

Zarządzanie gospodarką wód zęzowych na współczesnych statkach towarowych z napędem spalinowym

Bilge water systems management on contemporary cargo vessels with diesel propulsion

Marcin Blacho, Jerzy Krefft

Akademia Morska w Gdyni, Wydział Mechaniczny, Katedra Siłowni Okrętowych
ul. Morska 81-87, 81-225 Gdynia, krecio@am.gdynia.pl

Słowa kluczowe: statki towarowe, zanieczyszczenia, wody zęzowe, odolejacz

Abstrakt

W ramach użytkowanych systemów poruszono kwestie jakości wód zęzowych przechowywanych w przestrzeni siłowni okrętowych w trakcie normalnej eksploatacji statków oraz trudności obsługowych systemu wód zęzowych. Prezentowana analiza dotyczy współczesnych statków towarowych, w których napęd główny stanowi tłokowy silnik spalinowy. W artykule przedstawiono propozycję rozwiązania systemu, który zdaniem autorów pozwoli na zwiększenie rzeczywistej wydajności usuwania wód zęzowych za burtę statku i może w znaczący sposób przyczynić się do zmniejszenia liczby przypadków łamania umów międzynarodowych o zanieczyszczeniu środowiska morskiego. Docelowo proponowany system wód zęzowych może prowadzić do obniżenia kosztów eksploatacji statku i podwyższyć efektywność pracy działu maszynowego.

Key words: Cargo vessels, contamination, bilge water, oily water separator

Abstract

The quality of bilge waters collected in the machinery space during normal conditions and difficulties with the bilge water systems have been considered. Analyzed systems concern contemporary cargo vessels in which the reciprocating diesel engines constitute the ships propulsion. The proposal of the bilge water system, as part of the existing bilge water installations, has been presented. That system will increase the bilge water efficiency that is pumped out overboard of the ship, decreasing the number of the international law violations. More over the proposed bilge water system can lead to decreasing the operational ships costs and raise the operational effectiveness of the engineers department.

Wstęp

Potrzeba wprowadzenia zmian w systemie wód zęzowych była przedmiotem analizy m.in. w [1, 2]. Jednak dyskusja wywołana referatem wygłoszonym na Sympozjum Siłowni Okrętowych 2007 [3] oraz zagadnienia poruszane na kursach mechaników na poziomie operacyjnym i zarządzania uzasadniają konieczność kontynuacji tematyki dotyczącej szeroko pojętej gospodarki wód zęzowych na współczesnych statkach towarowych.

Wymagania Konwencji MARPOL 73/78 [4], Konwencji Helińskiej, Konwencji o zatapianiu oraz lokalne przepisy państw przybrzeżnych jedno-

znacznie określają możliwości usuwania wód zęzowych z obszaru statku. Zgodnie z ogólnymi zaleceniami, wody zęzowe mogą być zdawane do urządzeń odbiorczych na lądzie lub po procesie obróbki usuwane za burtę. Z uwagi na ograniczony budżet oraz stan eksploatacyjny statku towarowego, woda zęzowa z przedziału siłowni okrętowej usuwana jest w czasie podróży morskiej statku. Analiza przeprowadzona w [3] pokazuje, że najczęściej przypadków naruszenia międzynarodowych umów dotyczy urządzenia odolejającego. Z doświadczenia eksploatacyjnego autorów oraz z rozmów prowadzonych z mechanikami wynika, że uchybienia obsługowe systemu wód zęzowych mogą wynikać

z niewłaściwie zaprojektowanego systemu wód zęzowych, a nie – jak można wstępnie przypuszczać – z braku umiejętności obsługi, czy wręcz braku podstawowej wiedzy o zjawiskach zachodzących w procesie odolejania.

Praktyka eksploatacyjna pokazuje, że czas oczekiwania na części zapasowe nie pozwala na systematyczne i bieżące usuwanie wód zaolejonych, gromadzonych w sposób ciągły w zbiorniku zęzowym, mimo iż w priorytecie zamówień części zamiennych odolejacz znajduje się na jednym z najwyższych punktów.

W sytuacjach uwarunkowanych stanem technicznym i rejonem pływania statku obsługa działu maszynowego często napotyka trudności związane z niewystarczającą wydajnością systemu odolejania wód zęzowych i zmuszona jest do jego modyfikacji. Zmiana polega np. na adaptacji dodatkowego zbiornika w celu rozgraniczenia wód wobec źródeł ich pochodzenia, przeprowadzenia wstępnej separacji grawitacyjnej wody i oleju lub zredukowania ilości wody w procesie odparowywania. Prowadzi to do sytuacji, w której załoga maszynowa poświęca wiele czasu na obsługę systemu wód zaolejonych, a przez to zaniedbuje inne ważne obowiązki eksploatacyjne. Zagadnienie jest na tyle istotne, że przy obecnej sytuacji na rynku pracy, załoga maszynowa jest zredukowana do minimum. Stwarza to poważne zagrożenie dla stanu technicznego oraz bezpieczeństwa statku i jego załogi.

Pochodzenie wód zęzowych

Siłownia okrętowa statku wyposażona jest w kilka głównych studzienek zęzowych. W zdecydowanej większości są to dwie studzienki zęzowe w części przedniej siłowni okrętowej, po lewej i prawej burcie, jedna studzienka na rufie i jedna – w obszarze silnika głównego. Oprócz tego studzienki zęzowe rozmieszczone są m.in. w pomieszczeniu sterowym siłowni statku i w obszarze awaryjnej pompy pożarowej.

Do głównych studzienek zęzowych spływają płyny z [5, 6, 7, 8]:

- odwodnień instalacji parowej;
- punktu pobierania wody kotłowej;
- odwodnień butli sprężonego powietrza (startowego, kontrolnego i ewentualnie serwisowego);
- odpływów kompresorów powietrza startowego (podczas ich uruchamiania i zatrzymywania);
- skrzyń kingstonowych (podczas ich opróżniania w celach obsługowych);
- studzienek chłodnic wody chłodzącej (morskiej, słodkiej);
- urządzeń klimatyzacyjnych;

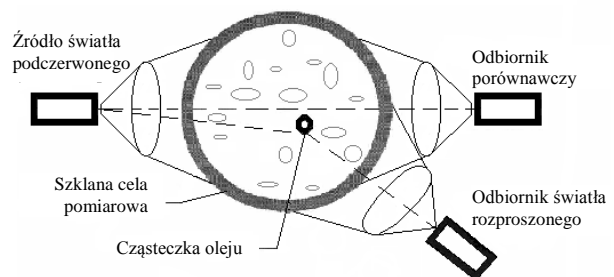
- uszczelnień pomp wody sanitarnej, technicznej, kotłowej;
- procesu mycia przez obsługę poziomu zęzowego siłowni;
- odpływu otwartych zbiorników mycia rąk umieszczonych przykładowo w warsztacie siłowni.

Mieszanina wód o różnych właściwościach i składzie chemicznym kierowana jest ze studzienek zęzowych za pomocą pompy waporowej do właściwego zbiornika wód zęzowych. Dodatkowo do zbiornika tego kierowane są płyny bezpośrednio z [5, 6, 7, 8]:

- odwodnień chłodnic powietrza doładowania silnika głównego i zespołów prądotwórczych,
- ze zbiornika chemicznego czyszczenia chłodnicy powietrza silnika głównego,
- procesu mycia turbosprężarek silników spalinywych,
- odwodnienia zbiornika szlamu spalarki,
- odwodnienia zbiorników szlamu paliwa i oleju smarowego z procesu wirowania,
- ze zbiorników uszczelnień układu wydechowego zespołów prądotwórczych,
- urządzeń samozasysających pomp wody morskiej,
- przelewu ze zbiornika i urządzenia do obróbki ścieków czarnych.

Zasada działania monitora zawartości oleju

Urządzenia monitorujące poziom zawartości oleju w wodzie działają w oparciu o analizę światła przepuszczanego przez przepływającą próbkę cieczy. Zasadę działania takiego urządzenia przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat zasady działania monitora mierzącego zawartość oleju w wodzie [9]

Fig. 1. Principle of oil content monitor operation [9]

Układ pomiarowy składa się ze szklanej, cylindrycznej celi, jednego źródła emitującego światło podczerwone oraz dwóch odbiorników. Próbkę wody pobierana w sposób ciągły z wylotu odolejacza, przepływając przez kontrolną celę jest naświet-

tlana światłem podczerwonym. Jakikolwiek zanieczyszczenie olejowe powoduje zniekształcenie widma światła padającego na dwa czujniki odbiorcze. Jeden odczytuje promień, który jest porównywany ze źródłem, dając obraz stopnia absorpcji kropelek oleju. Drugi czujnik odczytuje ilość rozproszonego światła w wyniku zanieczyszczenia. Informacje z czujników przetwarzane są przez mikroprocesor do postaci sygnału liniowego w zakresie 4–20 mA.

Odczyt zawartości oleju w wodzie jest prawidłowy pod warunkiem okresowej kalibracji urządzenia monitorującego. Zanim zostaną podjęte jakiekolwiek kroki związane z czyszczeniem, bądź wymianą filtrów odolejacza, należy się upewnić, że poziom „ppm” jest właściwie skalibrowany, a próbka kalibrująca nie jest przeterminowana.

Przyczyny obniżania wydajności odolejacza

Jedną z przyczyn powstawania wód zęzowych jest woda kotłowa. Brunatne zabarwienie wody kotłowej może skutecznie wpłynąć na obniżenie wydajności procesu oczyszczania wód zaolejonych, kontrolowanego według zasady przedstawionej na rysunku 1. Barwa ta wynika ze stosowania taniny, jako jednego ze związków chemicznych, w celu polepszenia właściwości wody kotłowej.

W wyniku nieszczelności układu dławica–wał pompy zasilającej kocioł, woda kotłowa może w znacznych ilościach przedostawać się do systemu zęzowego. Z uwagi na różne rozwiązania konstrukcyjne, uszczelnienia pomp wirowych mogą występować w postaci mechanicznych uszczelnień ślizgowych lub w formie szczeliwa miękkiego [10]. Ten drugi sposób jest mniej korzystny z uwagi na konieczność wypływu cieczy z dławicy.

Niewłaściwie urobiona chemicznie woda kotłowa powoduje pogorszenie współczynnika przenikania ciepła. W związku z tym konieczna jest ciągła kontrola jej jakości. Związane jest to z przeprowadzaniem częstej i systematycznej analizy pobieranych próbek. Według zaleceń producentów kotłów i związków chemicznych, w zależności od długości rurociągu do próbkowania, woda kotłowa powinna służyć przez kilka minut w celu pobrania optymalnej próbki do analizy. Woda ta upuszczana jest docelowo do jednej z głównych studzienek zęzowych. Na rysunku 2 został przedstawiony sposób i miejsce poboru do analizy wody kotłowej.

Kolejnym czynnikiem przedostawania się wody kotłowej do instalacji wód zęzowych jest obsługa wymienników ciepła. Zanim przystąpi się do procesu podgrzewania, należy bezwzględnie dokonać odwodnienia węzownicy parowej. Takie postępo-



Rys. 2. Miejsce i sposób poboru wody kotłowej do analizy w siłowni statku dla kotła niskociśnieniowego [6]

Fig. 2. Place and method of taking a boiler water sample [6]

wanie pozwoli uniknąć zjawiska uderzeń hydraulicznych i zapewni szczelność instalacji parowodnej.

Poza związkami chemicznymi stosowanymi w celu uzdatniania wody kotłowej używane są związki chemiczne w procesie mycia działu maszynowego statku, a także w procesie czyszczenia chłodnic powietrza doładowującego. Związki te mogą być przyczyną przyspieszonej korozji elementów konstrukcyjnych odolejacza i przepływu cząstek oleju bezpośrednio do urządzenia mierzącego zawartość oleju w wodzie zęzowej. Dodatkowo, stosowane związki powodują tzw. zjawisko pienienia, a w konsekwencji dalsze obniżanie wydajności odolejacza.

Następnym elementem, który może poważnie zakłócić prawidłową pracę odolejacza są przelewy fekaliów z urządzeń i zbiorników ścieków czarnych. Zgodnie z zaleceniami Aneksu IV Konwencji MARPOL statki określone w zarządzeniu 2 tego aneksu [11] powinny być wyposażone w co najmniej jeden z poniższych systemów dla ścieków czarnych:

1. System do obróbki ścieków zaaprobowany przez Administrację zgodny ze standardami między-

- narodowymi (posiadający trzy komory: rozdrabniająca, napowietrzająca i dezynfekująca);
2. System do obróbki ścieków zaaprobowany przez Administrację, posiadający komory rozdrabniająca i dezynfekująca oraz możliwość tymczasowego gromadzenia ścieków, jeżeli statek jest w mniejszej odległości niż 3 Mm od najbliższego lądu;
 3. Zbiornika do gromadzenia ścieków o pojemności dostosowanej do liczby załogi i innych czynników.

W praktyce najlepsze rozwiązanie stanowi połączenie propozycji 1 i 3. W przypadku przelewu, ścieki czarne mieszają się z wodami zęzowymi uniemożliwiając zastosowanie odolejacza, jako urządzenia redukującego zawartość oleju do wymaganego poziomu. W zaistniałej sytuacji konieczne jest czyszczenie zbiornika, co wymaga dodatkowego nakładu czasu, finansów oraz liczby zaangażowanych osób.

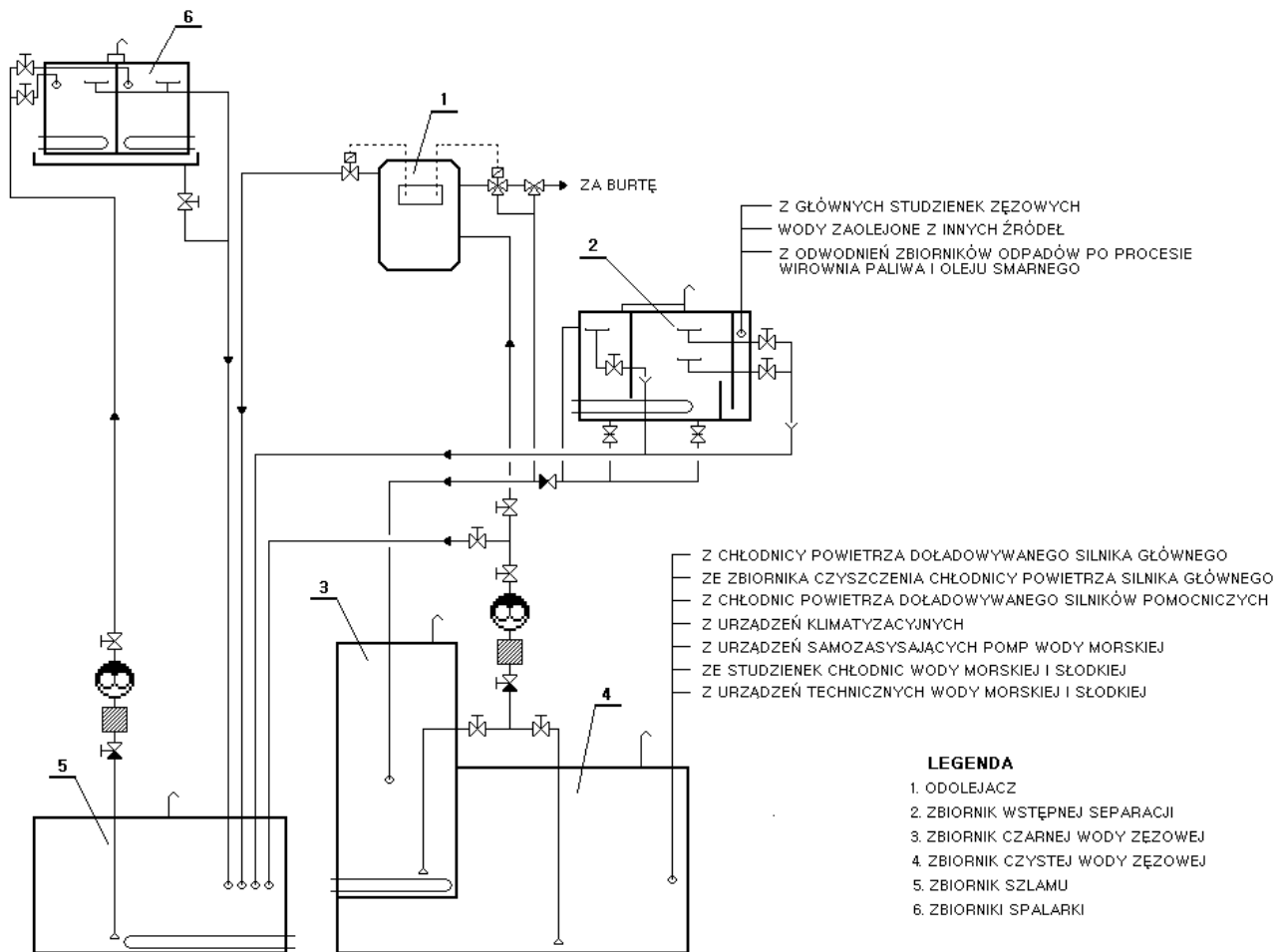
Z punktu widzenia zwiększenia wydajności wypompowywanej cieczy za burtę, istotny jest sposób reakcji odolejacza na zbyt wysoki poziom oleju w wodzie. W eksploatacji współczesnych statków

towarowych spotykane są dwie możliwości: pompa odolejacza jest automatycznie wyłączana przy poziomie 15 ppm oleju w usuwanej za burtę statku wodzie lub pneumatyczny zawór trójdrożny zostaje przesterowany tak, by woda po przejściu przez odolejacz wracała do zbiornika wód zęzowych. Recykulacja ta trwa aż do momentu osiągnięcia zawartości oleju w wodzie poniżej 15 ppm. W ten sposób, pomimo przekroczenia wartości progowej, zachowana jest ciągłość procesu oczyszczania.

Propozycja systemu

Wiedza i doświadczenie autorów zdobyte na współczesnych statkach towarowych oraz prowadzone z mechanikami rozmowy pozwoliły na przedstawienie propozycji systemu przechowywania i obróbki wód zęzowych jak na rysunku 3.

Idea propozycji nowego systemu wód zęzowych polega na wprowadzeniu dwóch zbiorników zęzowych (3) i (4) zamiast jednego. Pozwoli to na rozgraniczenie wód zgodnie ze źródłami ich pochodzenia. Wody niezaolejone kierowane są z urządzeń siłowni statku bezpośrednio do zbiornika „czystej” wody zęzowej (4). Wody o spodziewa-



Rys. 3. System wód zęzowych
Fig. 3. Bilge water diagram

nym stopniu zaolejenia w pierwszej kolejności kierowane są do podgrzewanego zbiornika wstępnej separacji (2), w którym zachodzi proces sedymentacji grawitacyjnej.

Zanieczyszczenia olejowe zgromadzone na powierzchni są, w sposób kontrolowany, drenowane do zbiornika szlamu (5). Woda ze zbiornika wstępnej separacji kierowana jest do zbiornika „czarnej” wody zęzowej (3) poprzez przelew.

Alternatywnie, woda ze zbiornika czarnej lub czystej wody zęzowej po przejściu przez odolejacz (1) usuwana jest za burtę statku, a odseparowane w odolejaczu zanieczyszczenia kierowane do zbiornika szlamu (5). W ramach istniejącego systemu zawartość zbiornika szlamu przepompowywana jest do dwóch zbiorników spalarki (6), w których przemienne dokonywany jest proces odparowania wody poza obszar siłowni statku.

Podsumowanie

Dobrze działający system odolejania wód zęzowych powinien być rozpatrywany z uwzględnieniem systemu szlamowego. Zaproponowany w artykule system ma na celu zwiększenie rzeczywistej wydajności wypompowywanej wody zęzowej, poprzez pierwotną redukcję zanieczyszczeń przed odolejaczem i spalanie odseparowanych zanieczyszczeń w spalarni. Ze względu na możliwość ciągłego odparowywania wody ze zbiorników spalarki proces palenia szlamu przebiega bezobsługowo.

Proponowany system posiada względnie dużą liczbę zbiorników i zastosowanych węzownic. Przy doborze kotła utylizacyjnego, w procesie projektowania statku towarowego, należy uwzględnić ewentualne, dodatkowe zapotrzebowanie na parę grzewczą.

Sugeruje się, by zamiast częstych inspekcji instalacji wód zęzowych i odolejacza opracować system odolejania wód zęzowych, wspólny dla statków towarowych. Należy się zastanowić, czy z punktu

widzenia eksploatacji statku właściwy jest obecnie istniejący system wód zęzowych, do którego z chłodnicy powietrza doładowującego wykrapla się nawet 16 m³ wody na dobę.

Bibliografia

1. WIEWIÓRA A., LISTEWNIK J.: Integrated bilge water treatment system. Problemy Eksploatacji nr 3, Radom 2007, 223–230.
2. TREICHEL P., WIEWIÓRA A.: The basics of oily water dispersion measurements. Problemy Eksploatacji nr 3, Radom 2007, 215–222.
3. WIEWIÓRA A.: Ochrona środowiska morskiego, naruszanie wymagań konwencji. SYMSO, Gdynia 2007.
4. MEPC.117(52) (15.10.2004) Amendments to the annex of the protocol of 1978 relating, to the international convention for the prevention of pollution from ships. 1973. Revised Annex I of MARPOL 73/78.
5. Machinery operating manual, 300 000 DWT Crud oil tanker. Samsung Heavy Industry, South Korea, October 2000.
6. Machinery operating manual, 46 000 DWT product-chemical tanker. Mitsubishi Heavy Industries, Japan, April 2007.
7. Piping & instrument diagram, DWT 40 000 ton product / chemical tanker. Tsuneishi Shipbuilding Company Limited, Japan, September 2003.
8. Machinery operating manual, 150 000 DWT crud oil tanker. Samsung Heavy Industry, South Korea, October 1997.
9. 15 ppm oil content alarm monitor Deckma OMD-21. 2nd edition, Operating and maintenance instruction, Deckma Hamburg GmbH, Germany 2004.
10. Nal fleet water treatment program for BP Shipping motor vessels with low pressure boilers. January 2007.
11. GÓRSKI Z.: Budowa i działanie pomp okrętowych. Fundacja Rozwoju Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2001.
12. MEPC.115(51) (01.04.2004) Amendments to the annex of the protocol of 1978 relating, to the international convention for the prevention of pollution from ships. 1973. Revised Annex IV of MARPOL 73/78.

Recenzent:
dr hab. inż. Jerzy Listewnik
profesor Akademii Morskiej w Szczecinie