

Jerzy HERDZIK

WYBRANE PROBLEMY ZARZĄDZANIA PROCESAMI I KONTROLĄ OCZYSZCZANIA WÓD BALASTOWYCH I ICH OSADÓW

W artykule omówiono problemy zarządzania procesami wymiany, oczyszczania wód balastowych ze statków oraz kontrolą skuteczności ich oczyszczania. Wymaga się spełnienia procedur zawartych w Planie Postępowania z Wodami Balastowymi odnośnie osadów z tych wód oraz odpadów z procesu ich oczyszczania. Szereg problemów do rozwiązania powstaje, gdy statek zmieniając akwen musi dokonać obróbki wód balastowych, natomiast znajduje się w strefie poniżej 200 mil morskich od lądu i na wodach o głębokości poniżej 200 metrów.

WSTĘP

Problem introdukcji obcych organizmów do akwenów wód śródlądowych i morskich jest znany od wielu lat. W 1988 roku rząd Kanady zwrócił się do Międzynarodowej Organizacji Morskiej (*International Maritime Organization* - IMO) z prośbą o rozwiązanie tego problemu, który zaobserwowano w Wielkich Jeziorach Amerykańskich. Podjęte w latach 90-tych XX wieku działania spowodowały przygotowanie międzynarodowej konwencji postępowania z wodami balastowymi i osadami z wód balastowych (*International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments* – BWM 2004).

Konwencja BWM 2004 ma zastosowanie do:

- statków uprawnionych do podnoszenia bandery Państwa – Strony Konwencji;
- statków nieuprawnionych do podnoszenia bandery Państwa – Strony, ale eksploatowanych pod zwierzchnictwem Państwa – Strony.

Zwolnienia dotyczą wielu statków, w tym okrętów wojennych, statków państwowych.

Według definicji IMO wody balastowe to wody wraz z zawiesziną przyjęte na statek w celu kontroli przegłębienia, przechyłu, stateczności lub naprężeń statku.

Wymagania dotyczące wejścia w życie tej konwencji zostały spełnione w dniu 8 września 2016 roku (co najmniej 30 państw oraz ponad 35% pojemności brutto reprezentujących flotę państw, które podpisały i ratyfikowały tę konwencję). W rezultacie w dniu 8 września 2017 roku będzie ona obligatoryjna dla statków (które jej podlegają) w żegludze międzynarodowej.

Celem, który ma być osiągnięty po wprowadzeniu tej konwencji jest: zapobieganie, zmniejszenie i wyeliminowanie ryzyka wprowadzania szkodliwych organizmów morskich i patogenów (ang. *harmful aquatic organisms and pathogens* – HAOP) przewożonych w statkowych wodach balastowych i osadach do nowego dla nich środowiska.

1. POSTĘPOWANIE Z WODAMI BALASTOWYMI

Postępowanie z wodami balastowymi i osadami z wód balastowych obejmuje procesy:

- mechaniczne;
- fizyczne;

- chemiczne;
 - biologiczne
- pojedyncze lub w kombinacjach, zastosowane w celu:
- usunięcia;
 - unieszkodliwienia;
 - uniknięcia pobrania;
 - zrzutu

szkodliwych organizmów morskich i patogenów wraz z wodami balastowymi lub osadami (art.1 ust.3 BWM 2004).

Każdy statek uprawiający żeglugę międzynarodową powinien posiadać ważny certyfikat – Plan Postępowania z Wodami Balastowymi (Ballast Water Management Plan - BWMP) oraz Książkę Zapisów Wód Balastowych (Ballast Water Record Book – BWRB). Statek zmieniający akwen winien dokonywać wymiany wód balastowych (i zrzutu osadów z wody balastowej) w odległości nie mniejszej niż 200 mil morskich od najbliższego lądu i na wodach o głębokości co najmniej 200 metrów zgodnie z zatwierdzoną procedurą (BWMP). Jeśli powyższe warunki nie mogą być spełnione, administracje morskie winny wyznaczyć obszar morza, na którym dopuszczalna będzie wymiana wód balastowych [5,8]. Zaleca się, aby odległość od najbliższego lądu była większa niż 50 mil morskich przy głębokości akwenu co najmniej 200 metrów. Stanowi to poważny problem dla obszaru Morza Bałtyckiego, bowiem maksymalna głębokość Głębi Gdańskiej wynosi tylko 118 metrów, Głębi Gotlandzkiej 250 metrów, a dla całego Bałtyku jest to Głębia Landsort – 459 metrów. Dlatego Konwencja BWM 2004 zezwala na wyznaczenie przez administrację obszarów morskich niespełniających podanych warunków na zrzut lub wymianę wód balastowych.

2. METODY POSTĘPOWANIA Z WODAMI BALASTOWYMI ZE STATKÓW

Podstawową metodą, którą zaproponowano wprowadzając Konwencję BWM 2004, jest wymiana wód balastowych na otwartych wodach (warunki podane powyżej). Jako metody dopuszczone do stosowania do 31 grudnia 2016 roku uznano (standard D-1) [5]:

- trzykrotną wymianę wód balastowych poprzez kolejne opróżnianie i napełnianie zbiornika wodą na wodach otwartych;
- metodę przepływową (przelewową) napełniania wodą zbiornika pełnego poprzez jego przelew, tak długo, aż uznane będzie, że dokonano co najmniej 95% wymiany wody znajdującej się pierwotnie w zbiorniku.

Od 1 stycznia 2017 roku wymaga się, aby spełniony był dodatkowy warunek, mniej niż 10 organizmów zdolnych do życia w 1 m³ zrzucanej za burtę wody balastowej (standard D-2). Dokładniej, oznacza to spełnienie następujących warunków:

- mniej niż 10 organizmów zdolnych do życia w 1 m³ na większych lub równych 50 mikrometrów w najmniejszym wymiarze;
- mniej niż 10 organizmów zdolnych do życia na mililitr mniejszych niż 50 mikrometrów w najmniejszym wymiarze oraz większym od 10 mikrometrów w najmniejszym wymiarze.

Ponadto, wskaźnik drobnoustrojów w zrzucie nie powinien przekroczyć określonych poziomów koncentracji tj. *vibrio cholerae* (O1 i O139) z mniej niż 1 jednostką tworzącą kolonię (cfu) na 100 mililitrów lub mniej niż 1 cfu na 1 gram (mokrej wagi) próbek zooplanktonu, *Escherichia coli* mniej niż 250 cfu na 100 mililitrów, jelitowa *Enterococci* mniej niż 100 cfu na 100 mililitrów [3].

Wymusza to stosowanie na statkach odpowiednich metod obróbki wód wraz z kontrolą skuteczności ich oczyszczania [6,7,10].

Nie będzie takiego wymogu, jeśli zalecaną metodą będzie możliwość zdawania nieobrobionych wód balastowych ze statków do portowych instalacji oczyszczających. Porty muszą posiadać (muszą zbudować) odpowiednie instalacje do obróbki wód balastowych [1,2]. Powstaje w tym przypadku szereg dodatkowych problemów:

- zapewnić w portach odpowiednie urządzenia do przyjęcia wód balastowych i osadów ze zbiorników wraz z zatwierdzonymi (uznanymi) metodami obróbki tych wód;
- znana musi być zdolność portów do przyjęcia określonej ilości wód balastowych;
- podać do wiadomości dni i godziny, w których możliwy będzie zrzut wód ze statków, wraz z wysokością stosownych opłat;
- określić i podać sposoby zgłaszania przez statki zapotrzebowania na wykorzystanie instalacji portowych.

3. PROBLEMY Z WYMIANĄ WÓD BALASTOWYCH

Metoda postępowania z wodami balastowymi poprzez ich wymianę (z wymaganą dokładnością 95%) stwarza zagrożenia dla bezpieczeństwa statku i załogi. Ilość i rozmieszczenie wody balastowej w zbiornikach ma znaczący wpływ na stateczność statyczną i dynamiczną statku. W ciężkich warunkach pogodowych (sztorm) kapitan statku ma prawo nie przeprowadzić wymaganej wymiany wód balastowych na otwartych wodach uzasadniając to zagrożeniem dla statku. Na wodach poniżej 200 mil morskich od brzegu lub poniżej 200 metrów głębokości oraz w przypadku braku obszarów, na których administracja wyznaczyła możliwość wymiany wód balastowych, powstaje konieczność zdania wód balastowych do instalacji portowych. Należy podkreślić, że Konwencja BWM 2004 nie narzuca konieczności i nie zaleca zmiany (wydłużenia) trasy rejsu, aby wejść na akweny, na których dopuszczalna byłaby wymiana wód balastowych [5,7].

Bezpośrednia wymiana wód balastowych wymaga zachowania szczególnej ostrożności (nadzoru i wypełnienia procedur). Była jednak (w wyniku zaniedbań i błędów) przyczyną poważnych awarii i katastrof [11,13]. Na rys. 1 przedstawiono statek ms. *Cougar Ace* płynący z Hiroszimy do Vancouver z ładunkiem nowych samochodów po operacji wymiany wód balastowych, która zakończyła się utratą stateczności i przewróceniem statku. Załoga została ewakuowana, a statek zaholowano do portu Unalaska. Dokonano usunięcia samochodów i ich zeżłomowania. Ładunek miał wartość 103 milionów dolarów USD [14].



Rys. 1. Ms. *Cougar Ace* po przewróceniu się na bok (31.07.2006), przed operacją holowania do portu Unalaska [14]¹

Wymiana wód balastowych umożliwia często neutralizację niebezpiecznych organizmów i patogenów, np. tylko z powodu istotnej zmiany zasolenia wód, jej temperatury, a szczególnie zawartości tlenu.

4. PROBLEMY Z OBRÓBKĄ WÓD BALASTOWYCH

Problemem podstawowym jest rozstrzygnięcie – które systemy lub metody będą uznane za wystarczające (!) i spełniające wymagania Konwencji BWM 2004. Pozostaje do dalszych analiz kontrola skuteczności zatwierdzonych systemów oczyszczania podczas eksploatacji [6].

Postępowanie z wodami balastowymi dotyczy przede wszystkim wykorzystania procesów mechanicznych, fizycznych czy biologicznych, najczęściej metodą, która je łączy.

Systemy oczyszczania wód balastowych opierają się na różnych procesach. Są to m.in.:

- dezynfekcja preparatami chemicznymi (ulegającymi biodegradacji i posiadającymi odpowiednie atesty),
- ozonowanie,
- usuwanie tlenu (zmniejszanie zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie),
- filtrowanie,
- napromieniowanie UV (promienie ultrafioletowe mają wystarczającą energię do uszkodzenia genetycznego mikroorganizmów lub zapobiegającego ich reprodukcji),
- generowanie ultradźwięków (drgań o wysokiej częstotliwości, których energia powoduje destrukcję mikrobów),
- ogrzewanie wód balastowych do temperatury co najmniej 45°C (zalecane 60°C, choć też nie daje gwarancji pełnej skuteczności),
- pompowanie wód wysokim ciśnieniem i gwałtowne ich rozprężanie.

Zauważyć należy, że proponowane systemy oczyszczania (uznane przez administrację morską) stanowią kombinację różnych sposobów neutralizacji wód balastowych. Przykładowo: pierwszym procesem może być filtrowanie wstępne (metoda mechaniczna), następnie napromieniowanie UV (metoda fizyczna) i ozonowanie (metoda chemiczna). Dzięki temu skuteczność systemu oczyszczania jest większa i do przyjęcia (uznania) przez administrację morską.

Pozostaje problem ograniczania zużycia energii w systemach oczyszczania wód balastowych (ważny aspekt ochrony środowiska).

¹ <http://www.caranddriver.com/features/cougar-ace-the-great-103-million-snafu-at-sea>

Może uzasadniać to uznawanie systemów, które powodują sterylizację organizmów, nie powodując ich zabicia (neutralizacji).

Konwencja BWM 2004 na podstawie przepisu A-4 przewiduje możliwość uzyskiwania zwolnień z wymogów określonych w przepisach B-3 (Ballast Water Management for Ships) i C-1 (Additional Measures) [3,10]. Armator, który chce uzyskać stosowane zwolnienie, musi na swój koszt przygotować szereg dokumentów (w tym ocenę ryzyka dla środowiska w wyniku zwolnienia z systemu oczyszczania wód balastowych). Ponadto statek uzyskując zwolnienie ma ograniczone możliwości przemieszczania się (zwolnienie obejmuje określone trasy i/lub akweny). Zmniejsza to znacząco elastyczność eksploatacji statku.

5. PROBLEMY Z KONTROLĄ SKUTECZNOŚCI OBRÓBKĄ WÓD BALASTOWYCH

Wraz z zainstalowaniem systemów obróbki wód balastowych na statku pod nadzorem przedstawiciela towarzystwa klasyfikacyjnego otrzymuje się odpowiednią dokumentację oraz certyfikaty potwierdzające, że systemy te osiągają wymaganą przepisami skuteczność obróbki tych wód. Pojawia się problem potwierdzania skuteczności działania tych systemów w eksploatacji statku zakładając zachowanie i spełnienie wszystkich wymaganych parametrów pracy systemu. W wyniku eksploatacji zbiorników balastowych może dochodzić do pogarszania się stanu czystości w wyniku pojawiania się osadów, mułów, zawiesin itp. Nawet okresowe przepłukiwanie zbiorników balastowych na wodach otwartych może nie rozwiązywać tego problemu. Okresowe opróżnianie i mycie mechaniczne zbiornika balastowego jest metodą czasochłonną i niebezpieczną dla statku i załogi, co daje ograniczone możliwości jej stosowania. Wykonywanie tych prac w czasie remontu stoczninowego jest możliwe, ale generuje dodatkowe koszty dla armatora. Ponadto okresy remontów dla potwierdzenia i odnowienia klasy (w okresach trzy i dwuletnich) są za rzadkie, aby utrzymać wymaganą czystość zbiornika.

Systemy obróbki wód balastowych i kontrola skuteczności oczyszczania tych wód przed wyrzuceniem za burtę mogą być spełnione nawet w przypadku, gdy zbiornik balastowy nie spełnia warunków czystości. Powolne, ale postępujące „zarastanie” instalacji balastowej i systemów obróbki stwarza ryzyko, że wraz z czasem eksploatacji statku, jakość i skuteczność obróbki wód balastowych będzie malała. Oznacza to konieczność okresowej kontroli zewnętrznej skuteczności tych systemów, określenia maksymalnych dopuszczalnych „zanieczyszczeń” (rozdział 4) i wyznaczenia okresów czyszczenia tych instalacji po ich przekroczeniu [2].

Kontrola skuteczności działania tych systemów poprzez stacjonarny moduł zainstalowany na statku budzi wątpliwości co do poprawności jego pracy i możliwości rzeczywistych pomiarów w warunkach okrętowych.

6. PROBLEMY ZARZĄDZANIA OSADAMI Z WÓD BALASTOWYCH

Usunięcie osadów ze zbiorników balastowych przed wprowadzeniem systemów obróbki wód balastowych (BWMS) wydaje się być warunkiem podstawowym, aby te systemy mogły spełnić nałożoną na nie skuteczność oczyszczania wód². Wprowadzenie poprawnie oczyszczonych wód balastowych do zbiornika z osadami może spowodować ponowne ich zanieczyszczenie i w rezultacie niemożność spełnienia normy skuteczności D-2. W procesie obróbki wód balastowych powstają również osady, które należy z nich usu-

wać. Osady te mogą stanowić w dalszym ciągu zagrożenie biologiczne, epidemiologiczne itp. [3,4]. W rezultacie niezdezynfekowane nie powinny być usuwane nawet do otwartych mórz (przy spełnieniu warunków 200 mil morskich od najbliższego lądu i głębokości akwenu powyżej 200 metrów), szczególnie na wodach wokół Antarktydy i w Arktyce. Dezynfekcja zmniejsza zagrożenie i pozwala na ich usunięcie poza statek po spełnieniu (obecnie) normy D-2. Pozostawianie osadów na statku w specjalnych zbiornikach lub pojemnikach przed zdaniem ich do instalacji portowych jest kłopotliwe, uciążliwe itd. [4,9].

PODSUMOWANIE

Należy zwrócić uwagę, na skuteczność wyżej opisanych działań. Większość statków posiada już Plan Postępowania z Wodami Balastowymi (BWMP) oraz Książkę Zapisów Wód Balastowych (BWRB), bowiem jest to warunek uprawiania żeglugi międzynarodowej. Pozostaje problem podjęcia odpowiednich działań wraz z oceną ich skuteczności.

Oczyszczanie wód balastowych wiąże się z dodatkowymi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi, w tym zwiększonym poborem energii elektrycznej przez statek [12]. Zwiększa się obciążenie załogi statku dodatkowymi czynnościami. Może to wymuszać konieczność zwiększania obsady, która ma zapewnić prawidłową i bezpieczną eksploatację tego statku.

Polska nie ratyfikowała jeszcze konwencji BWM 2004, co nie zwalnia armatorów, których statki uprawiają żeglugę międzynarodową, od jej wymagań. Obecnie dyskusja toczy się odnośnie konieczności wyposażania statków w systemy obróbki wód balastowych. Polska chce wykorzystać okres przejściowy (do 2022, a może 2024 roku) w celu opóźnienia wprowadzenia tych systemów na statkach pod polską banderą.

Możliwa jest sytuacja, w której wdrożenie jednych standardów może mieć wpływ na uniemożliwienie realizacji innych standardów wynikających z przepisów ochrony środowiska morskiego lub innych.

Pomimo wprowadzania stosownych regulacji prawnych nadal nie zostały w pełni rozwiązane zagadnienia związane z ochroną środowiska morskiego jako całości problemu (np. problem budowy statków z materiałów ekologicznych czy ich złomowania).

BIBLIOGRAFIA

1. Pyć D., *Wytyczne wprowadzania postanowień międzynarodowej konwencji o kontroli i postępowaniu ze statkowymi wodami balastowymi i osadami w portach morskich na przykładzie morskiego portu Gdynia. Analiza prawna*. Gdynia, 2011.
2. Pyć D., *Zarządzanie ryzykiem introdukcji do środowiska morskiego obcych gatunków inwazyjnych. Analiza wytycznych IMO do konwencji balastowej*, „Prawo Morskie” 2011, t. XXVII, str. 179-203.
3. Rezolucja MEPC.152(55) (IMO) *Wytyczne w sprawie urządzeń do odbioru osadów*, przyjęta 13.10.2006;
4. Rezolucja MEPC.153(55) (IMO) *Wytyczne dotyczące urządzeń do odbioru osadów*, przyjęta 13.10.2006;
5. Rezolucja MEPC.124(53) (IMO) *Wytyczne dotyczące wymiany wód balastowych*, przyjęta 22.05.2005;
6. Rezolucja MEPC.174(58) (IMO) *Wytyczne w sprawie uznania systemów postępowania z wodami balastowymi*, przyjęta 10.10.2008;
7. Rezolucja MEPC.169(57) (IMO) *Procedura uznania systemów postępowania z wodami balastowymi*, przyjęta 04.04.2008;

² http://www.ballastwatermanagement.co.uk/news/view,sediments-the-forgotten-aspect-of-ballast-treatment_46329.htm (z dnia: 05.03.2017)

8. Rezolucja MEPC.151(55) (IMO) *Wytyczne w sprawie wyznaczenia obszarów wymiany wód balastowych*, przyjęta 13.10.2006;
9. Rezolucja MEPC.1(5) (IMO) *Wytyczne w sprawie urządzeń do odbioru osadów*, przyjęta 13.09.2016;
10. Chorab P., *Problematyka neutralizacji wód balastowych statku w ujęciu obowiązujących przepisów prawnych*, Autobusy, Eksploatacja, Systemy Transportowe, nr 3/2013;
11. Herdzik J., *Zmiana położenia środka ciężkości statku a poprawność działania systemu dynamicznego pozycjonowania*, TTS Technika transportu szynowego, nr 10/2013;
12. Herdzik J., *Remarks on Implementation of Ship Energy Efficiency Management Plan*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, nr 85/2014;
13. Herdzik J., *Zdarzenia wypadkowe na morzu i ich główne przyczyny*, Autobusy, Eksploatacja, Systemy Transportowe, nr 9/2016,
14. Herdzik J., *Utilization of anti-heeling systems on vessels and chosen malfunctions during their exploitation*, Journal of Kones, vol.23, No. 3, 2016 str.177-184.

Chosen problems of process and control management of ballast waters and sediments

Recognizing the negative impact of invasive organisms on marine ecosystems, the IMO has developed the 2004 BWM Convention.

Paper discussed the problems of exchange ballast water management, water purification from ships and control of purification quality. Ballast Water Management Plan (BWMP) requires to fulfill the procedures concerning to ballast water sediments and wastes from purification process. Some problems occur when the ship changing the sailing area needs the ballast water treatment during operation on the area below 200 nautical miles from shore or on the waters below 200 meter of depth.

Autorzy:

dr hab. inż. **Jerzy Herdzik** prof. nadzw. AM w Gdyni, starszy oficer mechanik okrętowy – Akademia Morska w Gdyni, Katedra Siłowni Okrętowych, j.herdzik@wm.am.gdynia.pl