіолетових променів, ультразвуку, нагрівання баластної води також несе великий ризик для здоров'я екіпажу, може викликати корозію корпусних конструкцій, а у разі скидання гарячої води - пошкодити місцеву морську екосистему. Суттєвий недолік при використанні фізичного впливу - відсутність гарантії знищення патогенних мікроорганізмів [5].

Обробку баласту на борту судна можна умовно розділити на два етапи: твердо-рідинне розподілення та дезінфекція [23]. Твердо-рідинне розподілення здійснюється шляхом фільтрування або застосування гідроциклону. Дезінфекція видаляє і/або деактивує мікроорганізми, використовуючи один чи декілька наступних методів [23]:

* хімічна інактивація мікроорганізмів біоцидами (біоциди, що окислюються - загальні дезінфікуючі засоби, які активуються, руйнуючи органічні структури, такі як клітинні мембрани, або нуклеїнові кислоти; біоциди, що не окислюються, впливають на репродуктивні, нервові, або метаболічні функції організмів);
* фізико-хімічна інактивація мікроорганізмів за допомогою процесів, таких як ультрафіолетове світло, висока температура або кавітація;

дезоксидація - процес видалення кисню з води, внаслідок чого настає асфіксія мікроорганізмів.

Більшість широко розповсюджених систем включає дві або більше стадії обробки баластних вод (рис. 1). На практиці застосовують наступні способи обробки баластних вод:

* коагуляцію
* фільтрування;
* розділення фаз під дією відцентрових сил в гідроциклонах;
* дезінфекція ультрафіолетовим випромінюванням;
* електрохімічна обробка;
* хлорування

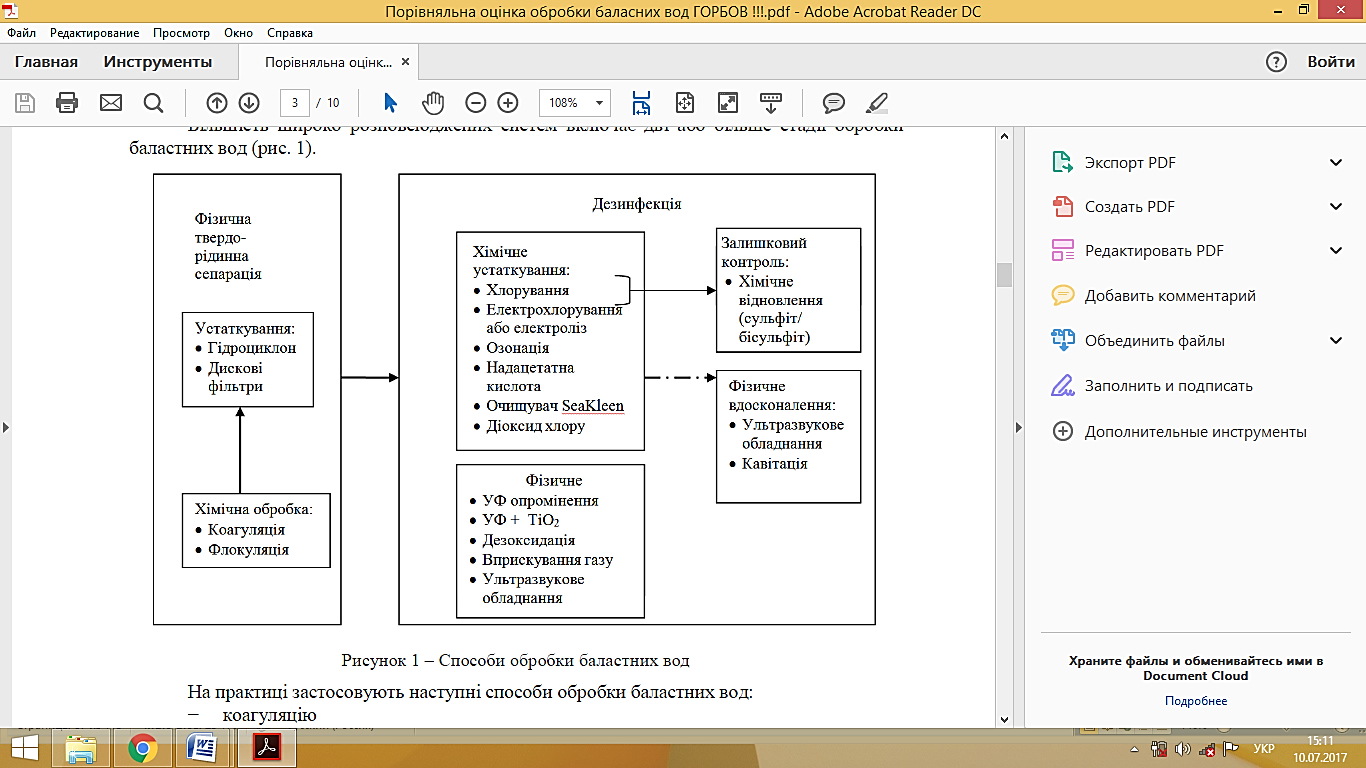


Рисунок 1 - Способи обробки баластних вод

Наявність додаткового очисного обладнання буде напряму (за рахунок споживання додаткової кількості енергії із електричної системи судна) або опосередковано (додатковий місцевий опір в системі, що призводить до підвищених втрат тиску, як наслідок, потрібні відцентрові насоси з більш потужним електроприводом) впливати на енергоспоживаність баластної системи. Також слід враховувати тривалість процесів обробки, оскільки час проведення баластних операцій, під час яких і здійснюється очищення забортної води, є обмеженим.

Варіанти поєднання процесів очищення баластних вод наведено на рис. 2.

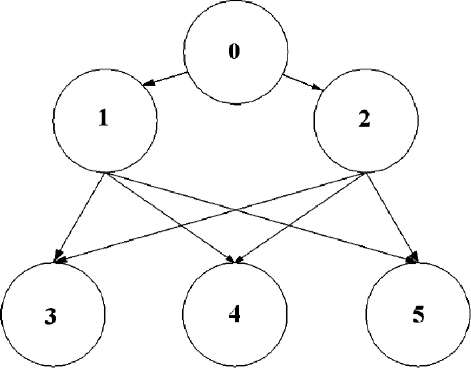


Рисунок 2 - Схема можливих послідовностей застосування способів обробки баластної води в системі очищення:

0 - коагуляція; 1- фільтрування; 2 - розділення в гідроциклоні; 3 - дезінфекція ультрафіолетовим промінням; 4 - електрохімічна обробка; 5 – хлорування

1.4.1 Аналіз технологій очищення баластних вод  
Основними типами технологій очищення баластних вод, доступних на ринку, є:

• Системи фільтрації (фізичні)

• Хімічна дезінфекція (окисні і неокисні біоциди)

• Ультрафіолетове очищення

• Очищення дезоксигенацією

• Теплова (термічна обробка)

• Акустична (кавітаційна обробка)

• Електричні імпульсні / імпульсні плазмові системи

• Обробка магнітним полем

Типова система очищення баластних вод на борту суден використовує дві або більше технології для забезпечення того, щоб очищена баластна вода відповідала стандартам ІМО

1.4.1.1 *Системи фізичного розділення / фільтрації* [32]

Системи фізичного розподілення або фільтрації використовуються для віддалення морських організмів і зважених твердих матеріалів від баластної води з використанням систем осадження або поверхневої фільтрації. Суспендовані / відфільтровані тверді частинки і відпрацьована (зворотна промивка) вода з процесу фільтрації або вивантажуються в районі, звідки баласт береться, або піддається подальшій обробці на судах перед вивантаженням.

В основному для фільтрації баластних вод використовується таке обладнання: *Екрани / диски:* екрани (нерухомі або рухомі) або диски використовуються для ефективного видалення зважених твердих частинок з баластної води з автоматичним зворотним промиванням. Вони надзвичайно екологічні, оскільки вони не вимагають використання токсичних хімічних речовин в баластній воді (рис.3).

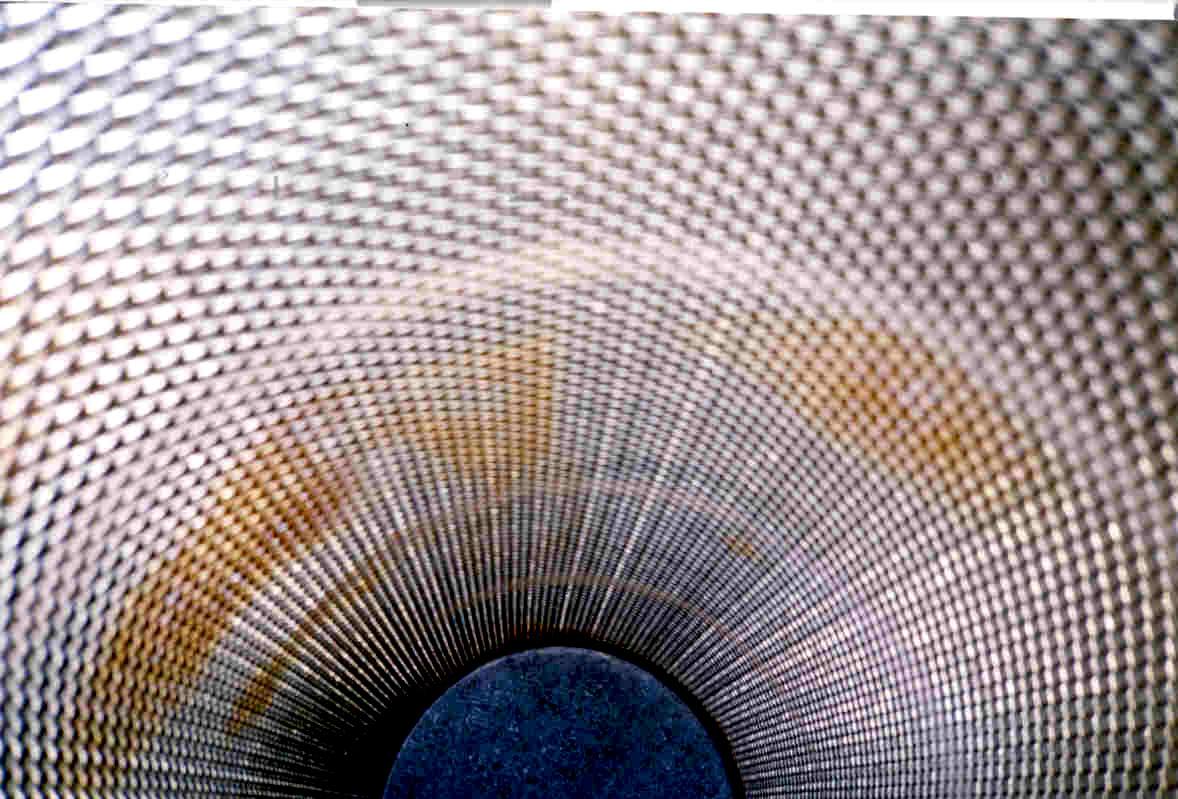
[](http://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2013/06/filter.jpg)

Рисунок 3 - Фільтри екрану

*Гідроциклон:* Гідроциклон - ефективне обладнання для відділення зважених твердих частинок з баластної води (рис.4). Високошвидкісна відцентрова сила використовується для обертання води для відділення твердих частинок. Оскільки гідроциклон не має рухомої частини, його легко встановити, експлуатувати і підтримувати на борту кораблів. Було виявлено, що в міру того, як робота гідроциклону сильно залежить від маси і щільності частки, їм не вдається видалити більш дрібні організми з баластної води.

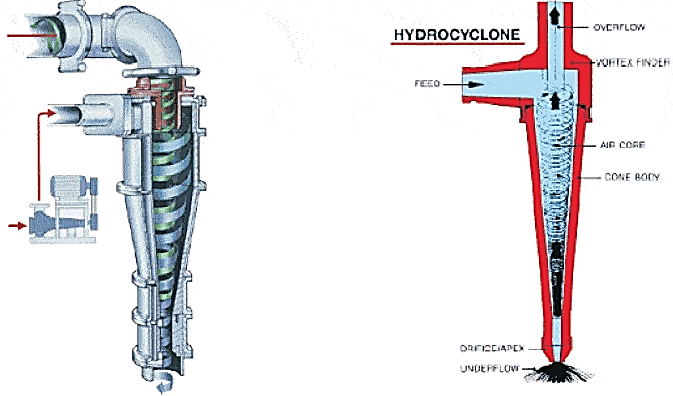
[](http://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2013/06/hydrocyclone.gif)

Рисунок 4 - Гідроциклон

*Коагуляція:* оскільки більшість фізичних методів фільтрації не здатні видаляти менші тверді частинки, метод коагуляції використовується до процесу фільтрації, щоб об'єднати більш дрібні частинки разом, щоб збільшити їх розмір (рис. 5). У міру збільшення розміру частинок ефективність під час вищезгаданих процесів фільтрації зростає. Таке явище, що включає коагуляцію дрібних частинок в дрібні пластівці, відомо як флокуляція. Флокули осідають швидше і можуть бути легко видалені.

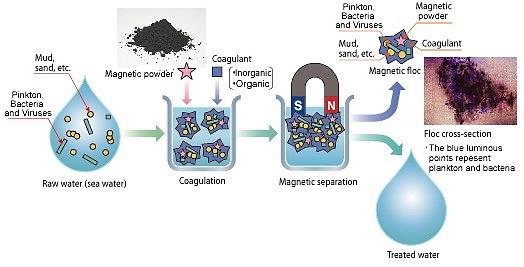
[](http://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2013/06/coagulation.jpg)

Рисунок 5 - Система коагуляції баластної води

*Медіафільтри:* для фільтрації частинок меншого розміру також можна використовувати фізичні системи очищення водяного баласту зі серединними фільтрами. Було виявлено, що стискаючі фільтри для середовища (*Crumb rubber*) більш підходять для використання на суднах через їх компактні розміри і меншу щільність в порівнянні зі звичайними гранульованими системами фільтрації.

1.4.1.2 *Обробка магнітним полем* [32-34]:

Для обробки магнітним полем використовується технологія коагуляції. Магнітний порошок змішують з коагулянтами і додають до баластної води. Це призводить до утворення магнітних пластівців, які включають морські організми. Магнітні диски використовуються для видалення цих магнітних зграй від води.

1.4.1.3 *Хімічна дезінфекція* (окисні та неокисні біоциди).

Біоциди є дезінфікуючими засобами, які були протестовані для потенційного видалення інвазивних організмів з баластної води. Біоциди видаляють або інактивують морські організми з баластної воді. Однак слід зазначити, що біоциди, які використовуються для цілей дезінфекції баластних вод, повинні бути ефективними для морських організмів, а також легко розкладатися або видалятися, щоб запобігти скидання зливний води в природі.

На основі їх функцій біоциди в основному діляться на два типи: окисні та неокисні.

Окисні біоциди: Окисними біоцидами є загальні дезінфікуючі засоби, такі як хлор, бром і йод, що використовуються для інактивації організмів в баластної воді. Цей тип дезінфікуючих засобів діє шляхом руйнування органічних структур мікроорганізмів, таких як клітинна мембрана або нуклеїнові кислоти.

Неокисні біоциди: неокисні біоциди є типом дезінфікуючих засобів, які при використанні перешкоджають репродуктивним, нервовим або метаболічним функціям організмів.

Деякі з процесів, що використовують окисні біоциди використовуються на борту суден:

Хлорування - хлор розбавляється водою для знищення мікроорганізмів.

Озонування - газ озону барботують в баластну воду з використанням генератора озону. Озоновий газ розкладається і реагує з іншими хімічними речовинами, щоб вбити організми в воді.

Інші окисні біоциди, такі як діоксид хлору, перуксусна кислота і перекис водню, також використовуються для знищення організмів в баластній воді.

Хоча на ринку існує кілька неокисних біоцидів, тільки мало хто, такі як Menadione / Vitamin K, використовуються в системі очищення баластних вод, оскільки вони, як правило, виробляють токсичні побічні продукти.

*1.4.1.4 Ультрафіолетовий метод очистки*

Ультрафіолетова система очищення баластових вод складається з УФ-ламп, які оточують камеру, через яку пропускається баластна вода (рис. 6). УФ-лампи (амальгамові лампи) виробляють ультрафіолетові промені, які впливають на ДНК організмів і роблять їх нешкідливими і запобігають їх розмноженню. Цей метод був успішно використаний в глобальному масштабі для цілей фільтрації води і ефективний проти широкого кола організмів.

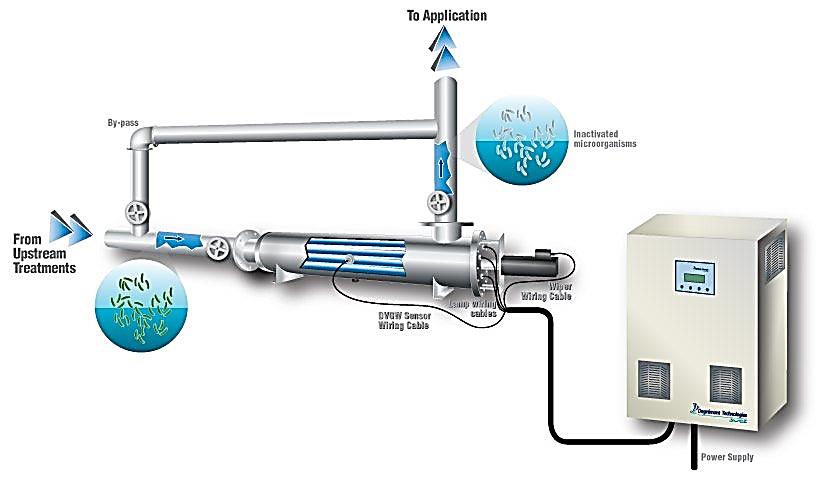
[](http://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2013/06/uvsystem.jpg)

Рисунок 6 - Ультрафіолетовий метод очистки

*1.4.1.5* ***Дезагрегація***

Як випливає з назви, метод дезагрегації баласту включає очищення / видалення кисню з баластних резервуарів для води, щоб посилити організм. Зазвичай це робиться шляхом уприскування азоту або будь-якого іншого інертного газу в простір над рівнем води в баластних резервуарах.

Для інертного газу зазвичай потрібно приблизно 2-4 дня для інактивації організмів. Таким чином, цей метод зазвичай не підходить для судів з коротким часом проходження. Більш того, такі типи систем можуть використовуватися на судах з абсолютно герметичними баластними резервуарами.

*1.4.1.6 Термічна обробка*

Ця обробка включає нагрів баластної води до досягнення температури, яка буде вбивати організми. Для нагріву баластної води в баках може використовуватися окрема система опалення, або баластна вода може використовуватися для охолодження двигуна судна, таким чином, дезінфікуючі організми від тепла, отриманого від двигуна. Однак таке оброблення може зайняти багато часу, перш ніж організми стануть неактивними, а також збільшить корозію в резервуарах.

*1.4.1.7 Електрична пульсація / плазмова обробка*

Електричний імпульс / плазма для очищення баластних вод все ще знаходиться на стадії розробки. У цій системі короткі викиди енергії використовуються для знищення організмів в баластній воді.

В технології імпульсного електричного поля два металеві електроди використовуються для створення імпульсу енергії в баластній воді при дуже високій щільності потужності і тиску. Ця енергія вбиває організми в воді.

В електричній плазмовій технології імпульс великої енергії подається на механізм, встановлений в баластної воді, створюючи плазмову дугу і, таким чином, вбиваючи організми.

Обидва цих метода надають майже однаковий вплив на організми.

*1.4.1.8 Типова система очищення баластних процедур на судах*

Більшість систем очищення баластових вод спільно використовують 2-3 метода дезінфекції, розділених на різні етапи. Загальна установка для очищення баластних вод складається з двох стадій з одним етапом, що використовують фізичний поділ, а на другому етапі використовується деяка технологія дезінфекції. Вибір системи оброблення, використовуваної в комбінації, залежить від безлічі факторів, таких як тип корабля, вільного місця на кораблі і обмеження по вартості, як згадувалося раніше.

Типова система очищення баластових вод на судах виглядає так (рис.7):

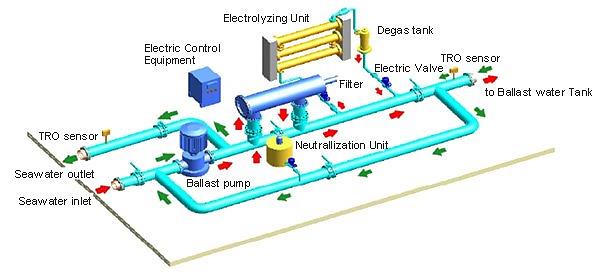
[](http://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2013/06/ballast-water-system.jpg)

Рисунок 7 Баластна установка для обработки води

*1.4.1.9* *Сучасні системи очистки баластних вод на світовому ринку*

Авторами [36] наведено схему сучасних технологій обробки та символи, які використовуються (рис.8) .

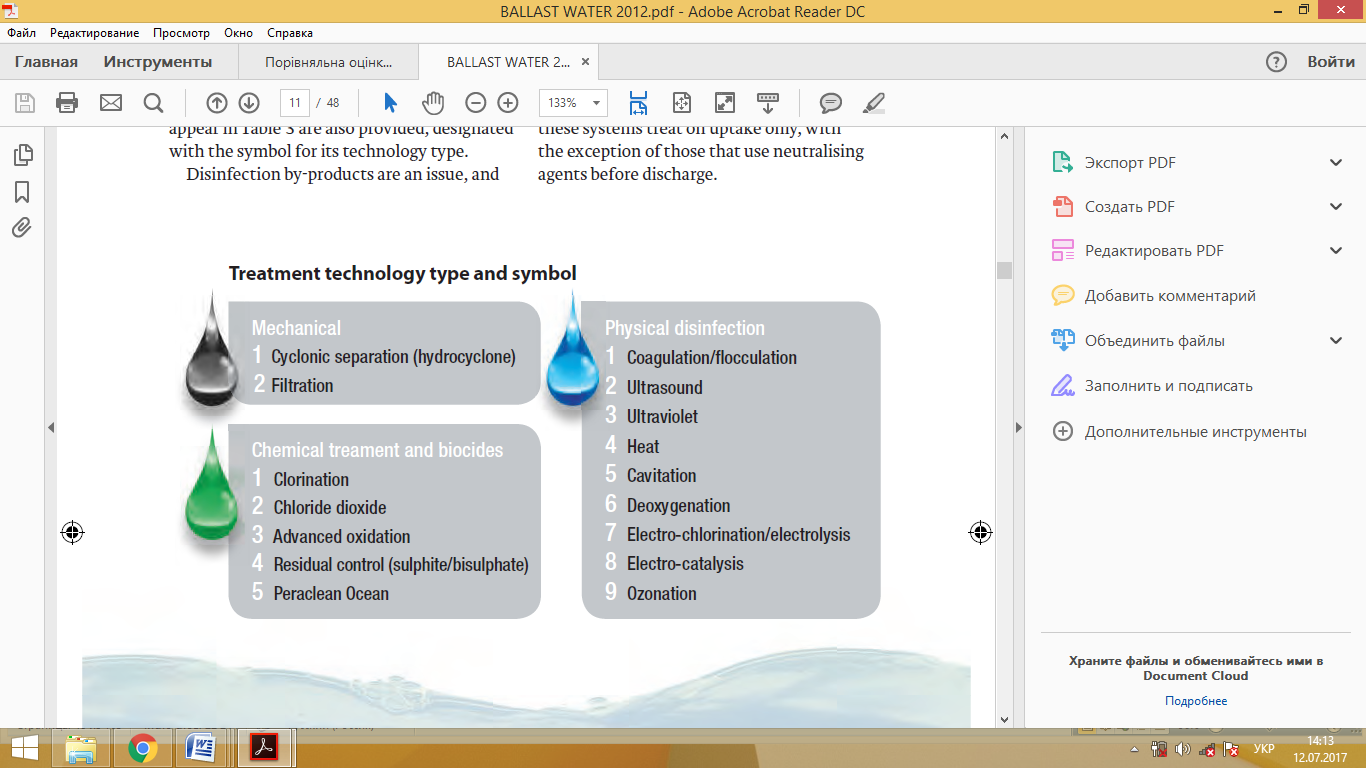


Рисунок 8 Види технологій, які використовуються в системах очистки баластних вод

На рисунку представлені світові технології очищення баластних вод. Вони засновані на використанні комбінованих методів, що здатні очищувати баласту воду від тих чи інших забруднювачів.

**1.5 Аналіз техніко-економічних показників при виборі систем обробки баласту**

У багатьох країнах проводяться дослідження, пов'язані з технологіями бортової обробки баластних вод. Достатньо публікацій у даній області представлено класифікаційними товариствами (DNV, ABS, GL та інші). Наприклад, у звіті, представленому Американським бюро суднобудування (ABS), проведено огляд та порівняння обладнання для обробки баласту різних виробників [35]. Детальне дослідження з представленням загальних рекомендацій по вибору технологій очищення було представлено і в Lloyd's Register [36]. Комплексні дослідження по оцінці ефективності технології обробки баластних вод сполуками на основі хлору наведені в роботах [37, 38]. Вибір раціональних характеристик установки, що поєднує технології фільтрації та ультрафіолетової дезінфекції, присвячена публікації [39]. Вивчення технологій обробки баласту по об'єму в баластних танках та електрохімічному способі представлені в роботах [40] та [41], відповідно.

Комплексна оцінка техніко-економічних характеристик та обґрунтування раціонального вибору обладнання для обробки баласту представлена ​​у звіті [42]. Але в цій роботі обладнання вибиралося для малих суден внутрішнього плавання в США, де вимоги до обробленій баласту значно жорсткіші, ніж вимоги «Конвенції з контролю та управління баластними водами та осадами». Крім того, більша частина розглянутих в роботі варіантів має малу продуктивність і використовує технології, не призначені для застосування на морських судах. У відомих публікаціях не надавалося достатньої уваги питань, пов'язаних з комплексною оцінкою техніко-економічних параметрів установок обробки баласту, призначених для використання на середніх і великих судах

Тривалий час на судах основним способом запобігання забрудненню морської середовища стало заміщення баласту, який полягав у тому, що перед заходом у порт проводилася заміна в нейтральних водах не менш 95 % обсягу прийнятого баласту на «свіжий». Виділяють наступні методи його реалізації [43, 44]:

- послідовна заміна (включає осушування і наповнення цистерни декілька разів до досягнення необхідної концентрації "свіжого" баласту);

- проточний метод, при якому через баластні танки прокачується триразовий об'єм їх вмісту (одночасно можна здійснювати прокачування лише через одну пару симетрично розташованих танків лівого та правого бортів або цистерни форпіка і ахтерпіка);

- розмивання баласту, який використовується в основному на танкерах, т.к. Для його реалізації на судні повинні бути додаткові трубопроводи та насосні установки (одночасно відбувається прийом баласту в танки з одного борту та скидання з іншого).

Незважаючи на простоту концепції, заміна баласту в ряді випадків є енергоємним та трудомістким способом і, що найголовніше, визнається, що ІМО недостатньо ефективна для запобігання інвазії. Більше переважним є спосіб обробки забортної води на судні, що включає механічні, фізичні та хімічні методи [35, 45, 46]. У сучасних установках очищення баласту для досягнення більшої ефективності найчастіше використовується комбінація цих методів. Для першої ступені обробки звичайно застосовують механічні методи, далі можуть використовуватися фізичні, хімічні або комбіновані, наприклад, електрохлорування (фізико-хімічний), електромеханічна сепарація (фізико-механічний) та ін. Враховуючи різноманіття доступних на ринку установок очищення баласту, а також регулярне виявлення нових пропозицій, виникає питання вибору раціонального рішення при проектуванні нового судна або модернізації вже експлуатованого. При цьому ні одна система не є універсальною, що підходить для всіх типів судів та умов експлуатації, а внаслідок короткочасного використання існуючих систем не накопичено достатньої досвіду обслуговування подібного обладнання. У зв'язку з цим вибором того чи іншого рішення має передувати ретельний техніко-економічний аналіз великої кількості показників.

**Висновки**

Проаналізовано сучасний стан проблеми забезпечення біологічної безпеки суднових баластних вод. Встановлено, що з ризиком занесення баластними водами видів-вселенців, в тому числі вірусів і бактерій, патогенних для людини пов'язано ряд екологічних катастроф, що призвели до значних економічних втрат.

Встановлено правові основи забезпечення біологічної безпеки суднових баластних вод і осадів. Проаналізовано нормативні документи, щодо запобігання забрудненню моря, які діють на Україні. Міжнародні конвенції та національні правила спрямовані на попередження та усунення існуючого забруднення морського середовища.

Встановлено ряд факторів, які враховуються при виборі системи очищення баластових вод для судна: ефективність на баластних водних організмах; екологічно дружелюбність; безпека екіпажу; ефективність витрат; простота установки і експлуатації; доступність простору на борту.

Визначено основні методи обробки баластних вод. Проаналізовано способи обробки водяного баласту на борту судна: фізичний; механічний; хімічний та біологічний; встановлено їх переваги та недоліки. Визначено варіанти поєднання процесів очищення баластних вод та їх ефективність.

Досліджено основні типи та особливості технологій очищення баластових вод: система фільтрації; хімічна дезінфекція; ультрафіолетове очищення; очищення дезоксігенацією; термічна обробка; електричні імпульсні / імпульсні плазмові системи; магнітна обробка поля. Наведено типову систему очищення баластних процедур на судах.

Визначено , що у сучасних установках очищення баласту для досягнення більшої ефективності найчастіше використовується комбінація методів. Тому на даному етапі ведуться роботи по розробці універсальної системи, що підходить для всіх типів судів та умов експлуатації.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Додаток А  Таблиця 1 Порівняння технологій обробки баласту | | | | |
| Технологія обробки | Характеристика процесу | Коли і як відбувається обробка | Час дії | Корозійна дія |
| Обробка хлором | Хлор і бром, які є біоцидами, отримують шляхом електролізу на борту судна. Перед скиданням баластні води нейтралізують сульфатом натрію | При прийомі проточним способом, нейтралізація при скиданні | Декілька годин | Висока концентрація викликає корозію сталевих елементів |
| Обробка хімічними реагентами | Баластні води змішують зі спеціальними хімічними речовинами в строго дозованої концентрації для знищення живих організмів. Протягом часу хімічні реагенти розщеплюються, відсутня необхідність в нейтралізації баласту | При прийомі в процесі проходження через ежектор (проточний спосіб) | 24 год | Висока концентрація викликає корозію сталевих елементів |
| Фільтрація і ультрафіоле-тове опромінення | Фільтрація прийнятої забортної води зазвичай відбувається в самоочищаються фільтри з пропускною здатністю до 50 мкм. Баласт опромінюється ультрафіолетовими променями, що призводить до утворення гідроксильних рацікалов, що знищують бактерії і мікроорганізми | При прийомі для фільтрації та УФ опромінення, при скиданні для УФ обробки | В процесі обробки | Не впливає |
| Деокси-генації | На борту судна в трубі Вентурі відбувається змішування інертного газу і баластної води (проточному спосіб) або барботування в баластних танках (об'ємний спосіб). Це призводить до видалення кисню і зниження рН води, як наслідок, до загибелі мікроорганізмів. Для нормального протікання процесу повітря замінюється інертним газом у вільному просторі баластних танків | При прийомі для одних  систем (проточний спосіб) і в баластних танках для інших (об'ємний спосіб) | 4-6 дні | Відносно низький корозійний ефект |
| Озонування | Озон отримують на борту судна, він дієяк біоцид. Подача озону в змішувальний ежектор  відбувається в процесі перекачування баластними насосами при прийомі або скиданні забортної води. Часто комбінується з фільтрацією або іншими методами обробки | При прийомі для одних систем і при скиданні для інших | до 15 год | Обмежений вплив, тому що у вільному стані озон існує недовго. При обробці перед скиданням вплив відсутній. |

**Список використаних джерел**

1. Handley-Schachler, M. and Navare, J. (2010) 'Port risk management and public private partnerships: Factors relating to risk allocation and risk sustainability', World Review of Intermodal Transportation Research, 3 (1-2), pp.150-166.
2. Управление балластными водами на судах : учебно-практическое пособие / В. Г. Торский, А. И. Сагайдак, В. И. Любченко. – Одесса : Астропринт, 2012. – 272 с. – (Серия «Библиотека моряка» (Seafarer’s Library ) : вып. 23)
3. Экологические проблемы Черного моря : Сб. науч. ст. / ред.: Б. Г. Александров; Одес. фил. Ин-та биологии юж. морей НАН Украины. - О., 1999. - 330 c. - рус [Александров Б. Г.](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B2%20%D0%91$)
4. Теоретические основы управления качеством водной среды с помощью твердых субстратов / Б. Г. Александров // [Доп. НАН України](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=TJ=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%94%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%96%20%D0%9D%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%97%20%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8). – 2001. - № 5. - С. 181-184.
5. [Александров Б. Г.](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B2%20%D0%91$) Проблема переноса водных организмов судами и некоторые подходы к оценке риска новых инвазий / Б. Г. Александров // [Мор. екол. журн](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=TJ=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9C%D0%BE%D1%80.%20%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB.%20%D0%B6%D1%83%D1%80%D0%BD). - 2004. - 3, № 1. - С. 5-17.
6. The development of a decisional balance scale for anorexia nervosa / Cockell S.J., Geller J., Linden W. // Evropean Eating Disorders Review, 2002. - № 10. -  P. 356 – 357.
7. .Decisional balance in anorexia nervosa: Capitalizing on ambivalence / Cockell S.J., Geller J., Linden W. // Evropean Eating Disorders Review, 2003. - №11. -  P. 75- 89.
8. Шиганова T.A. 1993. Гребневик *Mnemiopsis leidyi* и ихтиопланктон в Мраморном море в октябре 1992 г. Океанология. Т. 33. № 6. С. 900-903.
9. Сустретова Н.В*.* Проблема управления балластными водами и пути ее решения / Н.В. Сустретова, В.Л. Этин // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока, 2009, №2. – С. 141–144.)
10. Степаньян О.В., Афанасьев Д.Ф. Перспективы использования морских и пресноводных растений в качестве биофильтров // Материалы 6 международной научно-практической студенческой конференции "Экологические проблемы регионов и федеральных округов" (г. Ростов-на-Дону, 29 ноября 2000). Ростов-на-Дону, 2000. С. 84-86.
11. Кренёва К.В. Цилиатопланктон акватории Новороссийского порта Черного моря в условиях антропогенного загрязнения вод./Экологическая безопасность приморских регионов (порты, берегозащита,рекреация,марикультура): материалы Международной научной конференции, посвящённой 150-летию Н.М.Книповича (Ростов-на-Дону, 5-8 июня 2012 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. С.130-132.
12. Звягинцев А.Ю., Гук Ю.Г. Оценка экологических рисков, возникающих в результате биоинвазий в морские прибрежные системы Приморского края (на примере морского обрастания и балластных вод) // Известия ТИНРО. 2006. Т. 145. С. 3–38.
13. Global Maritime Transport and Ballast Water Management: Issues and Solutions Matej David,Stephan Gollasc 303 c.
14. Гальперин, М.В. Общая экология: Учебник / М.В. Гальперин. - М.: Форум, 2012. — 336 c. 5. Короновский, Н.В., Брянцева Г.В., Ясаманов Н.А. Геоэкология: уч. пос. 2-е изд., стер. М.: Изд. центр «Академия», 2013. - 376 с.
15. Маврищев В.В. Общая экология. Курс лекций: Учебное пособие / В.В. Маврищев. — М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2013. — 299 c.
16. Балластные проблемы — [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://seamensway. com/ru/articles/ ballastnye-problemy.
17. Costello, C., J. M. Drake, and D. M. Lodge. 2007. Evaluating an invasive species policy: ballast water exchange in the Great Lakes. Ecological Applications 17:655–662 с.
18. Сустретова Н.В. Разрешение проблем управления качеством балластных вод на судах смешанного плавания «река-море» / Н.В. Сустретова // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Вып. 29, 2010. — с. 3–9.
19. Голубятников Н. И. Защита водоемов от загрязнения при судоходстве / Н. И. Голубятников / Одесса: Феникс, 2009. - 430 с.
20. Порівняльна оцінка енергетичної ефективності способів обробки баластних вод / Горбов В.М., Мітєнкова В. С., Тимофеева А. С. // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. - 2013. - № 1 (8). - 35-44.
21. Горбов В. М. Суднова енергетика та Світовий океан : підручник / В. М. Горбов, I. О. Ратушняк, С. I. Трушляков, О. К. Чередниченко. - Миколаїв : НУК, 2007. - 596 с.
22. Hallegraeff G. М. Transport of toxic dinoflagellates via ships' ballast water: bioeconomic risk assessment and efficacy of possible ballast water management strategies / G. M. Hallegraeff// Marine Ecology Progress Series. - 1998. - Vol. 168. - P. 297-309.
23. Ballast Water Management [Electronic resource], - Mode of access: <http://www>.imo.org/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/Default.aspx.
24. Ballast water treatment technologies and current system availability [Electronic resource] : Part of Lloyd's Register's Understanding Ballast Water Management series. - London, 2012. - Mode of access: <http://www.lr.org/Images/BWT2012v2b_tcml55-242898.pdf>.
25. Guide for ballast water treatment [Electronic resource], - Houston : American Bureau of Shipping, 2011. - Mode of access: <http://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty> /BEA%20Repository/Rules&Guides/Current/187\_BWT/Guide.
26. Emerging Ballast Water Management Systems [Electronic resource], - Malmo, Sweden: IMO-WMU Research and Development Forum, 26-29 January 2010. - Mode of access: <http://globallast.imo.org/EmergingBallastWater.pdf>.
27. Ballast Water Treatment Advisory [Electronic resource], - Houston: American Bureau of Shipping, 2011. - Mode of access: <http://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEA%20Repository/References/> ABS%20Advisories/BWTreatmentAdv.
28. Сустретова H. В. Обеспечение экологической безопасности балластных вод на судах смешанного «река-море» плавания: диссертация кандидата технических наук: 03.02.08 / Н. В. Сустретова. - Нижний Новгород,

2011. - 140 с.

1. Felts A. Great Lakes Aquatic Invasive Species and Their Impacts on Milwaukee [Electronic resource] / A. Felts and others. - USA, Wisconsin : University of Wisconsin-Madison, 2010. - Mode of access: <http://www.lafollette.wisc.edu/publications/workshops/2010/invasive.pdfl>.
2. Flower J. On continuous-flow techniques for the purging of contaminated water in ballast water tanks / J. Flower // Journal of Marine Engineering and Technology. - 2002. - № Al. - P. 37-47.
3. Yongxin Song Corrosion of marine carbon steel by electrochemically treated ballast water [Text] / Yongxin Song, Kun Dang, Huafang Chi, Delin Guan // Journal of Marine Engineering and Technology. - 2009. - № A13. - P. 49-55.
4. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 ч. Ч. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. - М. : Химия, 1995. - 400 с.
5. Поваров А. И. Гидроциклоны на обогатительных фабриках / А. И. Поваров. - М. : Недра, 1978.-232 с.
6. Водоподготовка : справочник / под ред.С. Е. Беликова. - М. : Аква-Терм, 2007. – 240.
7. Саркисов П.Д. Направленная кристаллизация стекла – основа получения многофункциональных стеклокристаллических материалов / Саркисов П.Д. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1997. – 218 с.
8. Солнцев С.С. Защитные технологические покрытия и тугоплавкие эмали / С.С.Солнцев. – М.: Машиностроение, 1984. – 256 с.
9. Jimmy C. Yu. Photocatalytic activity, antibacterial effect and photoinduced hydrophilicity of tio2 films coated on a stainless steel substrate / Jimmy C. Yu, Wingkei Ho, Jun Lin, Hoyin Yip, and Po Keung Wong. // Environ. Sci. Technol. – 2003. – [Vol. 37. – № 1](file:///D:\content\v7321227n0n7\)0. – Р. 2296 – 2301.
10. **Sheehan E.** Аnti-bacterial silver coatings on orthopaedic metals – an in vitro and animal study / **Sheehan E., J McKenna; D Dowling; D McCormack; P Marks; and J M Fitzpatrick.** // Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume. – 2003. – Vol. 85-B, – Issue SUPP II. – Р.141.
11. Пат. 681406445 США. Аntibacterial sol-gel coating solution, method for preparing antibacterial sol-gel coating solution, antibacterial articles, and method and equipments for preparing antibacterial articles / Wang Dexian, Lei, Zhenyu (США); № 10/243678; заявл. 01.05.2005; опубл. 10.14.2007. – 3 с.
12. Применение антибактериального стекла в борьбе с распространением больничных инфекций // Verre АGС F1аt Glass Europe. – Belgium: Glass Unlimited. – 2007. – № 5. – С.34 – 35.
13. Wolfram H. Biocompatible and bioactive glass-ceramics – state of the art and new directions / H. Wolfram // J Non Cryst Solids. – USA: Elsevier. – 1997 .– № 219. – Р. 192–197.
14. Hench, L.L. The story of bioglass. / L.L. Hench // J Mater Sci Mater Med. – London : Chapman and Hall – 2006. – № 17. – Р 967–978.
15. **Page Kr. Titania and silver–titania composite films on glass—potent antimicrobial coatings / Kristopher Page, Robert G. Palgrave, Ivan P. Parkin, Michael Wilson, Shelley L. P. Savin and Alan V. Chadwick // J. Mater. Chem.** – 2007. – Vol.**17**. – P. 95 – 104.
16. Trapalis C.C. Study of antibacterial composite cu/sio2 thin coatings C.C. Trapalis, M. Kokkoris, G. Perdikakis and G. Kordas // [**Surface and Coatings Technology**](file:///D:\science\journal\02578972).– 2003. – [Vol. 26 – № 1 – 3.](file:///D:\content\v7321227n0n7\) – Р.1213 – 1218.
17. Арипова М.X. Синтез биосовместимых материалов на основе системы ортофосфат магния – фторапатит – оксид кремния/ М.X. Арипова, Г.М. Жумабаева // Химическая технология: междунар. конф., 17 – 23 июня, 2007 г.: тез. докл. – Москва: ЛЕНАНД, 2007. – Т. 5. – С. 88.
18. Eckhard Vob. Evaluation of bacterial growth on various materials / Vob Eckhard, Störch Christian // Proc of 20th International Enameller Congress, 15-19 may, 2005. – Istanbul, Turkey, 2005. – Р.194 – 210.