

ОБРАБОТКА НА БАЛАСТНИТЕ ВОДИ НА КОРАБА

Юрий Дачев, Валентин Златев, Калоян Маринов
Висше военноморско училище „Н.Й.Вапцаров”
Варна, България

***Резюме:** Корабите използват баластни води за да осигурят своята плавателност и устойчивост. Значително количество от тях се транспортира в различни водни басейни от Световния океан. Така заедно с баластните води се пренасят много микроорганизми, фитопланктони и зоопланктони. Непрекъснатото увеличаване броя на корабите от световния търговски флот увеличава риска от разпространение на тези инвазивни видове в местната водна среда. Това доведе до решението на Международната морска организация (ИМО) да узакони контрола и обработка на баластните води на корабите, за да сведе до минимум рисковете от разпространението на тези инвазивни видове. Пренасянето им чрез баластните води в нова водна среда се оценява като една от 4-те най-големи заплахи за Световния океан. Международната конвенция за контрол и управление на баластната вода и седиментите изграде съществена роля за контрола върху процеса на баластиране и дебаластиране. В нея са регламентирани стандартите D-1 и D-2, както и различни системи за обработка на баластните води. Те имат намаляващо въздействие върху пренасянето на инвазивни видове, но единственият начин за решаването на този проблем, е напълно да се спре използването на баластни води и да се разработят алтернативни методи за осигуряване на плавателност и устойчивост на корабите.*

***Ключови думи:** Баластни води, инвазивни видове, международна конвенция за контрол и управление на баластната вода и седиментите, системи за обработка на баластни води.*

1. ОБЩА ИНФОРМАЦИЯ ЗА БАЛАСТНИТЕ ВОДИ

1.1 Важността на баластната вода

Начинът по който се разрешава проблемът за по-висок контрол върху устойчивостта на кораба, е чрез използване на баластна вода (БВ). Тя се пълни в баластните танкове директно от морето. Има три причини за използването на БВ [1]:

- контрол върху устойчивостта на кораба по време на товарене или разтоварване;
- допълнителна устойчивост на кораба при лоши метеорологични условия;
- избягване на прекомерни натоварвания върху корпуса на кораба.

1.2 Основни предимства на баластната вода

По-важните предимства от използването на баласт са следните [1]:

- намаляване на напрежението върху корпуса на кораба и осигуряване на напречна устойчивост;
- подобряване пропульсивната двигателна сила на кораба;
- повишаване на маневреността.

1.3 Последници от използването на баластни води

Въпреки че БВ са от съществено значение за безопасната експлоатация на корабите, има много отрицателни последици, засягащи околната среда и видовете, живеещи във водата, използвана за баласт. [2] Водата за пълнене на баластни танкове се приема от морето. Така в танковете навлизат различни видове морска фауна и до водния басейн, където ще се извърши дебаластирането, се транспортират бактерии, микроби, яйца, дребни безгръбначни, кисти и ларви от различни видове. След като те се изхвърлят в другата водна среда, ако оцелеят, те се размножават и увеличават популацията си в този район. Така те се превръщат в инвазивен вид, конкурирайки се с всички местни видове. В много случаи те са заплаха за новата среда. Всяка година в Световния океан се пренасят около 10 милиарда тона БВ. Ежедневно с БВ се транспортират около 7000 вида морски организми. [3]

Първи примери за пренасяне на чужди видове са регистрирани след масовото появяване на азиатски фитопланктон *Odontella* (*Biddulphia sinensis*) в Северно море през 1903 г. В края на 80-те години Канада и Австралия са сред първите държави, които имат сериозни проблеми с инвазивни видове фауна.

1.4 Икономически проблеми

Има много икономически проблеми, възникнали от инвазивните видове:

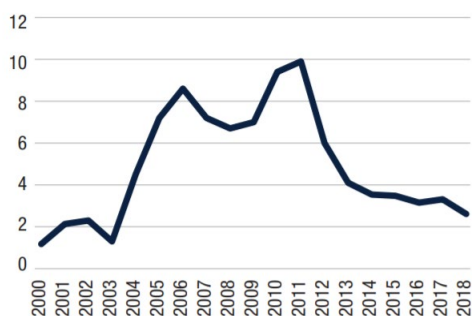
- загуби за хранително-вкусовата промишленост заради намаляване на риболова и производството на аквакултури;
- загуби, свързани с обрастването на корабните корпуси, плаващите знаци и пристанищната инфраструктура;
- въздействие върху зоните за отдих и туризъм;
- финансови разходи за използване на системи за обработка на БВ на борда на кораба.

1.5 Здравни проблеми

Разпространението на инвазивни видове днес се приема като една от големите заплахи за екологичното и икономическото състояние на планетата. Те причиняват сериозни щети на биоразнообразието на Земята, от които човечеството е силно зависимо. Хората са свикнали с бактериите, разположени в районите, където живеят. [4] Благодарение на БВ много бактерии, с които човешкото тяло не е свикнало, могат да му въздействат, причинявайки проблеми в храносмилателната система. Няколко епидемии на холера са директно свързани с БВ. Пример за това е епидемия, тръгвайки от 3 пристанища в Перу през 1991 г. и разпространявайки се из цяла Южна Америка. Тя засяга над един милион и причинява смъртта на повече от 10 000 души през 1994 г. Този щам се е срещал преди това само в Бангладеш.

1.6 Разрастване на проблема с използването на баластни води

Ръстът ежегодно на световния търговски флот означава по-голям разход на гориво, повече замърсяване, по-високи нива на вредни емисии и увеличаване обема на използването на БВ. (Фиг. 1)

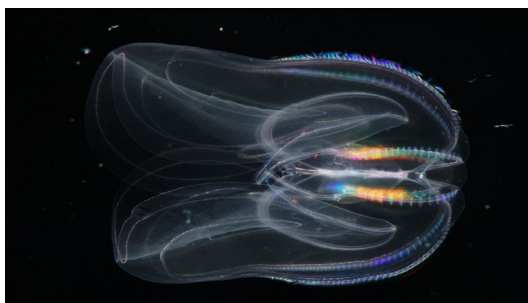


Фиг. 1. Ръст на световния търговски флот през периода 2000 - 2018 г. (в %).

1.7 Пример за инвазия

Има много случаи на инвазивни видове, които са се размножили в среда, в която никога не са били виждани. Примери за влиянието на тези видове върху местната водна среда и щетите, които причиняват, например са [5], [13]:

- *Северноамериканска гребеновидна медуза (Mnemiopsis leidyi)*. (Фиг. 2) Този вид се появява за първи път през 80-те години в Черно и Азовско море. Това е вид медуза, която бързо се размножава (самооплождащ се хермафродит). Тя се храни със зоопланктон, като изчерпва запасите от него и по този начин променя хранителната верига и екосистемата. Загубите от Северноамериканската гребеновидна медуза в местната риболовна индустрия се изчисляват на 250 млн. долара годишно.



Фиг. 2 Гребеновидна медуза (*Mnemiopsis leidyi*)

- *Стронгил (Neogolus melanosromus)* е риба от Черно, Азовско и Каспийско море (Фиг. 3). Благодарение на БВ, видовете са разпространени в Балтийско море и около Северна Америка. Основен проблем на този инвазивен вид е, че той се конкурира с други местни видове за същата храна и местообитание. [6]



Фиг. 3 Стронгил (*Neogolus melanosromus*)

- *Зебровата мида (Dreissena polymorpha)* е от Черно море. Видът е разпространен в Западна и Северна Европа и източната част на Северна Америка. В Големите езера (Канада) са нанесени огромни щети чрез обрастване на промишлени съоръжения, електроцентрали, охладителни системи на двигатели и корпуси на кораби. Тя блокира входните тръби на шлюзове, напоителни и водоснабдителни системи. Икономическите щети само в САЩ възлизат на стойност между 750 милиона и 1 милиард долара за периода от 1989 г. до 2000 г.



Фиг. 4 Скарیدا убиец (*Dikerogammarus villosus*).

- *Скаріда убиец (Dikerogammarus villosus)* е открита в Големите езера (САЩ) и Западна Европа. (Фиг. 4) Тя е причина за изчезването на различни местни видове като скаріди и млади риби. Този вид е от Източна Европа, основно от река Дунав. Установено е, че тя може да оцелее в различни температури, соленост и нива на кислород. Този вид е много агресивен по отношение на колонизацията. Миграцията му е осъществена благодарение на БВ от кораби. [7]

1.8 Географски риск

Факторите, влияещи върху увеличаването на инвазивни видове са [8]:

- концентрация на кораби в пристанищата;
- ниво на сходство по отношение на околната среда между пристанището на отплаване и на пристанището дестинация;
- ниво на инвазивни видове, които вече живеят в определен регион, провокиращи нарушаване на естествената среда;
- температура на водата и соленост на дестинацията на БВ.

Рискът от инвазия намалява когато характеристиките са различни и почти изчезва, когато те са напълно различни. Например вероятността от разпространение на вид, баластиран в Балтийско море идебаластиран в тропиците, е много ниска, тъй като вероятността за оцеляването на вида е малка.

В Средиземно море се счита, че има голяма вероятност от разпространение на инвазивен вид, ако морската вода е била баластирана в Черно море, което има подобна околна среда и температура. Средна вероятност се счита, когато водата е била баластирана от ниски температури – от Балтийско море и Тихоокеанския бряг. Нисък риск в Средиземно море се счита, когато БВ идва от Арктика или Антарктида, тъй като разликата в температура е твърде голяма и организмите биха умрели без да е необходима някаква обработка. Рисковият профил на Средиземно море, който има голям брой вредни инвазивни видове, е следния [8]:

- трафикът на кораби е много голям;
- в заливите има много ферми за риба и миди;
- качеството на водата е по-лошо от преди няколко години поради недоброто третиране на отпадните води и намаляването на хранителните вещества в морската вода;
- свръхловът застрашава биоразнообразието на морските екосистеми.

1.9 Фактори, увеличаващи въздействието на баластните води

Въздействието на БВ се причинява от кораби, които трябва да контролират своята устойчивост при плаване или при товарене/разтоварване на товари. Съществуват и други случаи на баластиране илидебаластиране, които водят до разпространение на инвазивни видове в местните води. Такива са [8]:

- При изграждането на пристанищни съоръжения участват кораби за драгиране, които могат да са от различни региони на света. При драгиране те трябва дадебаластират, за да подобрят своята устойчивост. В този процес те могат да изхвърлят инвазивни видове в местната вода на пристанището;
- Увеличаване на трафика в пристанището. Това ще доведе до увеличаване на регионите, от които идват корабите, увеличавайки риска от нови видове, идващи от БВ на корабите;
- Разширяване на пристанището. Това ще позволи влизане на по-големи кораби в пристанището. Колкото корабите са по-големи, толкова по-голям е обема от БВ, необходим за тяхната устойчивост. Това със сигурност би застрашило местната водна среда от инвазивни видове.

2. КОНВЕНЦИЯ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА БАЛАСТНИТЕ ВОДИ (BWMC)

ИМО взима под внимание негативното въздействие на инвазивните организми, транспортирани в БВ на корабите, още в началото на 70-те години. На Международна конференция за морско замърсяване през 1973 г. е приета Резолюция 18 за „Проучване на ефекта от изхвърлянето на БВ, съдържащи бактерии и епидемични болести”.

В началото проблемите, касаещи изхвърлянето на БВ, е трябвало да бъдат регулирани чрез нов анекс в Международната конвенция за предотвратяване на замърсяването от кораби MARPOL. Според нея всяка субстанция, изхвърлена в морето, която е опасна за човешкия живот, е вредна за морските организми или нарушава легитимното използване на морето и като такава трябва да бъде контролирана. По-късно ИМО решава, че баластните води не могат да се разглеждат като замърсители и не могат да бъдат включени в MARPOL.

Като първи усилия са приети „Международни насоки за предотвратяване на въвеждането на нежелани водни организми и патогени от изхвърлянето на корабните БВ и седименти” (Резолюция МЕРС.50(31) на 31-та сесия на МЕРС през юли 1991 г. През 1993 г. Асамблеята на ИМО приема тези насоки с Резолюция А.774(18). През 1997 г. са приети „Насоки за контрол и управление на корабните БВ с цел свеждане до минимум на пренасянето на вредни водни организми и патогени” с Резолюция А.868(20), която заменя Резолюция А.774(18). За да сведе до минимум ефектите, причинени от БВ, ИМО предприема реформи в регламента за контрол на изхвърлянето на БВ от кораби. На 13 февруари 2004 г. в Лондон е приета Международна конвенция за контрол и управление на корабните БВ и седименти (Ballast Water Management Convention, BWMC). [9]

Основната цел на Конвенцията е да се предотвратят, ограничат и окончателно премахнат рисковете за околната среда, човешкото здраве, имущество и ресурси, произтичащи от преноса на вредни водни организми и патогени (Harmful Aquatic Organisms and Pathogens), чрез контрол и управление на корабните БВ и седименти, както и да се избегнат нежелани странични ефекти от осъществяването на такъв контрол и да насърчи развитието на свързаните с проблема знания и технологии.

ИМО дефинира термина „Управление на БВ “ като механични, физични, химични и биологични процеси, самостоятелно или в комбинация, с цел да се

отстрани, обезвреди или избегне приемането или изхвърлянето на вредни водни организми и патогени в БВ и седименти. Конвенцията влиза в сила на 8 септември 2017 г., като я подписват 85 държави. Те представляват 91.11% от тонажа на световния търговски флот според последна актуализация на статиката. [10]

2.1 Съдържание

Конвенцията има следната структура и съдържание [11]:

- Общи задължения;
- Приемни съоръжения за седименти;
- Научно-технически изследвания и мониторинг;
- Прегледи, сертифициране и инспекция;
- Техническа помощ;
- Раздел А - Общи разпоредби;
- Раздел В - Изисквания за управление и контрол за корабите;
- Раздел С - Специални изисквания за определени райони;
- Раздел D - Стандарти за управление на баластните води. Съществуват два стандарта за управление на баластната вода - D-1 и D-2, които трябва да бъдат спазени в съответствие с изискването на BWMC. Те са най-важната част от Конвенцията. За корабите, построени преди датата на влизане в сила на конвенцията, се изисква да спазват стандарта D-1. За корабите, построени след датата на влизане в сила на конвенцията (нови кораби), се изисква да спазват стандарта D-2. В раздела са поместени още правилата D-3, D-4 и D-5:
 - Правило D-3: Изисквания за одобрение на системи за управление на БВ;
 - Правило D-4: Прототипни технологии за обработка на БВ;
 - Правило D-5: Преглед на стандартите от ИМО.

2.2 Стандарт D-1 за смяна на баластни води (пребаластиране)

За да се спазва стандартът D-1, обменът на БВ трябва да се извърши в открито море, далеч от крайбрежната зона (на не по-малко от 200 морски мили от брега) и с минимална дълбочина не по-малко от 200 метра. Корабите трябва да обменят БВ с ефективност от поне 95 процента обемна обмяна. Ако подмяната на разстояние 200 морски мили е невъзможна, тогава трябва да се извърши трикратен обмен на разстояние не по-малко от 50 морски мили и дълбочина не по-малко от 200 метра. Има два основни метода за извършване на обмен на БВ:

- метод на последователната подмяна – баластът се изпомпва напълно и танковете се напълват отново с вода според горните условия. При този метод танковете могат да бъдат изпразнени последователно или индивидуално;

- метод на преливане на танковете – водата се изпомпва към пълен танк, така че да прелее през отдушните тръби. Процесът на помпене продължава докато се подмени трикратно обемът на танка. Така се изпълнява условието за подмяна на 95% от баласта.

Съществуват акватории, където не могат да се изпълнят изискванията за обмен на БВ. Такава е Северно море, където се прилагат изключения от изискванията на стандарт D-1.

2.3 Стандарт D-2 за обработка на баластните води

Правило D-2 определя максималното съдържание на жизнеспособните организми, които трябва да се изхвърлят по време на обмяната на БВ и техния максимален разрешен размер. МЕРС дава стандарти за третираната БВ, посочени в Таблица 1. [11]

2.4 Основни изисквания на конвенцията

Съгласно Конвенцията следва да се прилагат следните изисквания за корабите:

- Всички кораби трябва да имат на борда си План за управление на БВ и Дневник за баластните операции;

- Управлението на БВ и седиментите трябва да се извършва във всички плавания без изключение;

- Кораби с бруто тонаж от 400 БТ или повече, с изключение на плаващи платформи, плаващи складови съоръжения и плаващи съоръжения за производство, складиране и разтоварване, подлежат на прегледи, за да получат Международния сертификат за управление на БВ и да гарантират правилното прилагане на Конвенцията;

- Всички кораби ще трябва да изберат дали да извършват подмяна на БВ, отговаряща на стандартите на конвенцията, или да използват одобрена система за обработка на баластните води.

Международният сертификат за управление на БВ се издава от Администрацията на държавата на флага и удостоверява, че корабът извършва обмен на БВ в съответствие с Конвенцията. Сертификатът посочва кой стандарт (D-1 или D-2) се спазва и датата на изтичането му.

Таблица 1: Стандарт D-2 за изхвърляне на БВ

Категория на организмите	Изискване
Фитопланктон/зоопланктон $\geq 50 \mu\text{m}$	< 10 организма / m^3
Фитопланктон/зоопланктон 10-50 μm	< 10 организма / ml
Токсикогенни щамове на холерата <i>Vibrio cholerae</i> (O1 и O139)	1 CFU / 100 ml
Ешерихияколи (<i>Escherichiacoli</i>)	250 CFU / 100 ml
Чревни ентерококи (<i>Intestinal Enterococci</i>)	100 CFU / 100 ml

2.5 План за управление на баластните води (BWMP)

Това е документът, който включва всички подробности относно методите за изхвърляне на БВ и обработката на седиментите, останали на борда. Процедурите трябва да се следват в съответствие със стандарти D-1 или D-2 за обработка и В-5 за управление на седиментите.

Съгласно конвенцията, на кораба е задължително да има BWMP, одобрен от Администрацията (правило В-1). [11] Планът трябва да е специфичен за всеки кораб и оборудване. [15] Той съдържа следната информация [16]:

- Процедури за безопасност за кораба и екипажа, свързани с управлението на БВ;
- Процедури за изхвърляне и/или предаване на седименти в морето;
- Необходими условия за извършване на баластна операция;
- Случаи, когато не се извършва баластна операция;
- Задължения на екипажа при извършване на баластиране или дебаластиране;
- Метод за вземане на проби и пречистване на БВ на борда;
- Точки за вземане на проби от БВ;
- План на танковете за БВ.

2.6 Дневник за баластните операции

В него се записва цялата информация за минимален период от две години от операциите по обмен на БВ [16]:

- Дата, час и място, пристанище или терминал на приема (пристанище или географска ширина/дължина) и дълбочина в случай на прием извън пристанище;

- Танкове, използвани за баласт;
- Приблизителен обем на приема, в m^3 ;
- Температура, общо количество и соленост на заредената БВ;
- Подпис на корабния офицер, отговорен за операцията.

2.7 Спазване на изискванията на Конвенцията

Има два начина да се докаже, че корабът спазва правилата, посочени в BWMS [12], [14]:

- Документални доказателства от дневника за баластни операции;
- Технически доказателства благодарение на Международния сертификат за управление на БВ.

2.8 Кораби, изключения от прилагането на конвенцията

Има плавателни съдове, които не са задължени да отговарят на изискванията на конвенцията поради размера, дизайна или предназначението си [12]:

- Кораби, които нямат баластни танкове и не могат да носят БВ;
- Кораби, които работят само под юрисдикцията на една държава;
- Кораби, опериращи само в открито море, където обмяната на БВ не е заплаха;
- Кораби със специално предназначение - военни, спомагателни или други;
- Кораби, които могат постоянно да носят БВ в запечатани танкове.

2.9 Прилагане на конвенцията за съществуващи и новопостроени кораби

За новоизградените кораби след датата на влизане в сила на конвенцията (8 септември 2017 г.) се изисква да отговарят на стандартите и да имат одобрена BWMS при получаване на кораба. За съществуващите кораби регламентът е различен, тъй като те трябва да модифицират своите системи за инсталиране на

технология за обработка. Поради тази причина Конвенцията определя график за прилагане на BWMS (MEPC71). [17]

От графикът става ясно, че съществуващите кораби трябва да отговарят на подновяването на първия международен сертификат за предотвратяване на замърсяване с нефт (сертификат IOPP) до 8 септември 2019 г. За кораби, за които последната инспекция за подновяване на IOPP е направена между 8 септември 2014 г. и 7 септември 2017 г., те трябва да имат BWMS при следващата инспекция за подновяване на IOPP или след датата на влизане в сила на конвенцията. Кораби, които не се нуждаят от подновяване на IOPP (по-малки от 400 БТ или петролни танкери по-малки от 150 БТ), които са построени преди 8 септември 2017 г., трябва да отговарят на стандарта D-2 преди 8 септември 2024 г. Следователно, всички кораби, за които се прилага конвенцията, трябва да имат на борда одобрена BWMS, отговаряща на стандартите D-2, не по-късно от 8 септември 2024 г.

2.10 Международен сертификат IOPP за предотвратяване на замърсяване с нефт

Сертификатът IOPP е задължителен за нефтени танкери, които са 150 БТ или повече (тъй като рискът от замърсяване е по-висок) и за кораби от 400 БТ или повече, който се издава от Администрацията или упълномощена организация. Той е включен в конвенцията MARPOL. Целта на сертификата е да докаже с международен документ, че корабът отговаря на изискванията, посочени в Анекс I към MARPOL.

След първоначалната инспекция за издаване на сертификата, той трябва да се подновява чрез периодична проверка на всеки 5 години. Между тези 5 години може да има непланирани проверки или междинни инспекции. [18]

Основната информация, която се съдържа в сертификата, е:

- Данни за кораба: име на кораба, номер на IMO, пристанище, където е регистриран, брутен тонаж, дата на построяване, дата на полагане на кила;
- Оборудване за контрол на изхвърлянето на нефт от трюма и горивните танкове: превоз на БВ в горивните танкове, филтриране на масло, стандарти за одобрение, средства за задържане на маслени остатъци, аварийен план за борба с нефтени замърсявания (SOPEP).

2.11 Действие на EMSA и средиземноморската регионална стратегия за прилагане на конвенцията

Европейската агенция за морска безопасност EMSA помага за намаляване на рисковете от морски произшествия, намаляване на замърсяването от кораби и подпомагане на Европейската комисия и държавите членки при разработването на законодателство по споменатите въпроси. Агенцията има за цел и намаляване на замърсяването от БВ.

По отношение на контрола на пречистването на БВ не съществува европейско законодателство, което да контролира този проблем. Единствено в Регламент (ЕС) № 1143/2014 се споменава за BWMS като приложима мярка за намаляване на инвазивните видове, разпространени от кораби с европейско знаме. Счита се, че EMSA помага на европейските държави да прилагат конвенцията, без да предлага друг по-строг регламент относно БВ и технологиите за пречистване.

Съществува регионална стратегия за контрол на БВ в Средиземно море. Тя е подготвена от Регионалния център за спешно реагиране на морско замърсяване в Средиземно море (REMPEC) от 2008 до 2011 г. и е приета на 17-ата о среща на договарящите страни на Барселонската конвенция през февруари 2012 г. Стратегията включва важни въпроси, които трябва да бъдат изпълнявани от всяка страна по отношение на контрола върху БВ. [19]

3. ТЕХНОЛОГИИ ЗА ОБРАБОТКА НА БАЛАСТНИТЕ ВОДИ

Системите за обработка на БВ са много важни за екипажите, които трябва да спазват конвенцията за управление на БВ и седименти. Има много фактори, които трябва да се вземат предвид при избор на BWMS: безопасността на екипажа и околната среда, разходите за монтаж и поддръжка, улесненото използване и инсталация, необходимо пространство за инсталация. [21] Съществуват различни технологии, използвани за пречистване на БВ: деоксидация, филтриращи системи, кавитация/ултразвук, химическа дезинфекция, ултравиолетови лъчи, термична обработка, електро-механично отделяне, обработка с магнитно поле. Корабите обикновено използват 2 или повече технологии, за да гарантират, че отговарят на стандартите, установени от ИМО.

3.1 Физическо отделяне или филтриране

Тази технология не използва химикали. Твърдите частици се отделят чрез утаяване или филтриране. Повечето от частиците могат да бъдат отделени от БВ и да се изхвърлят в зоната, откъдето се взема БВ.

3.1.1 Хидроциклон

Състои се от центрофуга с висока скорост, която отделя твърдите вещества от водата чрез центробежна сила. (Фиг. 5) Основен проблем на хидроциклона е, че той не може да отдели най-малките организми. [22]



Фиг. 5 Процес на хидроциклон

3.1.2 Филтрационни мрежи

Използват се за премахване на твърдите частици, които са разпръснати в БВ. Те са ефективна система, която не използва химикали. Съществуват неподвижни и подвижни мрежи. Филтърът отделя твърдите големи частици от водата, но малките организми не могат да бъдат отстранени ефективно.

3.1.3 Филтърна медия

Тя е ефективна за премахване на организми с размер по-малък от 1 μm . Другите физически методи могат да премахват организми с размер 50 μm . Надробената гума (филтърната медия) е препоръчителна заради малките си размери. [22]

3.1.4 Коагулация

Това е технология, използвана за премахване на най-малките частици, които не могат да бъдат отстранени с филтрация или хидроциклон. Коагулацията се използва преди процеса на филтриране, така че да се слоят

малките твърди частици и да се образуват по-големи частици, които по-лесно се отделят от БВ чрез филтрация или друг физически метод. Процесът на създаване на по-големи частици е известен като флокулация, а големите частици се наричат флоки. За да се предизвика флокулация се използва прах магнетит или пясък. Благодарение на коагулацията ефективността на останалите физически методи се увеличава. Недостатък на метода е, че той изисква допълнително пространство на борда заради допълнителния резервоар. [23], (Фиг. 6)

3.2 Обработка с магнитно поле

Третиране с магнитно поле се прилага след процеса на коагулация. Благодарение на магнитният прах, който се използва за създаване на флоки, се прилага магнитна сила те да се отделят от водата. Магнитното поле се генерира от магнитни дискове. (Фиг. 6)

3.3 Пречистване на баластна вода с химическа дезинфекция

Тя се състои в използването на химикали за премахване на инвазивните видове от заредената БВ. За отстраняване на организмите се използват биоциди, които действат като дезинфектанти. Те са специално тествани за морски организми и ефективността им е висока. Освен това те са разградими и не представляват опасност за околната среда, тъй като не се считат за токсични вещества. Съществуват два вида биоциди в зависимост от неговата функция:



Фиг. 6 Процес на коагулация

3.3.1 Оксидиращи биоциди

Те се считат за общи дезинфектанти, които разрушават клетъчната мембрана или нуклеинова киселина на микроорганизмите. Най-често срещаните видове окисляващи биоциди са [24], [25]:

- Озон. След като се разтвори във водата, той реагира с други химикали и унищожава организмите. Основен недостатък е, че той е силно замърсяващ и токсичен;

- Хлор. След като бъде пуснат в БВ, той унищожава микроорганизмите. Въпреки, че хлорът е евтин, той е неефективен срещу кисти, освен ако не се използва концентрация от най-малко 2 мг/л. Това може да причини дразнене на дихателната система на човека, да причини рак и да изгори кожата в случай на контакт.

3.3.2 Неокисляващи биоциди

При разтварянето им в БВ те пречат на важни функции на организмите като репродукция и метаболизъм. Те не действат веднага, така че за добро обработване на БВ е необходимо да се прилагат в началото на плаването. Тъй като процесът изисква време, неокисляващите биоциди не са добър вариант за отстраняване на инвазивни видове от БВ, особено ако корабите плават на кратки разстояния. Основен неокисляващ биоцид е glutaraldehyde, който се използва и за стерилизация на медицинско оборудване.

3.4 Обработка чрез електрически импулс и плазма

Тези технологии се считат за екологично чисти, не са скъпи и са лесни за прилагане за пречистване на БВ. При тях се избягва употребата на химикали или други вещества, които могат да бъдат опасни за околната среда. Електрическите импулси се създават от два метални електрода, които генерират ток с висока мощност. [26], [27] За плазмената обработка се създава импулс който генерира плазмена дъга, която убива микроорганизмите, живеещи в БВ.

Основни недостатъци на двете технологии са, че могат да окажат влияние върху операциите на кораба, персоналът трябва да бъде обучен и че технологиите все още се изследват.

3.5 Топлинна обработка

Чрез нея се повишава температурата на БВ, докато микроорганизмите се унищожат. Основни предимства на технологията са, че може да се използва отоплителната система на кораба и че не е необходимо да се използват

химически препарати. Недостатък е, че технологията изисква много време, а освен това причинява корозия в танковете. [28]

3.6 Деоксигенация

Идеята на технологията е да се намали нивото на кислород в БВ така, че да се унищожат микроорганизмите заради липсата на кислород. За целта най-често се използва азот или различни инертни газове, които могат да постигнат ниски нива на кислород.

Предимство е, че се избягва корозия на баластните танкове, увеличавайки полезния им живот. Технологията е екологично чиста и икономична. Недостатък е, че тя трае между два и четири дни. Това е бавен метод, ако се налага спешна обработка на БВ.

3.7 Кавитация / ултразвук

Използват се тръби на Вентури или плочи с прорези, за да се създадат кавитационни мехури. Разпадането им създава хидродинамични сили, свърхзвукови осцилации или високочестотни шумове, които разкъсват клетъчната стена на организмите и ги убиват. За оптималната ефективност технологията трябва да се комбинира с друга. [21] Тук не се използват химикали и не се изисква допълнителна инсталация.

3.8 Ултравioletови лъчи

Ултравioletовата (UV) радиация е често използвана за стерилизиране на питейна вода, отпадни води и пречистване на аквакултури. Тя предизвиква фотохимична реакция на биологични части като нуклеиновите киселини (ДНК и РНК) и протеини. В процеса се използват амалгамени лампи, обградени от кварцов ръкав. Те могат да осигурят UV лъчи с различна дължина на вълната и интензитет в зависимост от конкретната нужда. Технологията е ефективна срещу много видове микроорганизми, включително вируси и кисти, разчитайки на добра проводимост на лъчите през водата. За тази цел е нужна чиста вода и незамърсени кварцови ръкави. UV радиацията се използва рядко като самостоятелна технология за обработка. Най-често се използва в комбинация с филтър или хидроциклон с цел премахване на по-едри организми. Голям недостатък е ниската проводимост в мътна вода.

4. СИСТЕМИ ЗА ОБРАБОТКА НА БАЛАСТНИ ВОДИ (BWMS)

При избора на тип BWMS за даден вид кораб се отчитат много фактори, които решават коя система е най-подходяща за него. Корабът трябва да бъде проучен индивидуално, за да се оптимизира дизайна на системата за пречистване на БВ и инсталирането ѝ. Важно е да се знае в кои пристанища ще оперира корабът. В някои от тях има специфични изисквания относно БВ. Акваториите на пристанищата имат различни характеристики за соленост, температура или мътност. [20], [31], [35]

Важен фактор е да се знае размерът на кораба и колко той е зависим от баластните танкове за осигуряване на устойчивостта си. В зависимост от размера и вида на товара може да има BWMS които не могат да бъдат използвани, защото скоростта на изпомпване на БВ е ниска. Това изисква много време за извършване на баластирането или дебаластирането, което икономически не е изгодно. [29]

Има 4 фактора, които трябва да се вземат предвид относно избора на BWMS [29]:

Оборудване: Цената на оборудването зависи от БВ, необходима за пречистване.

Проектиране и дизайн: Цената на дизайна обикновено е свързана със сложността на инсталацията. Важно е къде ще бъде инсталирана системата.

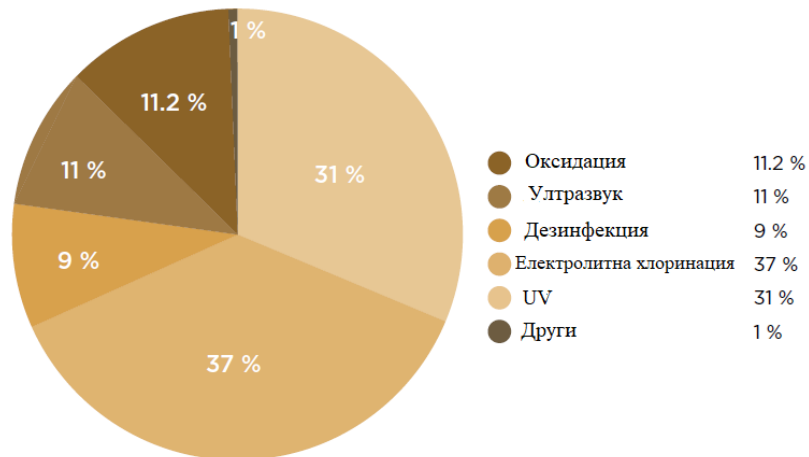
Инсталация: Разходите ще бъдат по-високи, ако няма достатъчно пространство за инсталирането, което води до преместване на друго оборудване или промяна на предназначението на някои зони.

Работа: В зависимост от вида на инсталираната система разходите може да се намалят значително. Например за оперативни разходи се вземат тези, които се инвестират за 1000 m³ пречистена БВ. [30] Те са пряко свързани с потреблението на енергия (гориво). Важно е да се вземат предвид и разходите за поддръжка и за жизнения цикъл, който отчита колко дълго ще се използва системата.

Въпреки че няма официални етапи за инсталирането на BWMS на вече построени кораби, то може да се извърши в следната последователност:

- проучване на вида на кораба;
- изследване на необходимото количество БВ;
- проектиране на модел BWMS;
- инсталация;
- проверка на системата.

Най-използваните системи за пречистване на БВ са (фиг. 7) :



Фиг. 7 BWMS, използвани в световния търговски флот

4.1 UV системи

Приблизително 31% от корабите, които са задължени да имат система за обработка на БВ, използват UV системи. Първо се прилага процес на филтрация (физическо разделяне), след което следва ултравиолетово облъчване за стерилизиране на баластната вода. [32]

Системите се използват за кораби, които не изискват големи количества БВ (около 1000 m³ за час). Те се използват за контейнеровози, ро-ро кораби, за генерални товари, малки кораби за насипни товари, химикаловози и фериботи. [32] Основните им предимства са, че лесно се инсталират и поддържат, работят без проблеми при различни нива на соленост и температури на водата и са екологични. Основно неудобство е, че UV-обработката има по-ниска ефективност в мътна вода. Една от най-често използваните такива системи е Wärtsilä AQUARIUS®. [33]

4.2 Системи с електролитна хлоринация

Около 37 % от корабите, които са задължени да имат система за обработка на БВ, използват тези системи. Първата стъпка е извършване на филтрация (физическо разделяне), последвана от електролитно третиране. Системите се използват за кораби, които се нуждаят от големи обеми БВ. Те са предназначени за кораби, които имат дебит около 8000 m³ вода за час.

Предимствата на тези системи са високата ефективност за пречистване на големи обеми БВ, като процесът се извършва вътре в танковете. Това е важно за корабите, тъй като не се изисква допълнително пространство за обработката на БВ. Неудобства на тези системи са, че ефективността намалява при ниски нива на соленост и ниски температури на БВ. Инсталирането, контрола и поддръжката са по-сложни в сравнение с UV системите. Една от най-често използваните такива системи е ValClor.

4.3 Химически инжекционни системи

Много малък процент от търговския флот използва тези системи за пречистване на БВ. Тя първо се филтрира, а след това в нея се инжектира химическият разтвор. Тези системи се използват главно при големи кораби, които имат дебит на баластна вода над 16 000 m³ на час. Освен това те се използват за танкове, които са баластирани или дебаластирани в местни води без никакво пречистване.

Предимствата на тези системи са, че няма голяма консумация на енергия и използва по-малко пространство от другите системи за инсталиране. Неудобствата са, че химикалите, използвани за процеса, могат да се доставят само в определени пристанища, да се съхраняват на борда в затворени контейнери и екипажът трябва да бъде обучен за безопасна работа. Една от най-често използваните такива системи е JFE BallastAce. [34]

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контролът на БВ е много важен за околната среда, за човешкото здраве и за икономиката. Международните организации са наясно с това и са направили първата стъпка като прилагат Конвенцията за BWM.

Съществуват различни проекти и изследвания, които проучват как може да бъде намалено влиянието на БВ. Целта е да се постигне минимално въздействие при подобряване на устойчивостта на корабите чрез използване на други системи или чрез подобряване на ефективността на баластните системи.

Партньорството GEF-UNDP-ИМО по програмата GloBallast се опитва да помогне на много държави да намалят въздействието на БВ чрез прилагането на Конвенцията за BWM. Програмата се осъществява от 2007 г. от три важни организации: Глобален екологичен фонд (допринасящ за финансирането на проекта), Програмата на ООН за развитие (отговаряща за прилагането) и

Международната морска организация (отговаряща за изпълнението). Целта е да се определи период от време за прилагане на мерките на Конвенцията за BWM, за да се гарантира, че проблемът с БВ е контролиран в целия свят. Първоначално е определен период от 5 години (от октомври 2007 г. до октомври 2012 г.) за прилагане на Конвенцията за BWM, но по-късно е удължен до юни 2017 г. [36] През 10-те години по програмата участват над 100 държави. Благодарение на GloBallast държавите са подпомогнати за подобряване на националното законодателство и са разработени специализирани пакети за обучение на пристанищния и корабния персонал за управление на БВ.

Инструкциите за инвестиции в инфраструктура за управление на БВ е документ, публикуван от ММО да се предоставят насоки за това къде е необходимо да се инвестира, за да се намали въздействието на БВ. Изследването е финансирано от Royal Haskoning DHV и Европейската банка за възстановяване и развитие (ЕБВР) с партньорството на GloBallast .

Мерките, които трябва да бъдат приложени от правителствата/международните организации в зависимост от инвестираните средства, са:

- Инсталиране на съоръжения за приемане и изхвърляне на седименти от баластни танкове в пристанищата;
- Изграждане на система за мониторинг на биоразнообразието, което ще подобри контрола на местното биологично разнообразие;
- Правилно почистване на седиментите от БВ на борда на корабите;
- Подобряване на държавния пристанищен контрол по отношение на БВ. Пристанищата и местните власти трябва да инспектират регистрите, да извършват вземане на проби от БВ и да бъдат по-строги при издаване на първоначалния сертификат или подновяване на плана за управление на БВ.
- Публични инвестиции за проучване на алтернативни технологии за пречистване на БВ, отговарящи на стандартите на ММО;
- Намаляване на данъците за плавателни съдове, използващи алтернативни технологии.

Международната конвенция за контрол и управление на баластните води и седименти на корабите, влязла в сила през 2017 г., е основен регламент за контрола на операциите по балластиране и дебалластиране от кораби по целия свят. Тя играе съществена роля за избягване на разпространението на инвазивни видове и за намаляване на въздействието на корабите върху местната водна среда. Въпреки че Конвенцията може да постигне значително намаляване

на въздействието на БВ, е необходим контрол от различни органи, за да се избегнат злоупотребите.

Технологиите за обработка са един от най-важните фактори за намаляване на въздействието на БВ върху водната среда. BWMS имат ролята да обработват правилно БВ, за да елиминират организмите от морската вода, изпомпени в баластните танкове. Има много системи за обработка на БВ, но използването на системи, които не се основават на химически продукти, е най-чистият начин за третиране на БВ, с което се гарантира, че не се замърсява околната среда. За правилният контрол на нивата на организмите е необходимо използването на 2 или повече системи, които в комбинация изпълняват коректно задачата за намаляване на въздействието на БВ.

Алтернативните проекти за постигане на кораби без баласт трябва да играят специална роля в близкото бъдеще. За реализирането на този тип кораб ще са необходими големи инвестиции и усилия не само от морските компании, но и от правителствата и международните организации. Използването на алтернативни проекти ще доведе до икономии на разходи в дългосрочен план.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

[1] Singh, B., *Ballast Water Exchange and Management Plan – Everything You Wanted to Know*. 2020.

[2] Berger, J., *Can the negative consequences of ballast water be prevented?* 2017.

[3] International Maritime Organization. *Ballast water management - the control of harmful invasive species*.

[4] Kim, K., *A study of the implications of the ballast water management convention for flag states*. 2013.

[5] University of California, *Organisms Found in Ballast Water*.

[6] CABI, *Neogobius melanostomus (round goby)*. 2019.

[7] National Wildfire Federation, *Non-Native Species and the Great Lakes: Killer Shrimp (Dikerogammarus villosus)*.

[8] Challinor, S., Godwin, J., Davison, D., Cowdery, E., Vercoe, J., *Ballast Water Management Infrastructure Investment Guidance*. 2014.

[9] IMO, *International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM)*. 2017.

[10] IMO, *Status of Treaties*. 2020.

- [11] Министерство на транспорта, информационните технологии и съобщенията, *Международна конвенция за контрол и управление на корабните баластни води и седименти*, 2018.
- [12] Federole Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, *Ballast Water Management Convention Guidance for implementation*.
- [13] OSPAR Commission, *Ballast Water Exchange Areas in the North Sea*. 2014.
- [14] DNV GL, *Final countdown to compliance with the BWM Convention*. 2017.
- [15] DNV GL, *Ballast Water Management FAQ*. 2020.
- [16] Anish, *What is Ballast Water Management Plan?* 2019.
- [17] IMO, *MEPC 71st session*. 2017.
- [18] Navsregs, *The International Oil Pollution Certificate – A handy guide*. 2016.
- [19] GloBallast Partnership, *Regional ballast water strategies*.
- [20] Olofsson, M., *Type-approved, USCG-compliant ballast water treatment systems now widely available*. 2019.
- [21] Raunek, *How Ballast Water Treatment System Works?* 2019.
- [22] Kazumi, J., *Ballast Water Treatment Technologies and Their Application for Vessels Entering the Great Lakes via the St. Lawrence Seaway*. 2007.
- [23] Mitsubishi Heavy Industries, *Coagulation and Magnetic Separation Technology “Hitachi Ballast Water Purification*. 2008.
- [24] Optimarin, *Ballast Water Treatment: Chemical Disinfection (Oxidizing Biocides)*.
- [25] Capt. Lloyd, M., Haraldsson, M., *Chemical ballast water treatment problems*. 2012.
- [26] European Commission, *Using electric pulses to treat ballast water*. 2014.
- [27] European Commission, *Final Report Summary – ECOSEASAFE*. 2013.
- [28] Mesbahi, E., Norman, R., Quilez-Badia, G., *Design of high-temperature thermal ballast water treatment system*. 2007.
- [29] Bacher, H., *Ballast Water Management Retrofits*. 2014.
- [30] SAFETY for SEA, *Ten steps to selecting a ballast water treatment system*. 2011.
- [31] Šateikienė, D., Janutėnienė, J., Bogdevičius, M., Mickevičienė, R., *Analysis into the selection of a ballast water treatment system*. 2015.
- [32] Barthel, N., *UV treatment of ballast water*.
- [33] WÄRTSILÄ, *Aquarius ® UV Ballast water management system*. 2017.

[34] Sunrio Marine Environment Engineering Co., Ltd., *BalClor* ® *Ballast Water Management System*.

[35] JFE BallastAce, *JFE BallastAce*®.

[36] GloBallast Partnership, *The GloBallast Partnerships Project 2007-2017*.

[37] Ship Technology, *Could ballast-free shipping be the best route to IMO compliance?* 2018.

[38] Erickson, J., *U-M 'ballast-free ship' could cut costs while blocking aquatic invader*. 2008.

[39] The Maritime Executive, *Ballast-Free LNG Bunkering Vessel Ordered*. 2018.