

ОСОБЕНОСТИ НА РАБОТАТА С ВИДОВЕТЕ СИСТЕМИ ЗА ТРЕТИРАНЕ НА КОРАБЕН БАЛАСТ

Добрин Руселинов Милев
Висше военноморско училище „Н. Й. Вапцаров“
Главен асистент д-р

***Резюме:** Всеки кораб следва план за управление на баластните води, който отговаря на определени изисквания. Едно от тях е предпазване от разпространение на потенциално вредни морски организми и патогени. Това става чрез системите за третиране на корабния баласт. Всяка компания сама избира вида на оборудването, съобразно техническата експлоатация на кораба. Системите имат своите особености, които се определят от използвания метод на третиране и начина на работа.*

***Ключови думи:** корабен баласт, третиране, морски организми*

BALLAST WATER TREATMENT SYSTEMS OPERATION PARTICULARITIES

Dobrin Milev
Naval Academy “Nicola Vaptzarov”
PhD, Assistant Professor

***Abstract:** Each vessel follows an approved Ballast Water Management Plan that complies with requirements. One of them is to prevent the spread of potentially harmful aquatic organisms and pathogens in ship’s ballast water. This is done by the ballast water treatment systems. The shipping company, having in mind the vessel technical operation, appoints the equipment type accordingly. Each treatment system has its own particularities to be observed and dealt with.*

***Keywords:** ballast water treatment system, harmful aquatic organisms*

1. Въведение

Баластните операции на борда на кораба са стриктно определени в плана за управление и отговарят на изискванията на Администрацията на флага и рзпоредбите на Международната морска организация (ИМО). Отговорността е изцяло на капитана, за

това да са изпълнени в съответствие с националното и международното законодателство, изискванията на пристанището и стандартите за безопасност на морската индустрия. Оборудването, което се използва за третиране на баласта трябва да се оперира според инструкциите на производителя като се взимат предвид особеностите на типа кораби, на които е монтирано и се спазват мерките за безопасност. Системата за третиране на баласта обикновено се използва с друг метод за управление на баласта какъвто е неговата подмяна (Ballast water exchange). Преди да се вземе решение кой метод да се използва, или в комбинация, трябва да се прегледат корабните сертификати, плана за управление на баластните води, местните разпоредби в пристанището на разтоварване.

2. Системи за третиране на баластните води

Когато на борда на кораба функционира сертифицирана система за третиране на баласта, тя трябва да се използва по време на всяка баластна или дебаластна операция, както и при неговата подмяна. Важно е да се следват инструкциите на производителя, да се извършва нужното калиброване и поддържане. Всичко това е подробно описано в корабната система за планова поддръжка, която осигурява редовното им извършване. Взимането на регулярни проби се определя от изискванията на Агенцията за опазване на околната среда на САЩ и по-специално на практическото ръководство Vessel General Permit (VGP), както и на ИМО със своята Международна конвенция за контрол и управление на корабните баластни води и седименти (International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediment). Корабните компании в своите планове разработват и матрици, за да осигурят обучението на екипажа за работа със системите за третиране на баласт, както и запознаване с международното законодателство. На борда на кораба се поддържа дневник за баластните операции (Ballast Water Record Book), който представлява доказателство пред проверяващите органи за акуратното изпълнение на плана за управление на баластните води, както и за изправното функциониране на системата за третиране на баласта.

В зависимост от технологията, която се използва за третиране на баластните води, системите се делят на:

- ✓ Електролизни;
- ✓ Химични;
- ✓ Озониращи;
- ✓ Ултравioletови (UV).

Всяка една от тези технологии предполага извършването на измервания, които да установят нормалното ѝ функциониране, като за целта се използва информацията от контролни сензори и спазването на определени процедури. Системите са снабдени с определени индикатори, които трябва да се наблюдават и когато излязат извън зададени граници, да бъдат взети съответните мерки. В Таблица 1. са посочени измерванията, сензорите и индикаторите за технологията хлориране, която може да бъде или чрез електролиза, при която чрез подаване на електрически ток натриевият хлорид NaCl (морската сол) се разпада и се отделя чист хлор. Той от своя страна действа като унищожават микроорганизмите в баластните води. Това може да стане и като се добави в определени дози директно в баластните води под формата на химичен препарат.

Таблица 1. Хлориране/електролизно хлориране на баластни води

Измерване	Сензор/процедура	Начални параметри	Индикатори/ параметри
Хлор	Диетил-фенилен-диамин, анализ на проба	Хлорна/доза концентрация при впръскване	Хлорна концентрация при изливане
Намаляване на оксидацията	Сензор за стойност	Стойност при впръскване	Стойност при изливане
Консумация на ел.енергия, волтаж и напрежение	Диагностика на мощността на системата	Консумация на модул за хлориране	Изразходвана мощност
Остатъчни окислителни	Амперометричен сензор	Стойност при впръскване	Стойност при изливане
Проводимост/соленост на водата	Сензор за температура и проводимост	Проводимост/ температура при впръскване	Проводимост/ Соленост/ температура

В таблица 2. са представени показателите за UV технологията за третиране на баластните води, при която се използва лампа, която излъчва светлина в ултравиолетовия сектор. Баластната вода преминава през устройство, което я облъчва и по-този начин се унищожават вредните микроорганизми.

Таблица 2. UV технология за третиране на баластните води

Измерване	Сензор/процедура	Начални параметри	Изходни индикатори/ параметри
Консумация на ел.енергия, волтаж и напрежение	Диагностика на мощността на системата	Консумация на UV модул	Изразходвана мощност на UV модула
Статус и часове работа на лампата	Наблюдение на третирането	Статус на UV лампата	Статус(добра, средна,лоша)/ Часове работа
UV доза, интензитет, излъчване	UV сензори и монитори	UV доза, интензитет, излъчване	UV доза, интензитет, излъчване
Дебит на потока	Дебитомер	UV изтичащ поток	Показания на дебита

2.1. Наблюдение и проби на биологични индикатори

За наблюдение и проби на биологични индикаторни параметри се взима обработена вода по време на дебаластирание. За да се установи количеството на бактериите се използва някой от методите, представени в Таблица 3. Вариантите се свеждат до стандартен, на Международната организация по стандартизация (ISO), на Агенцията за опазване на околната среда на САЩ (EPA) и чрез добавяне на реактив с търговското наименование Colilert и Enterolert. [6]

Компанията, оперираща кораба избира метода, на който да заложи при тестването на баластната вода и за което трябва да представи доказателства при поискване от контролните власти.

Таблица 3. Измервания и методи за тест за биологични индикатори [1]

Измерване	Инструмент за анализ	EPA метод	Стандарт метод	ISO	Други
Хетеротрофни бактерии	Брой на плака	-	SM 9215	ISO 6222:1999	
Ешерихия коли	Селективен субстрат	EPA метод 1103.1	SM 9223B	ISO 9308-1:2000	Colilert
Ентерококи	Селективен субстрат	EPA метод 1106.1	SM 9230C	ISO 7899-2:2000	Enterolert

2.2. Наблюдение и проби за остатъчни биоциди

След като бъде обработена баластната вода по някоя от технологиите, тя трябва да бъде тествана за остатъчни биоцидни параметри, използвайки методите посочени в Таблица 4.

Таблица 4. Наблюдение и проби за остатъчни биоциди [1]

Биоцид	Аналит	Аналитичен метод	Проба (мл)
Алкиламини	алкиламини	ЕРА метод 8360В	25
Хлор/ Хлорен диоксид	Хлорен диоксид	ЕРА метод 327.0-1	16
	Остатъчни окислители	ISO 7393/2 SM 4500-C1	50
	Хлорити	ЕРА метод 300.1	250
	Хлорати	ЕРА метод 300.1	250
	Трихалометанеза	ЕРА метод 8260	25
	Халооцетни киселини	ЕРА метод 552.2	40
Менадион	Менадион	-	
Озон	Остатъчни окислители	ISO 7393/2 SM 4500-C1	50
	Бромат	ЕРА метод 317	250
	Бромформ	ЕРА метод 8260	25
	Трихалометанеза	ЕРА метод 8260	25
	Халооцетни киселини	ЕРА метод 552.2	40
Пероцетна киселина	рН		25
	Фотометричен анализ	25мл	-
	Водороден пероксид	Титриметричен анализ	25

При извършването на фотометричен анализ на третирана баластна вода, пробата трябва да се вземе възможно най-бързо и да се приложи един от следните методи [4]:

- ✓ Pinkernell, 1997;
- ✓ EMD Chemicals, 2011;
- ✓ CHEMetric, 2010.

Използването на титриметричен анализ като аналитичен метод за тестване на баластна вода е за откриване на въглероден пероксид. За неговото количество се съди по обема на реактива, който се използва за теста. Използват се следните методи [7]:

- ✓ JIS K 1463:2007;
- ✓ EMD Chemicals, 2011;
- ✓ CHEMetric, 2010.

3. Особенности на работата с различните видове системи за третиране на корабен баласт

3.1. Система с ултравиолетова лампа

- При работата с UV лампа трябва да се има предвид, че тя излъчва ултравиолетова светлина с висок интензитет и при директно излагане на кожата и очите, може да предизвика сериозни увреждания;
- UV лампата не трябва да се включва извън корабното помещение отредено за системата за третиране на баластната вода, като трябва да бъде покрита с осигурителни капаци, за да не се вижда излъчващата светлина и високоволтовите захранващи панели;
- При необходимост от преглед и ремонт по време на работа, да се извършва с предпазливост, тъй-като лампата достига температура от 600-800°C в нормално работно състояние, а керамичната основа на лампата остава силно нагрята, след като бъде изключена;
- При смяна на UV лампата трябва да се използват чисти ръкавици за боравене със стъклената им част. Новите лампи да се съхраняват в производствената опаковка, а използваните да се здават според корабния план за управление на отпадъците като флуоресцентни лампи;
- UV лампите съдържат малко количество живак, който ако излезе извън стъкленото тяло не трябва да бъде вдишван или да влиза в контакт с човешки тъкани.

3.2. Озонираща система

- Преди да се захрани озониращата система с кислород за производството на озон, трябва да се активират газ детекторите, вентилационната система и унищожителя на остатъчния озон;
- Всички тръбопроводи, които отвеждат озона до мястото му на приложение върху баластната вода, трябва да бъдат маркирани с отличителен цвят и надписи, за да бъдат различни при евентуална авария;

➤ При влизането в корабното помещение на озониращата система трябва да се носят лични предпазни средства като каски, очила, гащеризони и ръкавици. Също така задължително се използват лични кислород и озон детектори за установяване на количеството на тези газове;

➤ Трябва да се осигурят и два комплекта дихателни апарати в случай на изпускане на озон, за да може безопасно да се влезе в помещението и системата да се изключи;

➤ В корабните помещения, където функционира озониращата система е забранено:

- Да се складират и използват запалими материали като намаслени парцали;
- Открит огън;
- Да влизат не оторизирани хора.

➤ Пътищата за напускане на помещението трябва да бъдат ясно маркирани, за да могат членовете на екипажа да напуснат по най-бързия начин, в случай на изтичане на озон.

Озонът се проявява като дразнител на лигавицата на окото, носа и белите дробове и е отровен при вдишване. Физическото напрежение и повишаването на температурата на средата увеличават токсичността му, така че дори и при малки количества при тези условия може да е вреден. В Таблица 5. са дадени физиологичните ефекти на озона върху човешкото здраве.

Таблица 5. Физиологични ефекти на озона

Озонова концентрация (ppm by volume) във въздуха	Физиологични ефекти
>0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.1 ppmv)	Раздразнение на гърлото (кашлица) в случай на продължително излагане.
>1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.5 ppmv)	Очно и раздразнение на респираторния тракт. Затруднение на дишането, токсичен белодробен оток при продължително излагане.
>2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 ppmv)	Замаяност, главоболие, стягане в гърдите. Хронично бронхиално заболяване при периодично излагане.
>20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 ppmv)	Белодробен оток, безсъзнание, кръвоизлив, завършващи летално.
>10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5000 ppmv)	Летален ефект до няколко минути.

3.3. Химическа система

- Контейнерите и тръбопроводите за съхранение и отвеждане на химикалите за третиране на баластната вода трябва да бъдат от подходящ материал, устойчив на корозия;
- Когато пламната точка на химикалите надвишава 60°C, те трябва да се съхраняват извън корабното машинно отделение в специални помещения, предназначени за това;
- Всеки химикал трябва да бъде придружен с Информационен лист за безопасност (MSDS Material Safety Data Sheet), за да може при евентуален разлив, екипажът на кораба да е запознат със свойствата му и противопожарните мерки;
- В корабното помещение предназначено за обработка на баластната вода с химикал трябва да бъдат инсталирани системи за откриване на опасни газове и за установяване на изтичане на химикал. Помещението трябва да бъде надеждно вентилирано, за да може да се обслужва от сертифицирани членове на екипажа;
- Химическата станция трябва да разполага и с подходящи облекла за боравене с химикалите като костюми, ръкавици, предпазни шлемове и маски. Те трябва да бъдат съобразени с действащата на борда матрица на личните предпазни средства за работа с химикали.

3.4. Система за електролизно-хлориране

- Най-важната особеност е, че системата произвежда въглерод, който е възпламеним и хлор, който е силно токсичен;
- Течността, която се получава в следствие на работата на системата може да предизвика кожни и очни раздразнения, за това оператора не трябва да се излага директно на генератора на системата. Ако се налага контакт с течността, това трябва да става с подходящи лични предпазни средства като ръкавици и очила;
- Трябва да се работи предпазливо с плочата на топлообменника на системата, за да се предотвратят инциденти;
- Системата е снабдена с няколко електромотора, които непрекъснато работят и генерират висока температура. При обслужването им трябва да се работи внимателно, за да се избегнат изгаряния.

4. Извод

Различните видове системи за корабен баласт използват технологии, които са специфични за целта им да унищожат вредните морски микроорганизми. Това може да стане по няколко начина, които са одобрени от международните морски органи и организации за защита на околната среда. Трябва да се взимат под внимание особеностите на технологичното оборудване, за да се избегне на първо място нанасянето на вреда на морската вода в стремежа да се елиминира опасната флора и фауна и не на последно да се предпазят морските кадри, опериращи с тези системи. Използването на тези технологии е от сравнително скоро време и затова те търпят своята еволюция и развитие, които във времето доказват своята ефективност.

Библиография

1. EPA VGP 2013
2. IMO (International maritime organization), 2021, International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments, 2004
3. MARPOL, Consolidated Edition, 2022
4. U.Pinkernel, U., Effkemann, S., Krast, U., Simultaneous HPLC determination of peroxyacetic Acid and hydrogen peroxide, Anal Chem Sep 1, 1997
5. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Implementing-the-BWM-Convention.aspx>
6. <https://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/>
7. <https://clearseas.org/insights/ballast-water-management-stopping-the-spread-of-invasive-species-by-ships/>