

Mały angielsko-polski leksykon terminów związanych z eksploatacją zbiornikowców LNG



Rafał Laskowski
Maciej Baszak
Leszek Chybowski

**Rafał Laskowski, Maciej Baszak,
Leszek Chybowski**

**Mały angielsko-polski leksykon
terminów związanych z eksploatacją
zbiornikowców LNG**

Pod redakcją
Leszka Chybowskiego

Szczecin 2022

Rafał Laskowski, Maciej Baszak, Leszek Chybowski
Mały angielsko-polski leksykon terminów związanych z eksploatacją zbiornikowców LNG

Autorzy:

- Rafał Laskowski – definicje słownikowe, opracowanie schematów (rys. 33, 43, 87); zdjęcia (rys. 1–4, 7–8, 10–14, 16–20, 23–32, 34–36, 38–42, 44–61, 63, 65–66, 68–86, 88–91, 94–97)
- Maciej Baszak – definicje słownikowe, opracowanie schematów (rys. 5, 15, 21, 64, 92), zdjęcia (rys. 6, 9, 22, 37, 62, 67, 93)
- Leszek Chybowski – przedmowa, definicje słownikowe, skorowidz

Redakcja naukowa:

prof. dr hab. inż. Leszek Chybowski

Recenzenci:

dr hab. inż. Jerzy Herdzik prof. UMG

mgr Janusz Kłosiński, lektor SNJO PMS

© Copyright by Rafał Laskowski, Maciej Baszak, Leszek Chybowski
& Politechnika Morska w Szczecinie 2022

Publikacja w wersji cyfrowej jest dostępna na zasadach licencji *Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowa*. Pewne prawa zastrzeżone na rzecz autora i wydawcy. Zezwala się na wykorzystanie publikacji zgodnie z licencją – pod warunkiem zachowania niniejszej informacji licencyjnej oraz wskazania autora i wydawcy jako właściciela praw do tekstu. Treść licencji jest dostępna na stronie <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.pl>



Opracowanie wydawnicze: Paulina Mańkowska

Projekt okładki: Tomasz Kwiatkowski

Skład komputerowy: Irena Hajdasz

Zdjęcie na okładce: Carabay

ISBN 978-83-64434-40-2 – wersja drukowana

ISBN 978-83-64434-41-9 – wersja cyfrowa

Wydawnictwo Naukowe Politechniki Morskiej w Szczecinie
70-506 Szczecin, ul. Starzyńskiego 8, www.publisher.am.szczecin.pl

Wydanie I. Nakład 250 egz. Format B5. 6,7 Ark. wyd.

Druk: PHU „Olejniki” – Piotr Olejnik; „Olejniki” S.C. – Wspólnik S.C.,
ul. E. Szwanowskiego 2 lok. 3, 01-318 Warszawa

*Pracę niniejszą dedykujemy jej pomysłodawczyni
prof. Katarzynie Gawdzińskiej*

Niniejsza publikacja jest wynikiem pracy własnej autorów oraz realizacji tematu badań 1/S/KPBMIM/21 „Poprawa efektywności funkcjonowania systemów technicznych poprzez zmianę ich struktury i wykorzystanie nowoczesnych materiałów”. Wydanie zostało dofinansowane z budżetu tematu badań 1/S/KPBMIM/22 „Poprawa efektywności funkcjonowania maszyn i urządzeń poprzez zmianę ich struktury i wykorzystanie nowoczesnych materiałów”.

SPIS TREŚCI

Biogramy Autorów	7
Przedmowa	9
Słownik	13
Skorowidz tematyczny	93
Bibliografia	99
Spis rysunków	101
Streszczenie	105
Abstract	106

BIOGRAMY AUTORÓW

Rafał Laskowski jest absolwentem stacjonarnych studiów doktoranckich na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie. Doktor nauk inżynierjno-technicznych. Zatrudniony jako Cargo Engineer w BP. Ma wieloletnie doświadczenie w pracy na morzu jako oficer mechanik okrętowy w siłowniach statków LNG, chemikaliowców, tankowców. Na statkach LNG pracuje od 2015 r. Posiada dyplom drugiego oficera mechanika oraz szkolenie specjalistyczne na zbiornikowce do przewozu gazów skroplonych oraz produktów naftowych o stopniu wyższym. Interesuje się rozwojem nowych technologii, ochroną środowiska w ruchu morskim, tematyką związaną z oceną uszkodzeń elementów funkcjonalnych silnika głównego.

Maciej Baszak jest zatrudniony jako drugi oficer wachtowy. Na statkach LNG pływa od 2018 roku. Jest absolwentem Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Szczecinie. Jego zainteresowania to technologie wykorzystywane przy przewozie LNG drogą morską oraz bezpieczeństwo pracy na morzu.

Leszek Chybowski jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Politechniki Morskiej w Szczecinie. Posiada wieloletnie doświadczenie w pracy na morzu jako oficer mechanik okrętowy na statkach floty handlowej oraz jednostkach oceanotechnicznych wspomagających wydobycie ropy i gazu z dna morza. Posiada uprawnienia kwalifikacyjne w zakresie dozoru oraz eksploatacji urządzeń do produkcji, przetwarzania i magazynowania paliw gazowych, urządzeń i instalacji gazowych oraz sieci rozdzielczych i przesyłowych, a także przemysłowych odbiorników paliw gazowych.

PRZEDMOWA

Rosnące zapotrzebowanie na surowce naturalne przy ich jednoczesnym deficycie przyczynia się do zwiększenia ich wydobycia, co stanowi obciążenie dla środowiska naturalnego. Jednocześnie obserwujemy lawinowy wzrost konsumpcji energii, której podstawowym źródłem są wciąż paliwa kopalne.

W związku z powyższym, działalność człowieka nieuchronnie przyczynia się do degradacji środowiska naturalnego, prowadząc do: efektu cieplarnianego, dziury ozonowej, smogu, kwaśnych deszczów i powstawania pustyni tlenowych w morzach i oceanach.

Wykorzystanie paliw kopalnych jest powszechne i ten stan rzeczy utrzyma się jeszcze przez wiele lat pomimo zwiększania w globalnym bilansie energetycznym udziału odnawialnych źródeł energii, rozwoju energetyki nuklearnej oraz wdrażania nowych alternatywnych paliw bezwęglowych, takich jak amoniak czy wodór. Jesteśmy świadkami wprowadzania przez wiele krajów planów zredukowania do zera bilansu netto emisji CO₂ do roku 2050. Elementem pomostowym pomiędzy wymienionymi rozwiązaniami a stosowanymi obecnie na szeroką skalę węglem i paliwami ropopochodnymi jest wykorzystanie gazu ziemnego jako wykazującego mniejszy wpływ na środowisko.

Zastosowanie gazu ziemnego jako paliwa wymaga dostarczenia go do docelowego miejsca wykorzystania. Istotny udział w transporcie gazu posiada morski łańcuch dostaw. Kluczową rolę pełnią tu zbiornikowce (gazowce) LNG, czyli statki przystosowane do przewozu skroplonego gazu ziemnego. Te wysoce specjalistyczne jednostki wyposażone są w zaawansowane systemy przechowywania i transportu gazu. W związku z zagrożeniem pożarowym i eksplozyjnym, na statkach tych stosowane są zaawansowane układy zabezpieczeń mające na celu poprawę bezpieczeństwa eksploatacyjnego jednostek podczas podróży morskiej i w trakcie operacji przeładunkowych.

Na polskim rynku wydawniczym brakuje obecnie opracowania, które w zwięzły, syntetyczny sposób przygotowywałoby marynarzy pragnących realizować swoją karierę zawodową na zbiornikowcach LNG. Przesłanka ta stała się motywacją do powstania niniejszej monografii mającej formę słownika angielsko-polskiego.

Należy w tym miejscu podkreślić, że stosowane polskie nazewnictwo odnoszące się do budowy, działania i eksploatacji statków LNG jest często niejednoznaczne. Ponadto dynamiczny rozwój branży transportu LNG skutkuje pojawianiem się nowych rozwiązań technicznych, co wymaga odpowiedniej adaptacji języka specjalistycznego.

W pracy przedstawione zostały najpowszechniejsze hasła związane z budową, działaniem i eksploatacją zbiornikowców LNG. Zmieszczono tu nazwy, skróty oraz określenia charakterystyczne dla transportu gazu ziemnego realizowanego z wykorzystaniem gazowców.

W Słowniku zebrano określenia używane przez specjalistów z zakresu transportu LNG. Tam, gdzie nie istniały ogólnie przyjęte, polskojęzyczne odpowiedniki, zaproponowano polskie tłumaczenia.

Przy opracowaniu Słownika oparto się na doświadczeniu zawodowym i badawczym Autorów. W kwestiach spornych lub niejednoznacznych zdecydowano się na krótki opis lub charakterystykę zagadnienia w celu precyzyjniejszego jego określenia.

Dodatkowo, gdzie jest to możliwe, przedstawiono widok i lokalizację danego elementu na gazowcu LNG. Zdjęcia zostały wykonane na dwóch obecnie najpopularniejszych seriach gazowców typu LNG charakteryzujących się:

1. Wykorzystaniem do napędu głównego:
 - dwupaliwowego układu spalinowo-elektrycznego (Dual Fuel Diesel Electric, DFDE);
 - dwupaliwowych wolnoobrotowych wodorowych silników zasilanych gazem (MAN 5G70ME-C9.5-GI-EGR).
2. Wykorzystaniem do obsługi gazu LNG:
 - nisko i wysoko wyłożonych sprężarek gazu (LD/HD compressors) i układu do spalania nadmiaru gazu (GCU);
 - wysoko ciśnieniowych sprężarek gazu (HiCOM), wysoko wyłożonych sprężarek gazu (HD compressors), systemu do skraplania gazu (PRS/FRS) oraz układu do spalania nadmiaru gazu (GCU).

Uzupełnieniem do przedstawionych w pracy definicji jest skorowidz tematyczny umożliwiający szybkie powiązanie poszczególnych haseł z klasą tematyczną, do której przynależą. Hasła sklasyfikowano jako dotyczące obszarów: napędu głównego statku, urządzeń pomocniczych, systemu przeładunkowego, bezpieczeństwa i innych.

Książkę kończy bibliografia odsyłająca czytelnika do specjalistycznych źródeł w postaci anglojęzycznych poradników i instrukcji technicznych. Odnośniki do poszczególnych pozycji literaturowych zostały umieszczone w treści głównej słownika w definicjach poszczególnych haseł. Ponadto w samej bibliografii zamieszczono przypisy (pogrubioną czcionką) określające hasła ze Słownika, których dotyczy dane źródło.

Autorzy wyrażają opinię, że niniejsza praca przyczyni się do usprawnienia komunikacji między inżynierami, naukowcami i studentami, jak również będzie motorem do powstawania innych opracowań w języku polskim, takich jak przewodniki, poradniki i podręczniki.

Praca przedstawia wybrane aspekty związane z budową, działaniem i eksploatacją statków LNG, a Autorzy nie roszczą sobie praw do traktowania słownika jako wyczerpującego, kompleksowego opracowania tematu. Słownik ma więc charakter otwarty.

W imieniu swoim i współautorów składam podziękowania recenzentom niniejszej pracy: Panu Profesorowi Jerzemu Herdzikowi oraz Panu Januszowi Kłosińskiemu, lektorowi i tłumaczowi języka angielskiego, których wartościowe uwagi i sugestie przyczyniły się do poprawy jakości merytorycznej i technicznej książki. Jednocześnie Autorzy dziękują st. mech. okr. Panu Włodzimierzowi Markiewiczowi za konsultacje techniczne, Pani Redaktor Paulinie Mańkowskiej za opracowanie wydawnicze, a także Pani Irenie Hajdasz i Panu Tomaszowi Kwiatkowskiemu za pomoc w opracowaniu strony graficznej publikacji.

Pracę niniejszą Autorzy dedykują jej pomysłodawczyni, Pani Profesor Katarzynie Gawdzińskiej, która wielokrotnie wspierała Autorów swoją radą, tak w sprawach naukowych, jak i w kwestiach ogólnych.

Życzę Państwu przyjemnej lektury i proszę o kierowanie do Autorów wszelkich uwag i propozycji, które mogłyby przyczynić się do poprawy jakości tej i kolejnych publikacji.

Leszek Chybowski

SŁOWNIK

aeration – napowietrzanie; wprowadzanie świeżego, suchego powietrza do zbiornika ładunkowego, w celu usunięcia gazu obojętnego i zwiększenia poziomu tlenu do 20,9% obj., umożliwiając bezpieczną inspekcję zbiornika;



Rys. 1. Centrala wentylacyjna / air handling unit

air handling unit (AHU) – centrala wentylacyjna; powietrze jest dostarczane do nadbudówki przez centrale wentylacyjne (rys. 1) znajdujące się w specjalnym, osobnym pomieszczeniu. W celu zapewnienia wymaganej jakości powietrza w pomieszczeniu jest ono filtrowane, chłodzone przez parownik lub ogrzewane przez wymiennik ciepła i nawilżane w centrali wentylacyjnej, zanim zostanie rozprowadzone do poszczególnych kabin i przedziałów [3]. Każda centrala jest zasilana gazem chłodniczym z układu chłodniczego oraz parą z systemu parowego

dostarczaną do wymiennika ciepła, aby zapewnić chłodzenie lub grzanie w różnych obszarach, zależnie od potrzeb. Centrala jest wyposażona w klapy odcinające dopływ/odpływ powietrza, niektóre z nich są automatyczne, inne – obsługiwane ręcznie, w zależności od przeznaczenia. Centrale wentylacji wyposażone są w systemy bezpieczeństwa. W przypadku wykrycia gazów: CO_2 (1400 ppm) lub CH_4 (30% LEL) aktywowany zostaje alarm. Natomiast w przypadku pożaru lub wykrycia CH_4 (60% LEL) następuje automatyczne wyłączenie wentylacji i zamknięcie klap;

arc flash – wyładowanie w postaci łuku elektrycznego; wystąpienie zwarcia może spowodować wyładowanie w postaci łuku elektrycznego pomiędzy fazami, punktem zerowym lub uziemieniem w układzie elektrycznym. Łuk elektryczny jest przewodzony przez powietrze, towarzyszy mu bardzo wysoka temperatura, która może osiągnąć 20 000°C oraz rozbłysk, powoduje znaczne uszkodzenia systemu, topienie, a nawet parowanie przewodów miedzianych i wytwarzanie ogłuszającego hałasu wybuchającego sprzętu [41]. Im wyższe napięcie w systemie, tym większy potencjał, a zatem wyższe ryzyko wyładowania łuku elektrycznego. W rozdzielniach elektrycznych zamontowane są systemy bezpieczeństwa mające za zadanie jak najszybsze rozwarćcie bezpieczników w przypadku wystąpienia łuku elektrycznego. Przykładem takiego urządzenia jest detektor łuku (rys. 2), sensor w momencie wykrycia rozbłysku spowodowanego wystąpieniem łuku elektrycznego daje sygnał do detektora, a ten rozwiera bezpiecznik w jak najkrótszym czasie [41];



Rys. 2. Detektor łuku elektrycznego / arc flash detector

auto-ignition temperature – temperatura samozapłonu; najniższa temperatura, dla której pary cieczy lub gaz zapali się bez kontaktu z zewnętrznym źródłem zapłonu;

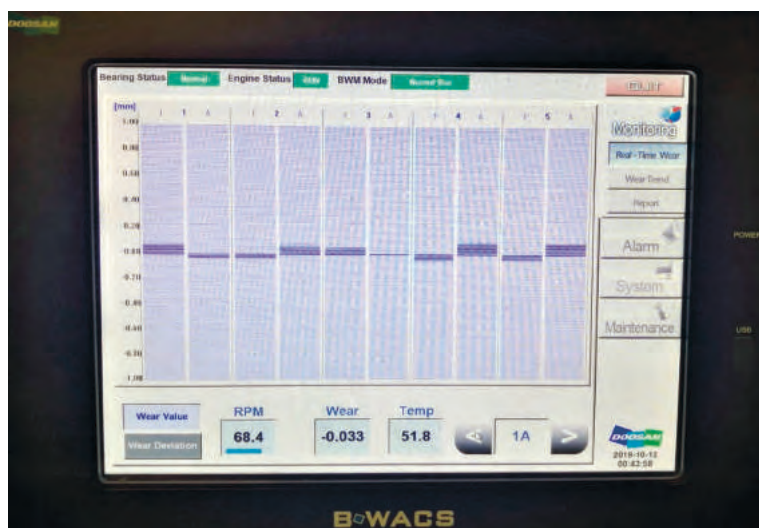
automated cylinder oil mixing unit (ACOM unit) – jednostka automatycznego mieszania oleju cylindrowego; olej cylindrowy jest wykorzystywany, aby zmniejszyć tarcie między pierścieniami tłoka a tuleją cylindrową, zapewnić odpowiednie uszczelnienie między nimi, a także zmniejszyć zużycie korozyjne poprzez neutralizację kwasowości produktów spalania. Zasadowość oleju powinna odpowiadać zawartości siarki w spalanej paliwie. Aby spełnić te wymagania, zainstalowano dwa zbiorniki rozchodowe oleju cylindrowego, które zawierają olej o różnych liczbach zasadowych. Ze zbiorników rozchodowych olej cylindrowy jest dostarczany grawitacyjnie do jednostek automatycznego mieszania oleju cylindrowego [1]. Na silnik przypada jedna jednostka ACOM (rys. 3). Zespoły, jak sama nazwa wskazuje, mieszają olej o wysokiej liczbie zasadowej z olejem o niskiej liczbie zasadowej w odpowiednich proporcjach, aby uzyskać optymalną mieszankę do stosowania z paliwem pozostałościowym/destylacyjnym/gazowym, używanym w danym momencie pracy silnika [2]. Prawidłowa praca jednostek jest kontrolowana przez



Rys. 3. Jednostka automatycznego mieszania oleju cylindrowego / ACOM unit

układ sterowania silnika (ECS) oraz przez główny panel operacyjny silnika (MOP), gdzie operator wprowadza podstawowe dane dotyczące obecnie używanego paliwa np.: zawartość siarki w paliwie;

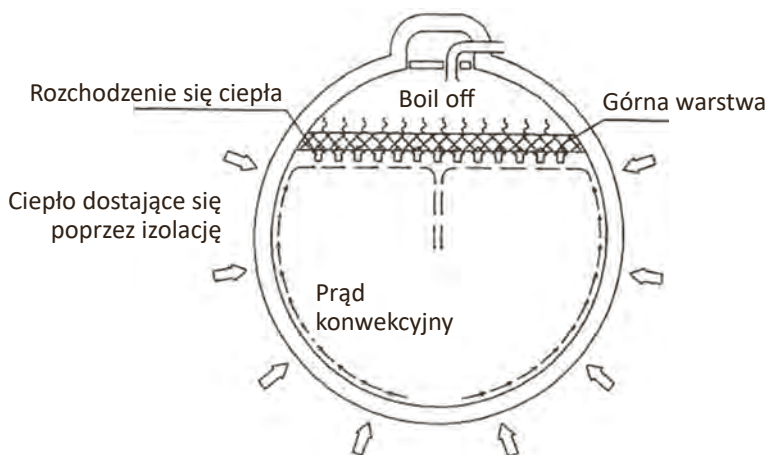
bearing wear monitoring system (BWMS) – system monitorujący zużycie łożysk (rys. 4); system wykrywa uszkodzenia łożyska, zanim okładzina z białego metalu zostanie zużyta i nastąpi kontakt stali ze stalą. Głównym celem systemu nie jest ochrona panewek łożysk jako takich, ale przede wszystkim zapobieganie uszkodzeniu wału korbowego i skrzyni korbowej w przypadku poważnych awarii łożysk. Podstawą działania systemu jest ciągły pomiar pionowej odległości dzielącej prowadnicę wodnika od sensorów umieszczonych na końcu powierzchni ślizgowych, pomiar odbywa się w dolnym martwym położeniu tłoka. Sygnały są obliczane i prezentowane cyfrowo na sprzęcie komputerowym, ułatwiając interpretację wyników. W przypadku zużycia w łożysku głównym, łożysku korbowym lub w łożysku wodnika pomiar położenia pionowego będzie odzwierciedlać zużycie [5]. System aktywuje alarm i/lub zmniejszą prędkość obrotową (slow down) w przypadku nienormalnego zużycia jednego lub więcej łożysk;



Rys. 4. System monitorujący zużycie łożysk / bearing wear monitoring system

boil-off gas (BOG) – pary ładunku; znajdują się nad powierzchnią (parującego/ wrzącego ładunku płynnego (rys. 5);

boiling liquid expanding vapour explosion (BLEVE) – wybuch rozszerzających się par wrzącej cieczy wywołany nagłym wyciekem (zwykle łatwopalnej) cieczy, w temperaturze wyższej od jej temperatury wrzenia przy normalnym



Rys. 5. Odparowanie ładunku / boil-off gas [27]

ciśnieniu atmosferycznym, powstały w wyniku dużego, wielomiejscowego uszkodzenia zbiornika. Ponieważ temperatura wrzenia cieczy wzrasta wraz z ciśnieniem, zawartość zbiornika może pozostać w stanie ciekłym tak długo, jak zbiornik jest nienaruszony. Jeśli integralność zbiornika zostanie naruszona, spadek ciśnienia i spadek temperatury wrzenia mogą spowodować gwałtowne przekształcenie cieczy w parę i bardzo szybkie rozprężenie. Chmura oparów rozszerza się, kilkusetkrotnie zwiększając swoją objętość, a powstała w ten sposób chmura mieszaniny gazu i powietrza zapala się, wywołując eksplozję (rys. 6);



Rys. 6. Wybuch typu BLEVE mający miejsce w rafinerii Duque de Caxias w 1972 roku / BLEVE explosion [20]

boiling point – temperatura wrzenia; temperatura, w której ciśnienie (suma ciśnień cząstkowych) oparów cieczy jest równe otaczającemu ciecz ciśnieniu atmosferycznemu, skutkiem czego parowanie następuje w całej objętości cieczy;

breathing apparatus (BA set) – aparat oddechowy (rys. 7); samodzielny sprzęt przeznaczony do oddychania sprężonym powietrzem, zapewnia użytkownikowi ochronę dróg oddechowych podczas pracy w zanieczyszczonym lub ubogim w tlen środowisku zagrażającym życiu;



Rys. 7. Aparat oddechowy / breathing apparatus

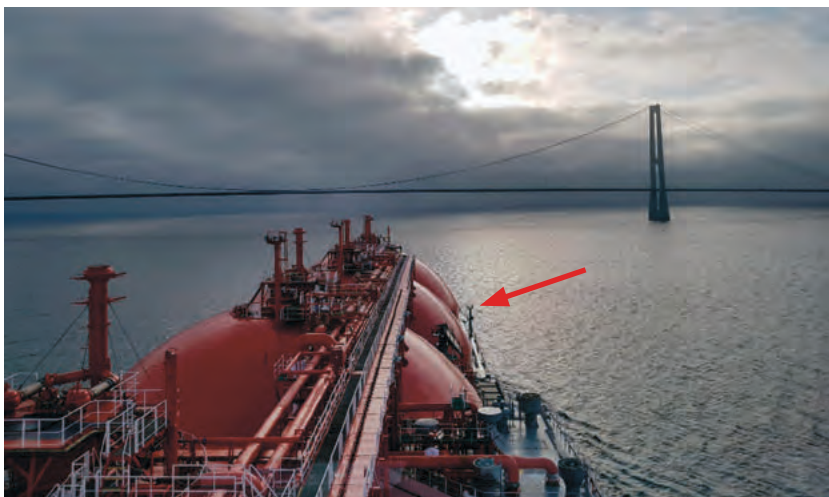
breathing apparatus compressor (BA compressor) – sprężarka powietrza butli aparatów oddechowych (rys. 8); urządzenie służy do sprężania i oczyszczania powietrza atmosferycznego (i ładowania butli) do użytku w niezależnych aparatach oddechowych;



Rys. 8. Sprężarka powietrza butli aparatów oddechowych / BA compressor

british thermal unit (BTU) – brytyjska jednostka ciepła; ilość ciepła konieczna do podniesienia temperatury wody o masie jednego funta brytyjskiego o jeden stopień Fahrenheita ($1\text{BTU} = 1055,06\text{ kJ} = 0,29307\text{ Wh}$). Często stosuje się jednostkę wielokrotną – $1\text{MBTU} = 1,055\text{ GJ}$;

catwalk – pomost komunikacyjny; przejście na statku pomiędzy kopułami zbiorników gazowych typu MOSS (rys. 9), jest elementem znanym też na innych zbiornikowcach;



Rys. 9. Przejście pomiędzy kopułami zbiorników typu MOSS / catwalk



Rys. 10. Pokładowa centrala sterująco-kontrolna / cargo control room

cargo control room (CCR) – pokładowa centrala sterująco-kontrolna (rys. 10); w tym pomieszczeniu znajdują się wszystkie niezbędne urządzenia i elementy sterujące, aby umożliwić właściwy nadzór operacji ładunkowych oraz do kontrolowania i utrzymywania ciśnienia gazu na odpowiednim poziomie w trakcie

podróży morskiej, w zależności czy statek płynie załadowany, czy pod balastem. Główna konsola sterownicza zawiera wiele stanowisk roboczych, używanych do obsługi maszyn ładunkowych i związanego z nimi wyposażenia za pośrednictwem systemu automatyzacji. W przeważającej części obsługiwana przez starszego oficera pokładowego i specjalisty od operacji przeładunkowych na statku (cargo engineer / gas engineer);

cargo pump – pompa ładunkowa; pompa wykorzystywana do przetłaczania ładunku. Każdy zbiornik ładunkowy jest wyposażony w dwie pompy ładunkowe, które są zwykle stałymi (zamocowanymi na fundamencie) jednostopniowymi pionowymi pompami odśrodkowymi [37]. Pompy ładunkowe – głębinowe (rys. 11) wyposażone są w silniki typu zanurzeniowego, uzwojenia silnika są chłodzone przez pompowany LNG. Skroplony gaz ziemny jest również używany do smarowania i chłodzenia pompy i łożysk [6]. Pompy ładunkowe są zwykle uruchamiane i zatrzymywane przez stacje robocze operatora zintegrowanego systemu automatyzacji (IAS) w pokładowej centrali sterująco-kontrolnej. W razie potrzeby poszczególne pompy można uruchamiać i zatrzymywać bezpośrednio z ładunkowych tablic rozdzielczych. Podczas uruchamiania pompy zawór spustowy należy otworzyć do wstępnie wybranej wartości między 5% a 25% przed rozpoczęciem sekwencji rozruchowej, przy kontrolowanym zaworze przez IAS. Pozwoli to uniknąć uderzenia hydraulicznego w linii podczas uruchamiania pompy;



Rys. 11. Pompa ładunkowa / cargo pump. Zdjęcie wykonano w trakcie montażu w zbiorniku ładunkowym na stoczni

closed circuit television (CCTV) – system monitoringu (rys. 12); telewizja przemysłowa. Statek może być wyposażony w system telewizyjny, który pokrywa główne obszary pokładów zewnętrznych oraz obszary wysokiego ryzyka pożaru w maszynowni. Sygnały z kamer są przesyłane do stacji operatorskich do jednego lub dwóch monitorów, gdzie można kontrolować ruch (pole widzenia) niektórych kamer w systemie;



Rys. 12. System monitoringu / closed circuit television

compressed air breathing apparatus (CABA set) – patrz: **breathing apparatus (BA set)**;

compressed air breathing apparatus compressor (CABA compressor) – patrz: **breathing apparatus compressor (BA compressor)**;

compressor-expander (compander) – sprężarko-rozprężarka; jest to maszyna wirnikowa posiadająca zarówno stopnie sprężarki, jak i rozprężarki. Urządzenie wykorzystuje azot w postaci gazowej, który jest sprężany do ciśnienia ok. 250 barów, a następnie rozprężany, aby skutecznie obniżyć jego temperaturę – tak przygotowany azot w postaci gazowej o temperaturze ok. -180°C może służyć między innymi do skraplania par LNG. Typowy Compander, produkowany przez firmę Cryostar, składa się z trzech stopni sprężania i jednego stopnia rozprężania, wodnych lub powietrznych chłodziw międzystopniowych i końcowych oraz wspólnej przekładni napędzanej przez silnik elektryczny [19]. Montowany jest przeważnie na wspólnej ramie, tworząc integralny zespół wraz z całym niezbędnym oprzyrządowaniem, takim jak m.in. systemy smarowania czy gazu uszczelniającego (rys. 13). Urządzenie stosowane częściej w przemyśle lądowym, tj. terminalach gazowych i przepompowniach niż na statkach LNG;



Rys. 13. Wielostopniowa sprężarko-rozprężarka z wodnymi chłodnicami firmy Cryostar / Cryostar compander [19]



Rys. 14. Pomieszczenie sprężarek ładunkowych / compressor room

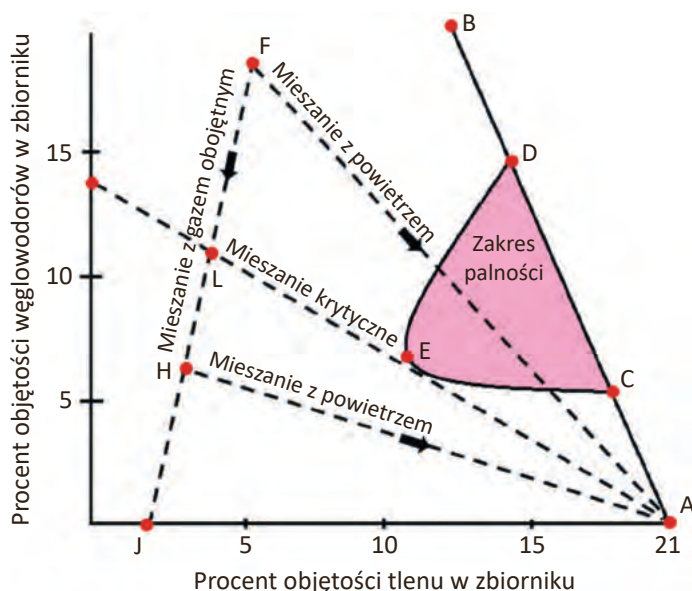
compressor room – pomieszczenie sprężarek ładunkowych (rys. 14); jest to osobne pomieszczenie na pokładzie statku, w którym znajdują się niezbędne

urządzenia potrzebne do utrzymania stabilności ciśnienia gazu m.in.: sprężarki ładunkowe wraz z osprzętem, podgrzewacze, system skraplania gazu, filtry, pompy;

condensate gas ratio (CGR) – stosunek objętości substancji znajdującej się w fazie ciekłej (kondensat) do objętości substancji znajdującej się w fazie gazowej (gaz). Jest to miara określająca zawartość cieczy w naturalnie występującej mieszaninie węglowodorów w złożach. Mierzy się go w baryłkach na milion standardowych stóp sześciennych (barrels/mmscf). Jest to jeden z najważniejszych parametrów branych pod uwagę przy szacowaniu ekonomiki projektów złóż gazowych, potencjału sprzedaży, projektowaniu i modelowaniu instalacji przerobczych;

cooling down – schładzanie; operacja mająca na celu zmniejszenie temperatury zbiornika ładunkowego do temperatury, która umożliwi bezpieczne rozpoczęcie załadunku LNG;

critical dilution line – jest to linia na wykresie palności substancji (mieszaniny węglowodorów), która wyznacza obszar, poniżej którego znajduje się minimalna zawartość gazu obojętnego, wymagana do zapewnienia niepalności mieszaniny podczas rozcieńczania jej powietrzem (rys. 15, linia GA);



Rys. 15. Wykres palności / flammability diagram. Opracowanie własne [25]

critical temperature – temperatura krytyczna; najwyższa temperatura, przy której gaz może być skroplony poprzez wzrost ciśnienia;

cryogenic filter – kriogeniczny zespół filtrujący; ze względu na możliwość przeniesienia oleju smarowego z piątego stopnia sprężarki w strumieniu gazu LNG do zbiorników, zamontowano kriogeniczny zespół filtrujący do usuwania wszelkich zanieczyszczeń. Zespół składa się z dwóch filtrów kriogenicznych, które są pionowymi cylindrycznymi zbiornikami ciśnieniowymi wykonanymi ze stali nierdzewnej (rys. 16). Każdy z filtrów posiada 14 elementów czyszczących, przepływ odbywa się z zewnątrz do wnętrza elementów filtrujących [9]. Podczas normalnej pracy jedna strona filtra działa, a druga jest w trybie gotowości. Gdy gaz przechodzi przez filtr, występuje niewielki spadek ciśnienia (spadek ciśnienia jest proporcjonalny do gęstości filtrowanego medium), a wszelkie zanieczyszczenia są zatrzymywane na zewnątrz elementów czyszczących. Stan filtra monitoruje się, obserwując różnicę ciśnień między ciśnieniami wlotowymi i wylotowymi. Rosnąca różnica ciśnień służy jako wskaźnik zanieczyszczenia, sygnalizując wymagane czyszczenie;



Rys. 16. Kriogeniczny zespół filtrujący / cryogenic filter

custody transfer system (CTS) – ładunkowy system nadzoru; operacje ładunkowe są prowadzone w obiegu zamkniętym pomiędzy statkiem a terminalem, unikając przedostawiania się gazu do atmosfery. W związku z tym, normalną praktyką jest wdrażanie systemów kontroli ładunku (rys. 17) znajdującego się na pokładzie statku LNG poprzez pomiar temperatury, gęstości i poziomu cieczy w zbiorniku oraz trymu i przechyłu statku. CTS pełni dwie funkcje – pomiarową oraz stanowi punkt odniesienia w obliczeniu ilości ładunku LNG dla statku załadowanego i wyładowanego. Wszelkie niezgodności dotyczące ilości LNG przetransferowanej podczas procedur przeładunkowych zgłaszane w postaci noty protestacyjnej (ang. NOP, note of protest) przedstawione są w odniesieniu do wskazań systemu CTS. Wszelkie urządzenia pomiarowe (rys. 18) stosowane w systemie są kalibrowane i weryfikowane przez odpowiednie towarzystwa klasyfikacyjne. Wartości temperatury są uzyskiwane z czujników zainstalowanych na różnych poziomach w zbiorniku. Zwykle instalowanych jest od czterech do sześciu czujników wraz z rezerwą dodatkowych czujników w razie awarii. Czujników w zbiorniku jest najczęściej pięć: na szczycie, na poziomie 75%, 50%, 25% i na dnie zbiornika (poziom około 5%). Jeśli szósty czujnik jest zainstalowany na zbiornikach membranowych, jest on umieszczony jak najbliżej dna (50 mm powyżej dna) [11]. Zasada pomiaru gęstości (DPMS) opiera się na pomiarze pozycji nieruchomych znaczników w rurze stojącej. Emitowany jest sygnał mikrofalowy, w specjalnie zainstalowanej rurze znajdują się sensory wraz ze znacznikami (górnym i dolnym), sygnał mikrofalowy odbiera odbity sygnał zarówno od górnego, jak i dolnego znacznika. Przez pomiar położenia tych dokładnie skalibrowanych odniesień określa się gęstość cieczy wewnątrz odcinka rury [11]. Pomiar poziomu odbywa się za pomocą anteny radarowej umieszczonej na górze zbiornika. Impuls mikrofalowy jest przesyłany



Rys. 17. Ładunkowy system nadzoru / custody transfer system



Rys. 18. Urządzenia pomiarowe systemu nadzoru ładunku / radar tank gauge

w nieruchomej rurze, odbijając się od powierzchni ładunku, a komputer anteny radarowej oblicza poziom w zbiorniku. Do pomiaru trymu i przechyłu statku obecnie powszechnie stosowane są inklinometry, prawdopodobnie dlatego, że przyrząd jest łatwiejszy do zweryfikowania niż w przypadku użycia mierników zanurzenia;

demister – osuszacz, odmgławiacz; jest to separator, który może być zainstalowany za parownikiem cieczy (vaporiser), w celu zapobiegania przedostawania się pozostałości ciekłego gazu do kompresorów;

density profile measurement system (DPMS) – system pomiaru profilu gęstości; system jest modulem rozszerzającym system CTS, oferuje ciągły pomiar gęstości LNG. DPMS obejmuje także funkcje monitorowania i przewidywania starzenia się LNG (rys. 19). Informacje te pomogą przewidzieć możliwy nagły wzrost objętości oparów ładunku, związany ze spontanicznym wymieszaniem się warstw (rollover) i usprawnią podejmowanie decyzji przez operatorów ładunków. Operatorzy wykonujący operacje ładunkowe będą, dzięki informacjom o gęstości, w połączeniu z pomiarem poziomym i temperatury, lepiej przygotowani do przewidywania i zapobiegania wypadkom [11]. Zasada pomiaru gęstości opiera się na pomiarze pozycji nieruchomych znaczników w rurze stojącej, szerzej została opisana w opisie hasła: **custody transfer system (CTS)**;



Rys. 19. System pomiaru profilu gęstości LNG / density profile measurement system

dew point – punkt rosy; jest to temperatura, w której może rozpocząć się proces skraplania gazu lub mieszaniny gazów przy ustalonym ciśnieniu. W przypadku pary wodnej w powietrzu, jest to temperatura, w której para wodna zawarta w powietrzu osiąga na skutek schłodzenia stan nasycenia, a poniżej tej temperatury staje się przesycona i skrapla się. Zjawisko bardzo ważne na statkach LNG, punkt rosy świadczy o maksymalnej dopuszczalnej zawartości wilgoci w badanej atmosferze, aby uniknąć tworzenia się lodu. Ponadto, jeżeli wilgotne powietrze łączy się z tlenkami siarki i azotu, które mogą być obecne w gazie obojętnym, może to spowodować tworzenie żrących cząsteczek (kwasów);

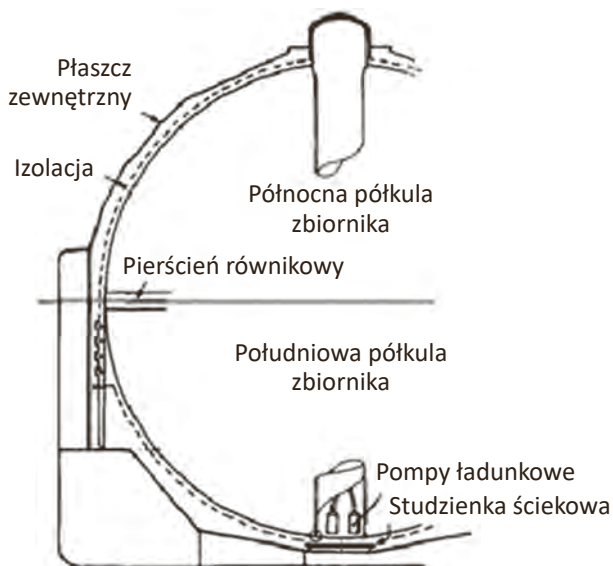
dew point meter – higrometr; przenośny przyrząd stosowany na statku do pomiaru wilgotności powietrza poprzez wyznaczenie punktu rosy (dew point) (rys. 20);

drip tray – studzienka ściekowa; studzienka znajdująca się pod zbiornikiem (rys. 21), zbierająca LNG w razie wycieku;

drying – osuszanie; cała wilgoć w zbiornikach ładunkowych musi być usunięta podczas przygotowania zbiorników ładunkowych do załadunku gazu po stoczni – zapobiega to tworzeniu się lodu w zbiorniku ładunkowym. Suche powietrze, o bardzo niskim punkcie rosy, jest wytwarzane przez instalację suchego powietrza/ gazu obojętnego i wprowadzane do zbiorników ładunkowych. Suche powietrze służy do usuwania wilgotnej atmosfery ze zbiornika metodą warstwową – poprzez wprowadzenie suchego powietrza na dno zbiornika ładunkowego i odpowietrzanie na górze. Operację osuszania można przeprowadzić w porcie lub w morzu, obniżenie punktu rosy do temperatury poniżej -20°C zajmuje ok. 24 godzin;



Rys. 20. Higrometr elektroniczny / dew point meter



Rys. 21. Studzienka ściekowa / drip tray [27]

dry powder fire fighting system – proszkowy system gaśniczy (rys. 22). Zazwyczaj jest zdublowany (lewa i prawa burtą) i podzielony na sekcje. System można aktywować zdalnie z pokładowej centrali sterująco-kontrolnej, stacji przeciwpożarowej lub lokalnie;



Rys. 22. Proszkowy system gaśniczy, z lewej prądownica, z prawej zbiornik na suchy proszek / dry powder fire fighting system, left – dry powder monitor, right – dry powder tank

dual fuel diesel electric (DFDE) – dwupaliwowy układ napędowy spalinowo-elektryczny. Średnioobrotowe silniki dwupaliwowe przystosowane zarówno do spalania paliwa płynnego, jak i gazowego, w siłowni tego typu pracują jako zespoły prądotwórcze. Prąd wytwarzany przez zespoły prądotwórcze zasila główne rozdzielnice (po jednej na każdy silnik elektryczny napędu głównego). Następnie, za pośrednictwem transformatorów obniżających napięcie oraz przez falowniki tyrystorowe dopasowujące częstotliwość prądu zasilania do prędkości



Rys. 23. Silnik elektryczny napędu statku typu DFDE / DFDE vessel main propulsion electric motor

obrotowej, trafia do silników elektrycznych (rys. 23) wykorzystywanych do napędu statku. W celu zwiększenia mocy oraz podniesienia bezpieczeństwa przeważnie instalowane są dwa silniki elektryczne napędu głównego na statku. Oba silniki elektryczne napędzają wał ze śrubą o skoku stałym za pośrednictwem przekładni redukcyjnej (rys. 24);



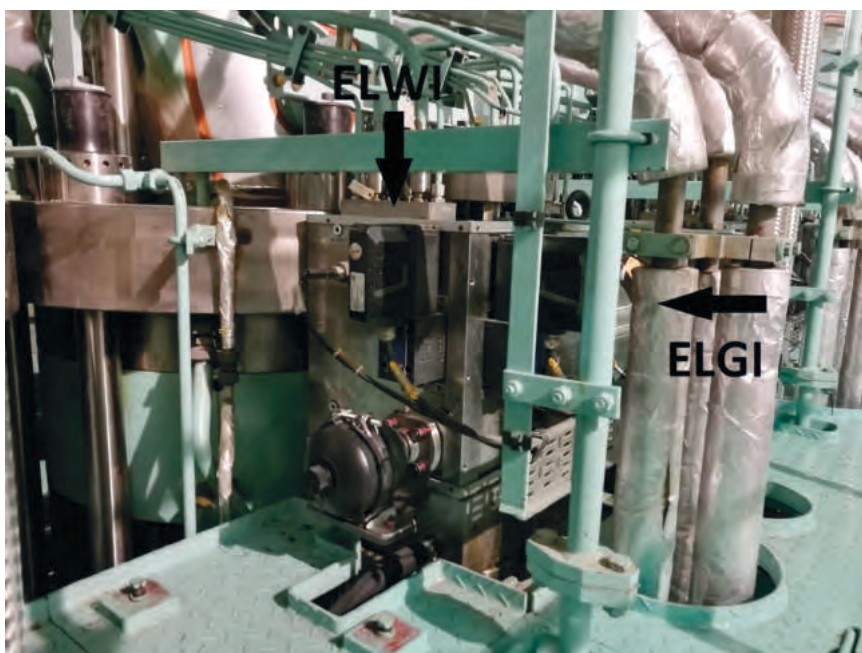
Rys. 24. Przekładnia redukcyjna napędzająca śrubę o skoku stałym statku z napędem typu DFDE / DFDE vessel reduction gear driving fixed pitch propeller

dual fuel engine (DF Engine) – silnik spalinowy dwupaliwowy (rys. 25); silnik zasilany paliwem destylacyjnym (MDO), bądź gazem (LNG), w zależności od potrzeb. Silnik ten może pracować wyłącznie na paliwie destylacyjnym lub na gazie wraz z dawką paliwa pilotowego. Ze względu na niskie właściwości samozapłonu gazu (metanu) konieczny jest wtrysk niewielkiej ilości paliwa pilotującego (paliwa destylacyjnego) do komory spalania. Silniki te realizują obieg Otto, w którym gaz dostarczany jest do komory spalania za pośrednictwem zaworów gazowych (GAV), umiejscowionych na dolocie powietrza doładowującego do komory spalania pod ciśnieniem o co najmniej 0,9 bar wyższym od ciśnienia doładowania silnika [16]. Gaz tworzy z powietrzem jednorodną mieszaninę zanim zostanie podany do komory spalania. Ilość gazu podawanego do komory spalania jest kontrolowana i sterowana poprzez zmianę czasu otwarcia zaworu gazowego;

dumping – upust pary; proces, w którym nadmiar pary wodnej z kotła jest kierowany bezpośrednio do skraplacza w celu stabilizacji ciśnienia w kotle (w celu zapobieżenia otwarciu zaworów bezpieczeństwa na kotle i upustu pary do atmosfery);



Rys. 25. Silnik dwu paliwowy / dual fuel engine



Rys. 26. Zawory elektromagnetyczne sterujące pracą zaworów wtryskowych gazu i zaworu blokującego / ELGI and ELWI valves

electronic gas injection valve (ELGI valve) – elektroniczny zawór wtrysku paliwa gazowego; hydrauliczna aktywacja zaworu wtryskowego gazu (GIV) odbywa się poprzez elektroniczno-magnetyczny 3/2 drogowy zawór ELGI (rys. 26), dostarczając olej pod ciśnieniem około 250 barów do zaworu gazowego, kontrolując tym samym czas i moment otwarcia zaworu gazowego [29]. Zawór ELGI nie może zostać aktywowany do momentu otwarcia zaworu ELWI. Zawory montowane są na bloku gazowym głowicy cylindrowej silnika;



Rys. 27. Awaryjna pompa ładunkowa / emergency cargo pump

electronic window valve (ELWI valve) – elektroniczny zawór sterujący szczelnym zaworem blokującym; hydrauliczna aktywacja szczelinowego zaworu blokującego (window valve) odbywa się poprzez otwarcie elektroniczno-magnetycznego 3/2 drogowego zaworu ELWI (rys. 26) [29];

emergency cargo pump – awaryjna pompa ładunkowa (rys. 27); pompa używana jest w przypadku, gdy zawiodły (nie dają się uruchomić) obie główne pompy ładunkowe zamontowane w każdym zbiorniku. Gdy pompa nie jest używana, znajduje się w magazynie pokładowym i może zostać przetransportowana do dowolnego zbiornika wymagającego obsługi. Pompa jest montowana w specjalnej studni, w wieży awaryjnej pompy ładunkowej (rys. 27); studnia wyposażona jest w sprężynowy zawór odcinający utrzymywany w pozycji zamkniętej przez mocne sprężyny [37]. Jeżeli awaria jednej lub obu głównych pomp ładunkowych wymaga użycia pompy awaryjnej, jest ona opuszczana do studni pompy awaryjnej, uprzednio inertowanej azotem. Ciężar pompy awaryjnej pokonuje napięcie sprężyn i otwarcie zaworu odcinającego. W trakcie tej operacji bardzo ważne jest obniżenie ciśnienia w zbiorniku do ciśnienia zbliżonego do atmosferycznego i utrzymanie tego poziomu przez całą operację. Po udanej instalacji pompy w zbiorniku ładunkowym konieczne jest, aby pompa była całkowicie ochłodzona parami gazu przez co najmniej 10 godzin przed otwarciem zaworu odcinającego i zanurzeniem jej w ciekłym LNG [6]. Następnie pompa musi pozostać w tym stanie przez co najmniej godzinę przed próbą uruchomienia. Ma to na celu zapewnienie stabilizacji termicznej i uniknięcie poważnych uszkodzeń pompy;

emergency escape breathing device (EEBD) – oddechowy aparat ratunkowy; aparat przeznaczony do ucieczki z zagrożonego miejsca, w którym jest podejrzenie lub pojawiły się toksyczne gazy. W zależności od typu statku i przewożonego ładunku, umiejscowiony w kabinach, maszynowni, miejscach socjalnych itd. Zapas tlenu wystarcza na około 15–30 minut użytkowania. Przedstawiony aparat (rys. 28) nie podlega serwisowi na statku, dokonuje się comiesięcznej inspekcji, w razie zauważenia jakichkolwiek nieprawidłowości wymienia się aparat na nowy;

emergency shutdown (ESD) valve – zawór awaryjnego zatrzymania operacji przeładunkowej; automatycznie zamykane są zawory umiejscowione na statku i nabrzeżu, zaprogramowane tak, aby w sytuacji awaryjnej były zdolne zamknąć się w 30 sekund (rys. 29), a zarazem zapobiec uderzeniom hydraulicznym w rurociągach;

engine control room (ECR) – maszynowa centrala manewrowo-kontrolna; jest to pomieszczenie, w którym znajdują się elementy sterujące do scentralizowanej obsługi i nadzoru urządzeń w maszynowni (rys. 30). Dzięki automatycznym i zdalnym systemom sterowania możliwa jest praca urządzeń znajdujących się



Rys. 28. Oddechowy aparat ratunkowy / EEBD



Rys. 29. Przykład przycisków ESD znajdujących się na konsoli w pokładowej centrali sterująco-kontrolnej / ESD pushbuttons on CCR console

w maszynowni bez bezpośredniego nadzoru mechanika, niezależnie gdzie znajduje się statek – w morzu czy w porcie;

engine control system (ECS) – system sterowania silnikiem; system zarządza i nadzoruje pracę silnika głównego typu ME. Kontroluje m.in. uruchomienie silnika w wymaganym kierunku, funkcje operacyjne silnika takie jak wtrysk paliwa i uruchamianie zaworu wydechowego, zapewnia również funkcje bezpieczeństwa, które chronią silnik, jeśli jakikolwiek parametr roboczy przekroczy



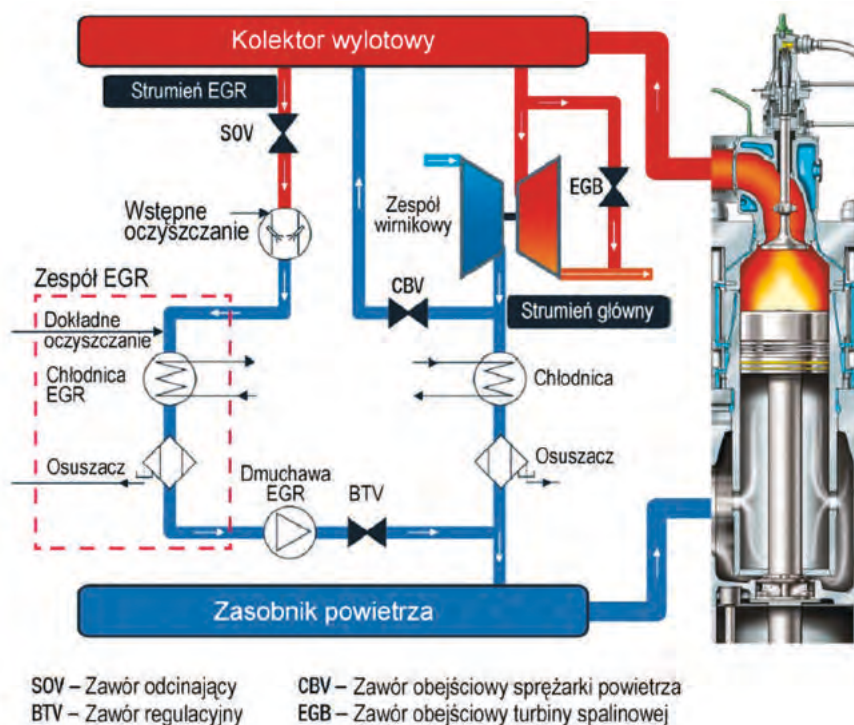
Rys. 30. Maszynowa centrala manewrowo-kontrolna / engine control room

ustawione limity. Układ kontroli silnika składa się z wielu sterowników (rys. 31), ich funkcje to m.in. sterowanie: pompami układu hydraulicznego, dmuchawami pomocniczymi, zaworami ELGI/ELWI, smarowaniem cylindrów, prędkością obrotową silnika, sekwencją startową, zaworami upustowymi i recyrkulacją spalin, pracą silnika na wybranym paliwie i procesem spalania [29];

engine diagnostics system (EDS) – system diagnostyczny silnika; system ten wykorzystuje oprogramowanie firmy MAN, powszechnie znane pod nazwą Co-CoS – EDS (Computer Controlled Surveillance – EDS) (rys. 32). System służy do monitorowania, zapisywania oraz archiwizowania parametrów pracy silnika lub grupy silników wraz z prowadzeniem analizy powstałych trendów. Ciągły nadzór parametrów pracy, diagnostyka niesprawności zagrażających pracy silnika, jest skutecznym sposobem uniknięcia strat ekonomicznych spowodowanych przestojami silnika i kosztownymi naprawami. Program ułatwia wczesną interwencję i konserwację zapobiegawczą, aby zmniejszyć ryzyko kosztownych przestojów silnika, a nawet awarii. Firma MAN, opierając się na wieloletnim doświadczeniu z silnikami wysokoprężnymi, opracowała system, aby pomóc inżynierom skutecznie utrzymywać silniki okrętowe w optymalnych warunkach pracy [8];

exhaust gas recirculation (EGR) – recyrkulacja spalin; system recyrkulacji gazów wylotowych stosowany w celu obniżenia emisji tlenków azotu (NO_x) do

atmosfery, do poziomu III opisanego w Konwencji uchwalonej przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO NO_x Tier III – regulation) dla silników stosowanych na statkach, według zasad ściśle opisanych w Konwencji [29]. Na rysunku 33 ukazano EGR wykorzystywany przez firmę MAN;



Rys. 33. Recyrkulacja gazów spalinowych / exhaust gas recirculation system, rysunek zaczerpnięty z materiałów szkoleniowych firmy MAN [28]

W momencie otwarcia się zaworu odcinającego (SOV), gazy wylotowe pochodzące z kolektora wylotowego (exhaust receiver) przedostają się do kolektora EGR, gdzie poddawane są procesowi wstępnego oczyszczenia (zraszanie wstępne, pre-spray), następnie w zespole EGR (EGR unit) są dokładnie oczyszczane i wstępnie schładzane (zraszanie chłodzące, cooler spray), chłodzone (EGR cooler) i przechodzą przez osuszacz (WMC – water mist catcher). Tak przygotowane gazy wylotowe trafiają do dmuchawy (EGR blower) i przez zawór regulacyjny, „dławiający” (BTV) mieszają się z powietrzem doładowującym i trafiają do cylindra. Zespół wirnikowy „turbosprężarka” posiada dwa zawory obejściowe, pozwalające na dokładną regulację ilości tłoczonego powietrza do zasobnika powietrza przepływającego (scavenge air receiver), jeden zawór jest zainstalowany po stronie turbiny (EGB) oraz jeden po stronie sprężarki (CBV). Powietrze doładowujące,

zanim zostanie wymieszane z gazami wylotowymi, zostaje również schłodzone oraz osuszone [28];

explosion-proof (Ex-proof) – urządzenia przeznaczone do pracy w strefach zagrożonych wybuchem są oznaczone symbolem Ex w sześciokącie. Stosowane urządzenia muszą być odpowiednio dobrane dla danej strefy zagrożenia. Oprócz stałych oznaczeń, na tabliczce urządzenia znajdują się określenia typu ochrony, normy, klasyfikacja gazów i stref, inne (rys. 34);



Rys. 34. Przykładowe oznaczenia Ex-proof na urządzeniach różnych producentów / examples of Ex-proof labels



Rys. 35. Panel alarmowy stosowany przez firmę Honeywell / extension alarm panel

extension alarm panel (EAP) – panel alarmowy; okrętowe systemy automatyki wyposażone są m.in. w panele alarmowe (rys. 35), których głównym zadaniem jest selektywne, automatyczne wygenerowanie alarmu w pomieszczeniach ogólnodostępnych zakwaterowania i w wybranych kabinach, aby ostrzegać mechaników/oficerów wachtowych o wystąpieniu nowych usterek systemu za pośrednictwem rozszerzonego systemu alarmowego [18]. Umożliwia to personelowi dyżurnemu swobodne przemieszczanie się w obszarze zakwaterowania i pozwala monitorować występowanie usterek w czasie wolnym od pracy;

fan coil unit (FCU) – konwektor klimatyzacji; aby zapewnić odpowiednie warunki pracy (temperaturę i wilgotność) rozdzielniom elektrycznym na statku, stosuje



Rys. 36. Konwektor klimatyzacji pomieszczenia rozdzielni niskiego napięcia / fan coil unit

się system składający się z głównych sprężarek klimatyzacji oraz konwektorów. Chłodzenie centrali manewrowo-kontrolnej, pomieszczeń głównych i ładunkowych rozdzielni niskiego i wysokiego napięcia, zapewnia system złożony z dwóch jednostopniowych sprężarek śrubowych zasilających czynnikiem chłodniczym konwektory (FCU) (rys. 36). Cyrkulacja powietrza jest utrzymywana przez wentylatory napędzane elektrycznie w konwektorach. Temperatura jest automatycznie kontrolowana przez termostatyczne zawory rozprężne i termostat, który jest ustawiony na temperaturę pokojową. System jest zaprojektowany w taki sposób, aby jedna sprężarka (druga w trybie czuwania) zapewniła zapotrzebowanie wszystkich konwektorów. Podczas krótkich okresów zwiększonego obciążenia, takich jak przebywanie statku w gorącym klimacie, obie sprężarki mogą pracować równolegle, aż do przywrócenia warunków komfortu cieplnego i pracy tylko jednej sprężarki [36];

fire alarm panel – panel alarmów pożarowych (rys. 37); pozwala monitorować status czujników wykrywających oraz alarmować w przypadku wykrycia wysokiej temperatury i/lub dymu. Umieszczenie czujników jest ściśle określone oraz zaznaczone na statkowym planie ochrony przeciwpożarowej. Panel jest zwykle umiejscowiony na mostku oraz w stacji przeciwpożarowej (FCC);



Rys. 37. Panel alarmów pożarowych / fire alarm panel

fire control center (FCC) – stacja przeciwpożarowa; znajduje się w pomieszczeniu nadbudówki, zawiera urządzenia kontrolne dla systemów i sprzętu przeciwpożarowego niezbędnego do gaszenia pożaru z bezpiecznego środowiska. Pomieszczenie to jest dodatkowo wykorzystywane jako jedno z miejsc zbiórki załogi, w momencie ogłoszenia alarmu pożarowego. W stacji (rys. 38) znajdują się m.in.: niezależne aparaty oddechowe, stroje do gaszenia pożarów (ubiór strażaka), sprzęt gaśniczy, zestaw pierwszej pomocy, sprzęt komunikacyjny, przycisk alarmu ogólnego i pożarowego, sterowanie systemami gaśniczymi, jak CO₂ czy piana, system wykrywania gazu, sterowanie systemem szybkiego zamykania zaworów, sterowanie klapami powietrza, przyciski awaryjnego zatrzymania (ESD) oraz inne;



Rys. 38. Stacja przeciwpożarowa / fire control center

flammable/ explosive range – zakres palności / wybuchowości; zakres koncentracji gazu w powietrzu, pomiędzy którymi mieszanina gazu i powietrza jest palna (pomiędzy dolną a górną wartością);

flash point – temperatura zapłonu; najniższa temperatura, dla której opary cieczy tworzą mieszaninę palną z powietrzem (opary ulegają zapłonowi);

flying passage – patrz: **catwalk**;

forcing vaporiser – parownik o obiegu wymuszonym; jest to wymiennik ciepła używany do odparowania cieczy (skroplonego gazu) do postaci gazowej o obiegu

wymuszonym (rys. 39). Tak otrzymane opary gazu znajdują się w optymalnej temperaturze użytkowej, bilansując różnicę ilości gazu potrzebną do napędu statku a rzeczywistym (zbyt małym) odparowaniem cieczy w zbiornikach [10]. Parownik znajduje się w pomieszczeniu sprężarek ładunkowych na pokładzie głównym statku;



Rys. 39. Wymiennik ciepła / forcing vaporiser

fuel gas supply system (FGSS) – system zasilania paliwem gazowym; praca silników w trybie gazowym jest możliwa tylko wtedy, gdy działa system FGSS (rys. 40) i spełnione są wszystkie wymogi bezpieczeństwa. Paliwo gazowe jest dostarczane pod odpowiednim ciśnieniem i temperaturą do głównych zaworów gazu (master gas valve) i następnie do silników. Ze względów bezpieczeństwa zasilanie odbywa się poprzez rury z podwójnymi ściankami; przestrzeń między rurą wewnętrzną a zewnętrzną jest wentylowana i monitorowana pod kątem wycieków gazu;

fuel injection valve (FIV) – wtryskiwacz; zawór wtryskowy paliwa może pracować zarówno na paliwie destylacyjnym, jak i pozostałościowym. Zawór przedstawiony na rysunku 41 został wyprodukowany przez firmę MAN, zaimplementowany jest w dwusuwowym silniku ME-GI przeznaczonym do napędu głównego statku. W zależności od wielkości i mocy silnika głównego, zainstalowanych jest od dwóch do trzech wtryskiwaczy w każdej głowicy cylindrowej silnika. Ciśnienie otwarcia wtryskiwacza wynosi 350–430 barów, zawór chłodzony jest paliwem [29];



Rys. 40. System zasilania paliwem gazowym / fuel gas supply system (FGSS)



Rys. 41. Zawór wtryskowy paliwa silnika MAN 5G70ME-C9.5-GI-EGRBP / fuel injection valve

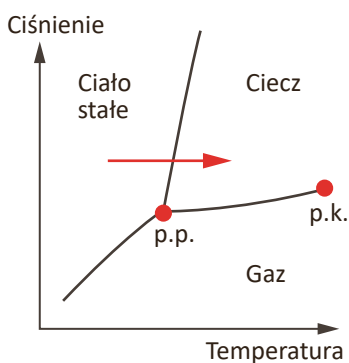
full reliquefaction system (FRS) / partial reliquefaction system (PRS) – system pełnego skraplania gazu / system częściowego skraplania gazu (rys. 42); obie nazwy są używane zamiennie, system do pełnego skroplenia gazu, według zapewnień producenta, powinien cechować się 100% efektywnością skraplania (cała masa gazu usuniętego ze zbiornika ładunkowego wraca do niego po procesie skroplenia), co w rzeczywistości jest trudne do osiągnięcia na statku, dlatego też częściej można spotkać nazwę PRS odnoszącą się do częściowych zdolności skroplenia gazu przez dany system;



Rys. 42. System częściowego skraplania gazu / partial reliquefaction system

System jest zlokalizowany na pokładzie statku w pomieszczeniu zwanym kompresorownią, w języku angielskim używa się określeń: compressor room lub gas house. Stabilizacja ciśnienia w zbiornikach ładunkowych może odbywać się poprzez spalanie BOG w silnikach użytych do produkcji energii elektrycznej lub napędu statku lub w urządzeniu przeznaczonym do spalania nadwyżki gazu – GCU. Korzystając z tego rozwiązania, część ładunku była „tracona” – wykorzystana jako paliwo w silnikach. Na najnowszych statkach LNG zaimplementowano urządzenia pozwalające na ponowne skroplenie gazu do zbiorników ładunkowych, by stabilizować ciśnienie w zbiornikach, umożliwiając minimalizację „strat”. W zależności od producentów, systemy skraplania różnią się konstrukcyjnie, przybliżając zasadę działania można przyjąć, że system składa się z kriogenicznego wymiennika ciepła i separatora. Gaz pod wysokim ciśnieniem wychodzący z ostatniego stopnia sprężarki gazu zostaje ochłodzony w wymienniku ciepła zwanym „cold box” zimnymi oparami gazu pochodzącymi z BOG. Następnie zmienia stan skupienia, przechodząc przez zawory JT (Joule-Thomsona), gdzie następuje spadek ciśnienia i ulega skropleniu (w wyniku procesu rozprężania), przepływając do separatora, następnie ciekły gaz LNG jest odprowadzany do wybranego zbiornika ładunkowego statku [32];

fusion – topnienie lub stapianie; to proces fizyczny, który powoduje przemianę fazową substancji ze stanu stałego w ciekły (rys. 43). Dzieje się tak na skutek wzrostu temperatury lub spadku ciśnienia. Topnienie odbywa się w stałej temperaturze zwanej temperaturą topnienia. Temperatura ta jest charakterystyczna dla danej substancji [23];



Rys. 43. Przemiana fazowa – topnienie: p.p. – punkt potrójny, p.k. – punkt krytyczny / phase transition – fusion: p.p. – triple point, p.k. – critical point [23]

gas admission valve (GAV) – zawór uzupełniania gazu; niskociśnieniowy zawór gazowy dodający gaz w trakcie trwania suwu ssania wraz z powietrzem doładowującym w czterosuwowym silniku spalinowym (rys. 44). Zawór gazowy kontroluje

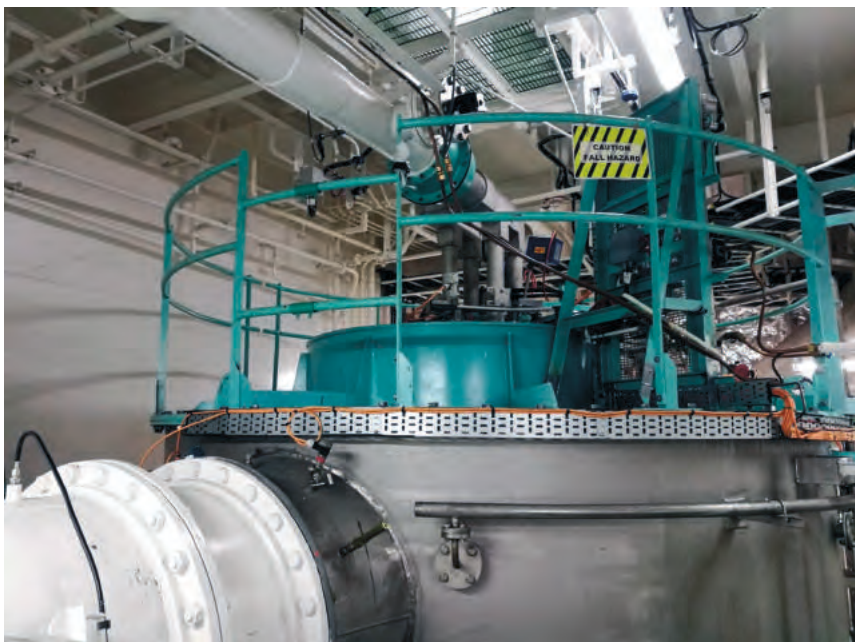


Rys. 44. Niskociśnieniowy zawór dopustu gazu / gas admission valve

ilość gazu dodawanego do cylindra poprzez elektromagnetyczną cewkę (solenoid) sterowaną z komputera silnika. Ciśnienie dodawanego gazu jest zwykle wyższe o 1 bar od ciśnienia doładowania silnika. Paliwo gazowe, zanim zostanie podane do komory spalania, tworzy z powietrzem jednorodną mieszaninę [16]. W większości rozwiązań statkowych zawór gazowy zlokalizowany jest pomiędzy głowicą cylindrową a kolektorem gazowym;

gas combustion unit (GCU) – moduł spalania gazu; urządzenie służące do regulowania ciśnienia w zbiornikach ładunkowych poprzez spalanie nadwyżki gazu pochodzącego z naturalnego procesu odparowania gazu (BOG) (rys. 45). Gaz LNG jest uznany jako gaz cieplarniany i nie może być upuszczany bezpośrednio do atmosfery, z tego względu wymagane jest jego bezpieczne spalanie w urządzeniach specjalnie do tego przystosowanych. Urządzenie składa się przeważnie z dwóch do czterech dmuchaw powietrza, jednej lub dwóch pomp paliwowych zasilanych paliwem destylacyjnym, palnika służącego do zapalenia gazu w trakcie inicjowania procesu spalania gazu, palnika gazu, komory spalania oraz płaszcza chłodzącego. Ze względu na znaczne ilości ciepła wydzielane w trakcie spalania gazu, do chłodzenia GCU przeważnie jest wykorzystywana woda morska [30];

gas detection system – system wykrywania gazu; system ten składa się z pojedynczych głowic detektorów umieszczonych w potencjalnie niebezpiecznych obszarach, które zdalnie monitorują otaczającą atmosferę pod kątem wykrycia określonego gazu, w przypadku statków LNG – metanu. Każdy detektor jest połączony elektrycznie z centralną stacją kontrolną, jeśli poziom gazu osiągnie ustawioną wartość, aktywowany zostaje alarm w centrali alarmowej (rys. 46) oraz w zintegrowanym systemie automatyzacji IAS. Aby zapewnić jak najlepszą



Rys. 45. Urządzenie służące do spalania nadmiaru gazu LNG i wytwarzania gazu obojętnego / Combined GCU/IGG



Rys. 46. Panel alarmowy systemu wykrywania gazu / gas detection system alarm panel

kontrolę i zminimalizować błędne sygnały, detektory gazu są umiejscowione w ściśle wybranych miejscach dla każdej z lokalizacji, dodatkowo metoda pomiaru jest wybierana indywidualnie dla każdej z sytuacji. Pomiar gazu w większości przypadków odbywa się w sposób ciągły, natychmiastowo aktywując alarm. Dodatkowo system może być wyposażony w detektor wodoru, który jest umieszczony w pomieszczeniu baterii (akumulatorów), jest to lokalny alarm, który pośrednio przez IAS może być podłączony do panelu wykrywania gazu [35];

gas dome – kopuła gazu zbiornika ładunkowego; kopuła znajduje się w pobliżu geometrycznego środka sufitu każdego zbiornika (rys. 48). Kopuły gazowe zbiorników połączone są ze sobą kolektorem biegnącym wzdłuż pokładu statku wraz z kolektorem ładunkowym z lewej i prawej burty (rys. 47). Kolektor stosowany jest w celu regulacji ciśnienia w zbiorniku podczas załadunku i rozładunku, podczas gdy jest podłączony do terminalu oraz do odprowadzenia nadmiaru ładunku wynikającego z naturalnego odparowania. W kopułach gazu zbiornika znajdują się również [15]:

- zawory bezpieczeństwa zbiornika ładunkowego,
- czujnik ciśnienia i punkty pobierania próbek,
- układ linii natryskowej do chłodzenia zbiorników,
- wylot zaworów bezpieczeństwa zainstalowanych na linii ciekłego gazu;



Rys. 47. Kopuła gazu zbiornika ładunkowego widziana od strony pokładu /
gas dome view from main deck



Rys. 48. Kopuła gazu zbiornika ładunkowego widziana od strony zbiornika /
gas dome view from cargo tank

gas free – odgazowanie; stan, w którym atmosfera w zbiorniku umożliwia bezpieczne wejście i pracę;

gas house – patrz: [compressor room](#);

gas injection valve (GIV) – wtryskiwacz gazu; zawór wtryskowy gazu wykorzystywany do rozpylenia paliwa gazowego w komorze spalania silnika głównego pod ciśnieniem około 300 barów (rys. 49). Po otwarciu się zaworu blokującego, ciśnienie gazu przedostaje się do akumulatora gazowego, następnie do wtryskiwacza. W zależności od wielkości silnika głównego znajduje się od dwóch do trzech zaworów gazowych w każdej z głowic cylindrowych silnika. Moment oraz czas otwarcia każdego z wtryskiwaczy jest sterowany hydraulicznie z bloku kontrolnego [29].



Rys. 49. Zawór wtryskowy gazu silnika MAN 5G70ME-C9.5-GI-EGRBP (GIV)

Każdy wtryskiwacz jest wyposażony w pięć rurek sterujących jego pracą, użytych w ściśle określonym celu. Funkcje każdej z nich opisano poniżej [29]:

- olej hydrauliczny pod wysokim ciśnieniem (około 250 barów) odpowiedzialny jest za aktywację wtryskiwacza, steruje jego pracą;
- olej uszczelniający (około 335 barów) zapobiega przedostawaniu się gazu w przypadku przecieków do oleju hydraulicznego odpowiedzialnego za aktywację wtryskiwacza;
- olej hydrauliczny pod niskim ciśnieniem (około 4–6 barów) jest dostarczany do wtryskiwacza gazowego w celu usuwania ewentualnych pęcherzyków powietrza z systemu;
- drenaż oleju z wysoko i niskociśnieniowego systemu oleju hydraulicznego;
- detekcja gazu w przypadku uszkodzenia uszczelnień zaworu gazowego pozwala na szybkie wykrycie przecieków;

gas sampling system – system pobierania próbek gazu; system ten wykorzystywany jest do monitorowania, wykrywając przecieki metanu w odpowiednich lokalizacjach, w których pobierane są próbki. W przypadku wykrycia gazu, alarmy są aktywowane na jednostce próbkującej, w panelu sterowania (rys. 50) i w zintegrowanym systemie automatyzacji IAS. Każdy detektor gazu ma osobną linię próbkowania i oddzielną pompę próbkującą. Aby zabezpieczyć detektor przed zanieczyszczeniem olejem lub wodą, linia próbkowania jest wyposażona w filtry cząstek wody/oleju. Czujniki w detektorze wykorzystują absorpcję podczerwieni jako źródło pomiaru obecności gazu w atmosferze i nie wymagają obecności tlenu. Mikroprocesor porównuje intensywność dwóch określonych długości fali i może ustalić wartość stężenia gazu przez to porównanie [12];



Rys. 50. Panel sterujący systemem pobierania próbek gazu / gas sampling system panel

gassing up – zagazowanie; zastępowanie gazu obojętnego w zbiorniku oparami gazu (proces przygotowania do schładzania i załadunku);

gas valve train (GVT) – moduł zasilająco-przepływający gazu; urządzenie kontrolujące przepływ oraz ciśnienie gazu wpływającego do silników głównych MEGI

(rys. 51). Urządzenia mogą się różnić konstrukcyjnie między sobą w zależności od producenta, jednak każde z nich posiada zawory ręczne oraz pneumatyczne, które w czasie normalnej pracy silników są kontrolowane przez system sterujący silnikiem (ECS – engine control system), zapewniając optymalne parametry dostarczanego gazu. Do głównych zadań GVT należą [13]:

- zasilanie gazem systemu gazowego silnika w trakcie jego pracy, tzw. dual fuel operation;
- zatrzymanie przepływu gazu oraz przekierowanie jego pozostałości z systemu gazowego silnika i samego GVT do tłumika gazu w przypadku przejścia pracy silnika z gazu na paliwo destylacyjne lub pozostałościowe;
- zatrzymanie przepływu gazu oraz przekierowanie jego pozostałości z systemu gazowego silnika i samego GVT do tłumika gazu w przypadku awarii silnika głównego – engine shut down;
- dostarczenie gazu obojętnego do systemu gazowego silnika w trakcie przepłukania;



Rys. 51. Urządzenie kontrolujące przepływ gazu do silników głównych MEGI /
gas valve train

gas valve unit (GVU) – moduł przygotowania gazu; urządzenie kontrolujące przepływ oraz ciśnienie gazu na dopływie do silników w zależności od zapotrzebowania – obciążenia silników (rys. 52). Ponadto GVU zapewnia wykonanie

bezpiecznego przeglądu silnika i przeprowadza test szczelności głównych zaworów odcinających przed przełączeniem silnika na gaz. GVV znajduje się w odpowiednim przedziale, jeden GVV dostarcza gaz do jednego silnika i kontroluje ciśnienie gazu właściwe dla niego [14]. Odległość między GVV a silnikiem jest zwykle możliwie jak najkrótsza, aby zapewnić jak najlepszą kontrolę. Ciśnienie gazu na odpływie jest kontrolowane przez układ automatyki silnika odpowiednio do jego obciążenia. Gaz jest doprowadzany wspólnymi rurami biegnącymi wzdłuż silnika, a następnie oddzielnymi rurami zasilającymi do każdego głównego zaworu dopływu gazu (GAV) umieszczonego na każdej głowicy cylindrów [16]. W sekcji wlotowej za ręcznym zaworem odcinającym gaz paliwo gazowe jest filtrowane z dużych cząstek za pomocą filtra siatkowego. GVV ma również przyłącze gazu obojętnego służące do inertowania urządzenia przed pracami konserwacyjnymi. Ciśnienie i temperatura są mierzone na wlocie modułu [14];



Rys. 52. Urządzenie kontrolujące przepływ gazu do silników pomocniczych DFDE / gas valve unit

heel – mała ilość skroplonego gazu pozostawiana w zbiornikach ładunkowych po skończeniu wyładunku; może być wykorzystywana do chłodzenia zbiorników ładunkowych (utrzymania zbiorników w stanie schłodzonym) podczas podróży pod balastem lub jako paliwo;

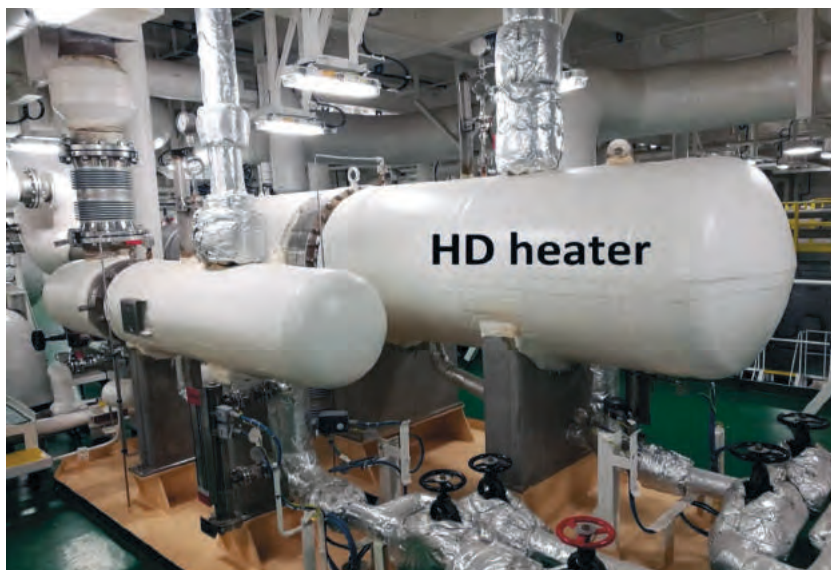
high duty compressor (HD compressor) – sprężarka wysoko wytężona; wysokowydajna sprężarka używana do kontrolowania ciśnienia w zbiornikach podczas załadunku (rys. 53). Dmuchawa odprowadza nadmiar gazu gromadzącego się w zbiornikach w wyniku zwiększającej się objętości ciekłego gazu do terminalu gazowego. Dmuchawa jest również używana w procesie przygotowania statku do stoczni, tłoczy gaz ze zbiorników ładunkowych przez wysokowydajny podgrzewacz parowy z powrotem do zbiorników, ogrzewając go do temperatury otoczenia, w ten sposób resztki ciekłego gazu odparowują [39]. Proces nazywany po angielsku „liquid free”;



Rys. 53. Wysoko wytężona sprężarka kontrolująca ciśnienie w zbiornikach podczas załadunku / HD compressor

high duty heater (HD heater) – podgrzewacz wysoko wytężony; wysokowydajny podgrzewacz (rys. 54) zwiększa temperaturę gazu wychodzącego z wysoko wytężonej sprężarki do temperatury otoczenia tzw. warm up (ogrzewanie zbiorników) w procesie przygotowania statku do stoczni. Następnie zbiorniki są inertowane gazem obojętnym wytwarzanym w wytwornicy gazu obojętnego (IGG), dalej zbiornik zostaje napowietrzony suchym powietrzem, przygotowując go do inspekcji – aeration;

high pressure compressor (HiCOM) – wysokociśnieniowa sprężarka gazu; sprężarki wysokociśnieniowe są instalowane w pomieszczeniu sprężarek ładunkowych



Rys. 54. Wysoko wyężony podgrzewacz parowy / HD heater

(compressor room) i są przystosowane do stref zagrożonych wybuchem (klasa Ex) (rys. 55). Stosuje się je do sprężania gazu pochodzącego z BOG ze zbiorników ładunkowych, dzięki czemu można go stosować jako paliwo gazowe w silnikach głównych (MEGI) i silnikach pomocniczych (DF engines). Wymaganiem



Rys. 55. Widok z górnego podestu kompresorowni na dwie wysokociśnieniowe sprężarki gazu / two high pressure compressor



Rys. 56. Widok z górnego podestu ukazujący głowice poszczególnych stopni sprężarki / HiCOM cylinder heads

dotyczącym ciśnienia paliwa gazowego dla ME-GI jest układ wysokociśnieniowy (300 barów), w którym ciśnienie wzrasta w pięciu stopniach, a przepływ gazu jest chłodzony po każdym stopniu sprężania (chłodzenie międzystopniowe w celu zmniejszenia pracy sprężania gazu) (rys. 56).

Ciśnienie na dolocie do DF silników ma niższe ciśnienie (około 5,5 bara), dlatego sprężony gaz jest odprowadzany po drugim stopniu sprężania (strumień boczny) po przejściu gazu przez chłodnicę drugiego stopnia. Nadwyżka gazu jest kierowana do ponownego skroplenia (PRS), gdzie jest schładzana i dostarczana z powrotem do zbiorników ładunkowych. Sprężarka HiCOM jest napędzana bezpośrednio sprężonym silnikiem elektrycznym. Aby tłumić pulsacje ciśnienia

w systemie na różnych etapach sprężania, tłumiki pulsacji są montowane zarówno przed, jak i po każdym stopniu; linie wlotowe do sprężania pierwszego stopnia są również wyposażone w tłumiki pulsacji. Dodatkowe tłumienie w liniach zapewnia instalacja kryz (różnych rozmiarów), które są zamontowane w przewodach wlotowych i wylotowych – do i z każdego tłumika. Zawory nadmiarowe są montowane na każdej linii tłocznej, zanim sprężony gaz wejdzie do następnego stopnia [26];

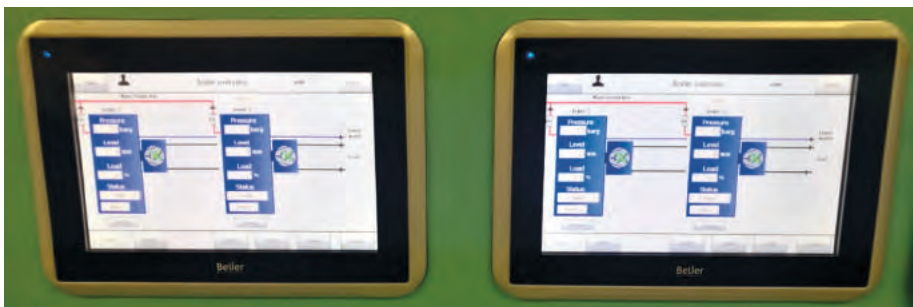
high voltage switch board (HV SWBD) – rozdzielnia wysokiego napięcia; na nowoczesnych statkach LNG stosowane są rozdzielnie wysokiego napięcia 6,6 kV (rys. 57) zasilane bezpośrednio z zespołów prądotwórczych. Zazwyczaj występują dwie główne oraz dwie ładunkowe tablice rozdzielcze, podzielone odpowiednio na lewą i prawą burtę statku. Rozdzielnie są połączone razem linią przesyłową, zasilając maszynowe odbiorniki wysokiego napięcia, w sytuacji awaryjnej istnieje możliwość wyłączenia uszkodzonej rozdzielni z pracy;



Rys. 57. Główna rozdzielnia wysokiego napięcia / high voltage switch board

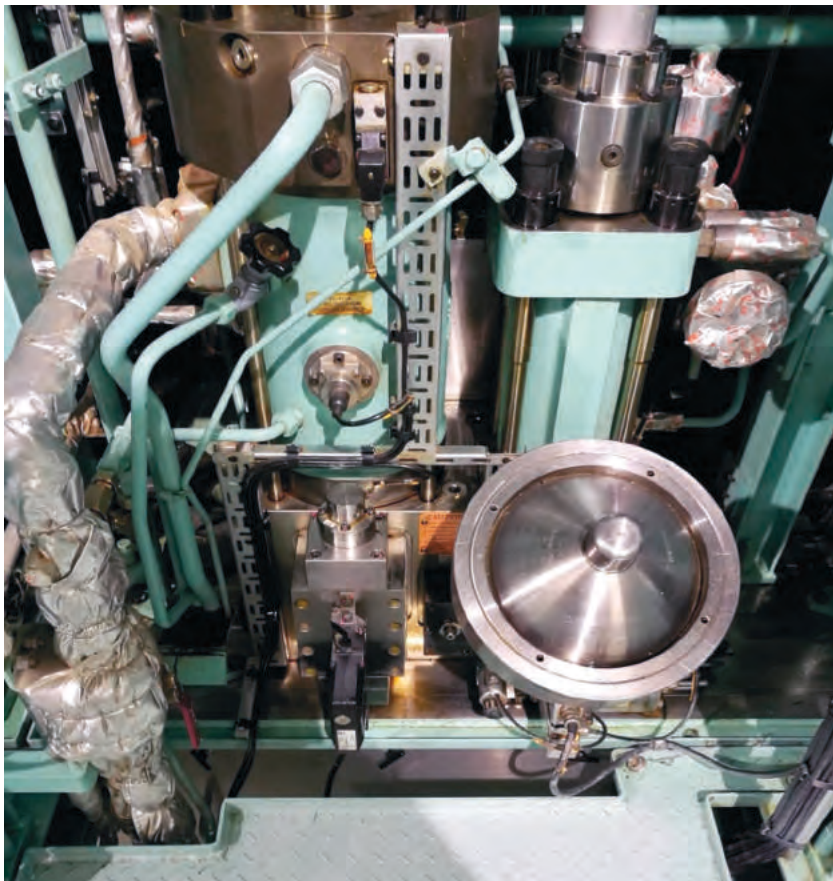
hold space – przestrzeń nie wykorzystywana dla celów magazynowania ładunku; zamknięta przestrzeń pomiędzy zbiornikiem ładunkowym a poszyciem statku;

human machine interface (HMI) – interfejs człowiek–maszyna; zwykle tym terminem określa się panel dotykowy (rys. 58), wykorzystujący oprogramowanie HMI do obsługi i monitorowania pracy danego urządzenia;



Rys. 58. Panele dotykowe HMI kotłów pomocniczych / auxiliary boilers HMI panels

hydrate prevention – zapobieganie powstawaniu hydratów. Gaz pobierany i transportowany przez podmorskie rurociągi może zawierać niewielkie ilości wody, co niesie ryzyko tworzenia się hydratów, takich jak wodzian metanu (metanowy lód).



Rys. 59. Zespół hydrauliczny układu cylindrowego / hydraulic cylinder unit

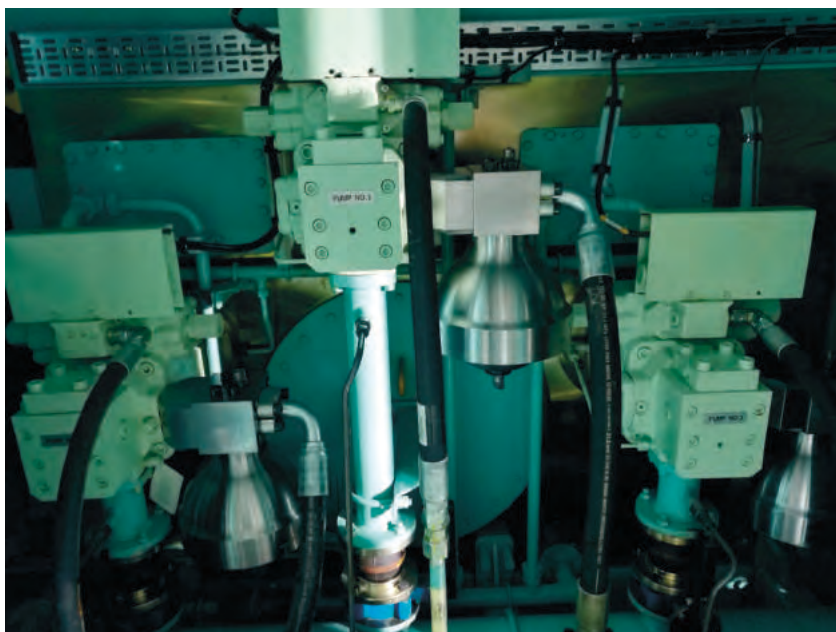
Związki te powodują korozję rurociągów i armatury. Aby zapobiec temu procesowi, surowiec poddawany jest obróbce chemicznej z wykorzystaniem inhibitorów hydratacji, takich jak metanol czy glikol;

hydraulic cylinder unit (HCU) – zespół hydrauliczny układu cylindrowego; każdy układ cylindrowy silnika głównego typu ME jest wyposażony w zespół hydrauliczny (rys. 59).

Zespoły regulują dopływ oleju hydraulicznego do pomp paliwowych, siłowników zaworów wydechowych i układów smarowania cylindra. Każdy zespół hydrauliczny składa się z bloku rozdzielacza, elektronicznie sterowanego układu wtryskowego paliwa i elektronicznie sterowanego uruchamiania zaworu wydechowego. Na bloku dystrybutora zamontowane są akumulatory hydrauliczne wstępnie naładowane azotem. Ich zadaniem jest zapewnienie niezbędnego szczytowego ciśnienia przepływu oleju hydraulicznego do pomp paliwowych i uruchomienia zaworu wydechowego [29];

hydraulic power supply unit (HPS unit) – główny zespół zasilania olejem hydraulicznym silnika; zespół składa się z trzech napędzanych silnikiem pomp hydraulicznych (rys. 60) i dwóch pomp napędzanych elektrycznie.

Pompy dostarczają olej pod ciśnieniem do bloku bezpieczeństwa i akumulatorów ciśnienia, które następnie zasilają zespoły hydrauliczne układów cylindrowych



Rys. 60. Pompy hydrauliczne napędzanie silnikiem systemu HPS / HPS pumps

(HCU) na każdym cylindrze [29]. Pompy posiadają zmienną wydajność i działają przy każdym uruchomieniu silnika. Napędzane są od wału korbowego za pomocą przekładni, zasilając system olejem pod ciśnieniem do 300 barów. Przemieszczenie łopatek zmiennego wydatku (sterujących zmianą wydajności) jest sterowane elektronicznie przez układ sterowania silnikiem (ECS) za pomocą zaworu sterującego wbudowanego w pompy. Pompy zaprojektowane są w taki sposób, aby miały dwa kierunki obrotu i dwa kierunki przepływu (zmiana kierunku obrotów zamienia stroną ssawną pompy na tłoczną i odwrotnie), ponieważ silnik jest nawrotny. Pompy z napędem elektrycznym działają podczas uruchamiania silnika i podczas manewrowania [29];

ice prevention – zapobieganie zablokowaniu zaworów oraz pomp ładunkowych poprzez zamrożnięty dwutlenek węgla; po czasowym wyłączeniu statku z użytkowania, np. po pobycie statku na suchym doku, zbiorniki LNG muszą zostać przygotowane do załadunku. W celu zapewnienia bezpiecznej atmosfery w zbiorniku stosuje się gaz obojętny. Przed załadunkiem należy także schłodzić zbiorniki. Zanim to jednak nastąpi, należy wyprzeć gaz obojętny ze zbiornika, gdyż zawiera on około 15% dwutlenku węgla, którego temperatura zamarzania to około -60°C . Zamarznięty dwutlenek węgla tworzy biały proszek lub pianę, która niesie ryzyko zablokowania zaworów, pomp, filtrów oraz dysz w zbiorniku ładunkowym. Płukanie instalacji realizowane jest za pomocą ciepłego LNG o temperaturze 20°C ;

inert gas (IG) – gaz obojętny; gaz lub mieszanina gazów z limitowaną ilością tlenu, niewystarczającą do procesu spalania;

inert gas generator (IGG) – wytwornica gazu obojętnego (rys. 61); gaz obojętny powstaje przez usunięcie tlenu z powietrza w procesie spalania, gaz ten powinien zawierać mniej niż 5% tlenu [24]. Proces realizowany jest w komorze spalania przy kontrolowanym współczynniku nadmiaru powietrza, tak aby w spalinach znajdowała się wymagana maksymalna zawartość tlenu (poniżej 5% oraz niekiedy poniżej 0,5% tlenu przy spalaniu lekkiego oleju napędowego). W spalinach zawsze pozostaje pewna ilość tlenu w związku z tym, że teoretycznie najbardziej optymalne spalanie, które miałyby miejsce przy zachowaniu stechiometrycznego stosunku substratów, jest w praktyce niemożliwe do uzyskania, tak więc dla uniknięcia niecałkowitego i niezupełnego spalania współczynnik nadmiaru powietrza jest większy od 1.

Wytworzony gaz obojętny przechodzi przez system oczyszczania, w którym tlenki siarki z paliwa są wyfukiwane w płucze (skruberze). Kropelki wody są usuwane w separatorze, gaz obojętny jest chłodzony i osuszany. Powietrze do spalania dostarczane jest przez dwie dmuchawy umieszczone przed komorą spalania. Ciśnienie powietrza jest utrzymywane na stałym poziomie przez cały proces, aby utrzymać stabilny płomień, niezależnie od wahań ciśnienia w systemie



Rys. 61. Wytwornica gazu obojętnego / inert gas generator

dystrybucji. Generator może wytwarzać suche powietrze z taką samą wydajnością jak gaz obojętny. W przypadku wytwarzania suchego powietrza nie ma spalania, nie mierzy się zawartości tlenu, pod warunkiem, że punkt rosy jest prawidłowy po procesie chłodzenia i suszenia, suche powietrze jest dostarczane do magistrali pokładowej [24];

inerting – inertowanie; proces bezpiecznego usuwania (zastępowania) gazu lub powietrza ze zbiorników ładunkowych, rurociągów i przestrzeni ładunkowych gazem obojętnym;

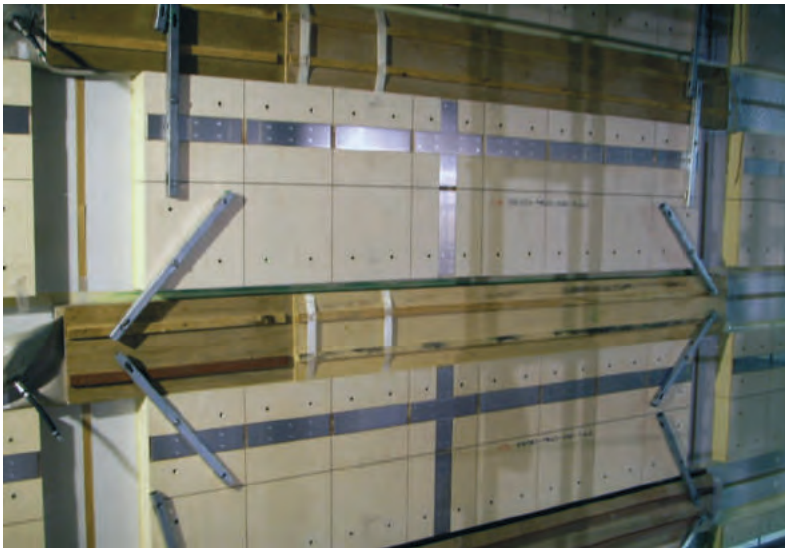
inertization – inertyzacja; to samo znaczenie co inertowanie, patrz: inerting;

insulating flange – kołnierz izolujący (rys. 62); kołnierz z tworzywa sztucznego umieszczony pomiędzy dwoma powierzchniami metalowymi. Zapobiega przepływowi ładunku elektrycznego między nimi (patrz: static electricity);

insulation – izolacja zbiornika; zbiorniki ładunkowe Mark III oraz GTT No. 96 wyposażone są w podwójną membranę. Skorupa każdego ze zbiorników ładunkowych składa się z cienkiej, elastycznej membrany zwanej membraną pierwotną, która styka się z ładunkiem i warstwy skrzynek ze sklejki wypełnionej wełną szklaną zwaną pierwotną izolacją (rys. 63), a następnie z drugiej elastycznej membrany, podobnej do pierwszej, zwanej membraną wtórną oraz drugiej warstwy skrzynek wypełnionej wełną szklaną, zwaną izolacją wtórną. System podwójnej membrany spełnia wymagania odpowiednich przepisów dotyczących systemu rozgraniczania ładunku, aby zapewnić dwie różne „bariery” zapobiegające wyciekowi ładunku [15] (bariera wtórna przejmuje funkcję bariery pierwotnej po jej uszkodzeniu).



Rys. 62. Kołnierz izolujący / insulating flange [21]

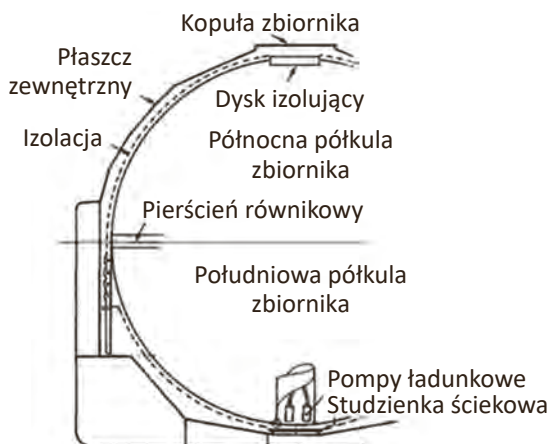


Rys. 63. Izolacja zbiornika / insulation

Okładzina zbiornika składa się zatem z dwóch identycznych warstw membran i izolacji, dzięki czemu w przypadku wycieku z bariery pierwotnej ładunek zostanie zamknięty na czas do wyładunku przez barierę wtórną. Funkcją membrany jest zatrzymywanie cieczy i zapobieganie wyciekom, podczas gdy izolacja podtrzymuje i przenosi obciążenia, a ponadto minimalizuje wymianę ciepła między ładunkiem a kadłubem. Wtórna membrana, umieszczona pomiędzy dwiema

warstwami izolacji, nie tylko zapewnia barierę bezpieczeństwa między dwiema warstwami izolacji, ale także zmniejsza prądy konwekcyjne w izolacji [15];

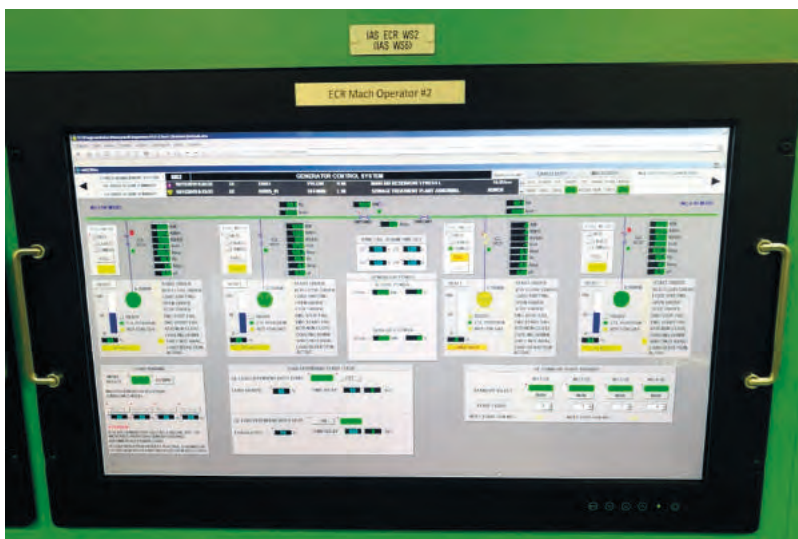
insulation disk – dysk izolujący; zapobiega (zmniejsza ilość) przedostawaniu się ciepła do zbiornika poprzez kopułę (rys. 64);



Rys. 64. Dysk izolujący w zbiornikach typu MOSS / insulation disk [27]

integrated automation system (IAS) – zintegrowany system automatyzacji; jest to wspólny system monitorowania i kontroli, który obejmuje wszystkie ważne instalacje na statku, takie jak układ napędowy, wytwarzanie energii, urządzenia oraz systemy ładunkowe / balastowe. W przeszłości stosowano układy rozproszone, w których poszczególne instalacje na statku były obsługiwane przez niezależne systemy nadzoru. Architektura systemu IAS jest odporna na awarie, obejmując sieć sterowania, która łączy się z wieloma stacjami roboczymi (rys. 65), umożliwiając kontrolę z różnych miejsc na statku [17];

impressed current cathodic protection (ICCP) – system elektrochemicznej ochrony katodowej (rys. 66); system ten działa jako metoda ochrony przed korozją, automatycznie kontrolując korozję elektrochemiczną struktury kadłuba statku poniżej linii wodnej, przykładając do elementów kadłuba ujemny potencjał w stosunku do otaczającej wody morskiej. Odbywa się to poprzez wprowadzenie regulowanego prądu za pomocą elektrod przymocowanych do kadłuba statku, które działają w przeciwieństwie do galwanicznego prądu korozyjnego. Natężenie prądu stałego jest odpowiednio regulowane przez układ, aby zapewnić prawidłowy przepływ. Jeśli prąd zostanie ustawiony zbyt nisko, pozostawi kadłub statku niedostatecznie chroniony, a jeśli będzie zbyt wysoki, nadmiernie będzie chronić kadłub (dodatkowe straty energetyczne). Metale tworzące kadłub statku poniżej linii wodnej są wrażliwe na działanie korozji elektrolitycznej. Ochronę



Rys. 65. Ekran stacji roboczej zintegrowanego systemu automatyzacji firmy Honeywell / Honeywell integrated automation system workstation



Rys. 66. Panel kontrolny systemu elektrochemicznej ochrony katodowej kadłuba statku / ICCP control panel

katodową można porównać do prostego ogniwa akumulatorowego, składającego się z dwóch płytek w elektrolicie. Jeśli te dwie płyty zostaną połączone elektrycznie, jedna z nich zredukuje się w wyniku działania elektrolitycznego. Woda morska działa jak elektrolit, więc gdy zanurzone są w niej dwie metalowe płyty, jeden z metali będzie działał jak anoda i odpadnie, co nazywa się korozją galwaniczną [7];

jettisoning of cargo – awaryjne wyrzucenie ładunku przy pomocy dyszy (rys. 67) za burtę statku ze względów bezpieczeństwa – dozwolone tylko w morzu;



Rys. 67. Dysza do wyrzucania ładunku za burtę / jettison nozzle

latent heat of vaporisation – ciepło parowania; to ilość energii, którą należy dostarczyć do substancji w stanie ciekłym, aby przekształcić ją w gaz. Pomimo zastosowania coraz lepszych materiałów izolacyjnych ścian zbiorników LNG nie jest możliwe uniknięcie wymiany ciepła z otoczeniem. Aby utrzymać temperaturę oraz ciśnienie ładunku w dopuszczalnym zakresie, odparowujący gaz (BOG) podlega spalaniu lub ponownemu skropleniu. W tym drugim przypadku ciepło pobierane jest od parującej cieczy, wskutek tego ciecz ochładza się, a skłonność do jej dalszego parowania zmniejsza się;

leak before break – (lub leakage before failure) wczesne wykrywanie przecieku; metoda zakładająca, że wyciek zostanie zidentyfikowany przed pęknięciem w trakcie eksploatacji za pomocą umieszczonych dookoła zbiornika czujników wykrywających gaz i ciecz;

liquefied natural gas (LNG) – skroplony gaz ziemny; skład chemiczny LNG to mieszanina metanu, etanu, propanu i butanu z niewielkimi ilościami cięższych węglowodorów i niektórymi zanieczyszczeniami, zwłaszcza azotem i złożonymi związkami siarki, wodą, dwutlenkiem węgla i siarkowodorem. Metan jest głównym składnikiem, zwykle stanowi ponad 85% udziału objętościowego;

liquid dome – kopuła cieczy zbiornika ładunkowego; kopuła znajduje się w pobliżu środkowej linii statku w rufowej części zbiornika (rys. 68).

Kopuły cieczy zbiorników połączone są ze sobą kolektorem biegnącym wzdłuż pokładu statku wraz z kolektorem ładunkowym z lewej i prawej burty. Ładunek płynny jest ładowany i rozładowywany dwiema liniami skrzyżowanymi na środku statku i jest dostarczany do i z każdej kopuły cieczy zbiornika ładunkowego (rys. 69) [15];



Rys. 68. Widok kopuły cieczy zbiornika ładunkowego od strony pokładu /
liquid dome seen from main deck



Rys. 69. Widok kopuły cieczy zbiornika ładunkowego GTT Mark III od strony zbiornika /
liquid dome seen from cargo tank

liquid relative density – względna gęstość cieczy; stosunek masy cieczy w odniesieniu do masy wody słodkiej o tej samej objętości. Substancje lżejsze od wody mają gęstość względną mniejszą niż 1,0 (np. LNG). Substancje cięższe od wody mają gęstość względną większą niż 1,0 (np. metanol);

LNG vaporiser – parownik LNG; jest to wymiennik ciepła używany do odparowania cieczy (skroplonego gazu) z terminala gazowego do postaci gazowej, przy zastępowaniu (usuwaniu) gazu obojętnego w zbiornikach oparami gazu LNG (gassing up) po wyjściu statku ze stoczni. Można go również użyć do odparowania ciekłego azotu w trakcie inertowania zbiorników. Tak jak w poprzednim przypadku, ciekły azot jest dostarczony z terminala gazowego poprzez „manifold” statkowy i dalej „linią natryskową” (spray line) do wymiennika, gdzie następuje jego odparowanie, po czym powietrze jest zastępowane azotem w postaci gazowej. W sytuacji awaryjnej „LNG vaporiser” (rys. 70) może być również użyty do wymuszonego odparowania (ang. *forcing vaporiser*) ciekłego LNG, pochodzącego ze zbiorników ładunkowych w sytuacji niewystarczającego naturalnego odparowywania ciekłego ładunku (ang. BOG – *boil-off gas*). Niemniej jednak, ze względu na znacznie wyższą wydajność niż „forcing”, należy go co jakiś czas włączać i wyłączać, aby nadmiernie nie podnieść ciśnienia w zbiornikach [10];



Rys. 70. Wymiennik ciepła / LNG vaporiser

load dependent cylinder liner cooling water system (LDCL cooling water system)

– zależny od obciążenia silnika układ chłodzenia tulei cylindrowej; główne silniki mają własne układy chłodzące, które działają na zasadzie obiegu zamkniętego, dostarczając wodę chłodzącą do płaszców, głowic cylindrowych, turbosprężarek, zaworów wydechowych. Każdy system jest niezależny, zawiera chłodnicę (przez którą krąży woda chłodząca z głównego centralnego układu chłodzenia), świeżą wodę oraz podgrzewacz. Silniki są również wyposażone w układy wody chłodzącej zależne od obciążenia (LDCL). Przedstawiony na rysunku 71 układ LDCL cyrkuluje ogrzaną przez silnik wodę (temp. około 120°C) do dolnych części tulei cylindrowej podczas pracy z niskim obciążeniem, aby pomóc utrzymać temperaturę tulei i zmniejszyć ryzyko korozji niskotemperaturowej. Układ pracuje tylko na niskich obciążeniach i tylko wtedy, kiedy silnik pracuje na paliwie. W trakcie pracy silnika na gazie układ jest automatycznie wyłączony. Każdy system chłodzenia silnika ma również zamontowany zewnętrzny podgrzewacz. Medium grzewczym jest para podawana podczas okresów niskiego obciążenia silnika lub po jego wyłączeniu. Ogrzewanie układów w ten sposób zapewnia utrzymanie stałej gotowości silników, co pozwala na uruchomienie ich w krótkim czasie [29];



Rys. 71. Pompa cyrkulacyjna układu LDCL / LDCL cooling water system circulation pump

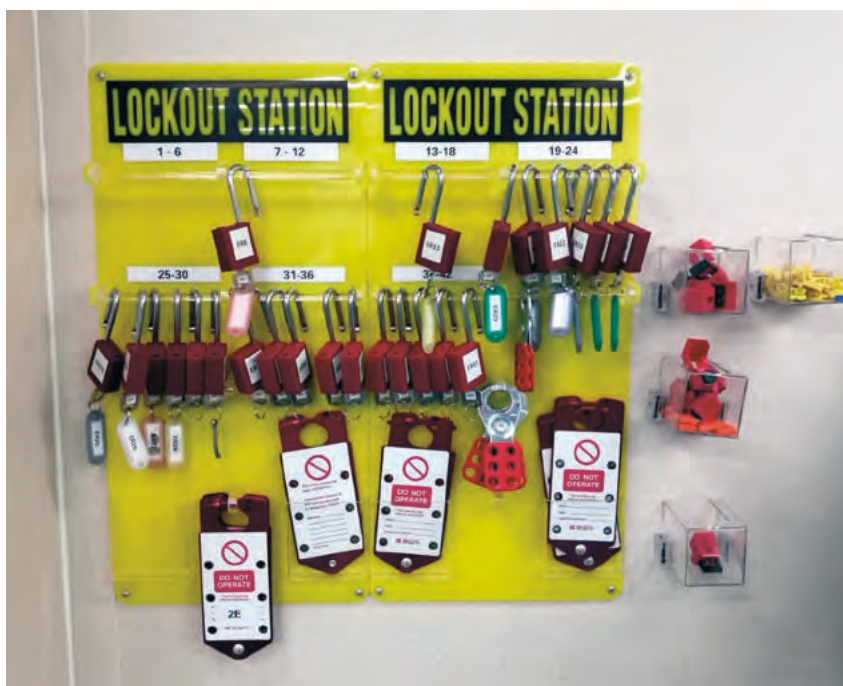
local operating panel (LOP) – lokalny panel sterowania; w przypadku awarii systemów sterowania prędkością obrotową oraz startem i zatrzymaniem silnika z mostka i maszynowej centrali manewrowo-kontrolnej, istnieje możliwość przejęcia kontroli nad silnikiem poprzez lokalny panel sterowania (rys. 72). Na przykładzie silnika ME, wyposażonego w sterowanie firmy Kongsberg, aby uruchomić, zatrzymać i obsługiwać silnik główny z LOP, sterowanie lokalne musi być wybrane jako aktywne stanowisko sterowania. Zwykle odbywa się to za pomocą funkcji żądania i potwierdzenia systemu zdalnego sterowania, jednak można to zmienić, naciskając przycisk FORCED TAKE COMMAND (wymuszenie przejęcia dowodzenia) na LOP. Naciśnięcie tego przycisku wymusi kontrolę z lokalnego panelu sterowania. Zgodnie ze standardowymi procedurami, przejęcie sterowania powinno być poprzedzone uzyskaniem zgody/potwierdzenia ze zdalnego punktu sterowania, jednak może to zostać pominięte (ang. override) w sytuacji wyższej



Rys. 72. Lokalny panel sterowania firmy Kongsberg silnika typu ME / Kongsberg LOP

konieczności wynikającej ze względów bezpieczeństwa. Aby uruchomić silnik, należy przekręcić pokrętkę prędkości obrotowej w żądanym kierunku. Operator, poprzez zestaw słuchawek z mikrofonem, porozumiewa się z oficerem na mostku, zadając odpowiednią prędkość silnika w zależności od potrzeb i panujących warunków. Jeśli dmuchawy pomocnicze są zatrzymane, układ sterowania opóźni uruchomienie, dopóki nie zostaną one włączone i będą pracować z pełną prędkością. Aby zatrzymać silnik, należy przekręcić pokrętkę prędkości obrotowej na STOP [29];

lock out tag out (LOTO) – zablokuj i oznacz; jest to system zabezpieczeń, zamknięć i oznaczeń, podwyższających bezpieczeństwo pracy. Lock out to działanie obejmujące odłączenie i zabezpieczanie energii zasilającej (energii elektrycznej lub ciśnienia) od / do maszyn i urządzeń podczas wykonywania na nich napraw lub prac konserwacyjnych. System chroni pracowników i urządzenie, przy którym aktualnie wykonywane są prace, przed ponownym niepożądanym załączeniem lub nagłym niekontrolowanym uwolnieniem ciśnienia w trakcie wykonywania pracy, dopóki zabezpieczenie nie zostanie zdjęte. Tag out to zawieszka ostrzegająca i informująca pracowników, że dana maszyna lub urządzenie jest wyłączone z eksploatacji – przez kogo oraz kiedy została wyłączona. System wykorzystuje



Rys. 73. Stacja LOTO służąca do przechowywania i zarządzania systemem blokad, klódek i zawieszek / LOTO station

m.in.: kłódki bezpieczeństwa, blokady zaworów i wyłączników elektrycznych, szelki i klamry, zawieszki itp. (rys. 73);

low duty compressor (LD compressor) – nisko wyężona sprężarka; sprężarka (rys. 74) służąca do sprężania i przesyłania BOG do odbiorników. Sprężarka kontroluje ciśnienie wymagane przez odbiorniki do ich prawidłowej pracy, np. 5,1 bara dla silników pomocniczych [38];



Rys. 74. Dwie nisko wyężone sprężarki / LD compressors

low duty heater (LD heater) – nisko wyężony podgrzewacz; niskowydajny podgrzewacz (rys. 75) służy do przygotowania temperatury gazu wychodzącego z niskowydajnej sprężarki (LD compressor) do temperatury odpowiedniej dla zaimplementowanych odbiorników na statku, np. silników używanych do produkcji energii elektrycznej, napędu głównego statku, bądź GCU;

lower explosive limit (LEL) – dolna granica wybuchowości; jest to stężenie gazu w mieszaninie z powietrzem, poniżej której nie utworzy się atmosfera wybuchowa (rys. 15, linia CE). Dla metanu dolna granica wybuchowości (100% LEL) wynosi 5% obj. zawartości gazu. Na statkach LNG zaostrzono te wymogi – przed przystąpieniem do pracy bada się atmosferę, która musi wynosić poniżej 40% LEL, czyli 2% obj. metanu w powietrzu;



Rys. 75. Nisko wyężony podgrzewacz / LD heater

low voltage switch board (LV SWBD) – rozdzielnia niskiego napięcia; zazwyczaj występują dwie główne (rys. 76) oraz dwie ładunkowe tablice rozdzielcze niskiego napięcia (lewa i prawa burta), które mogą być połączone razem linią przesyłową, zasilając maszynowe odbiorniki niskiego napięcia. Rozdzielnie niskiego napięcia (440 V, 230 V oraz 110 V) zasilane są poprzez transformatory z rozdzielni wysokiego napięcia;

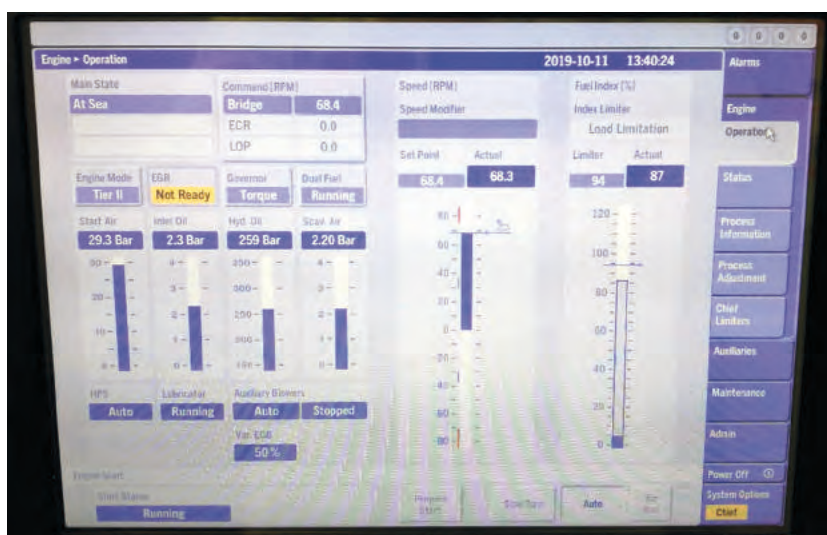
main operation panel (MOP) – główny panel operacyjny; jest to interfejs sterujący pracą silnika głównego, znajdujący się w ECR. MOP (rys. 77) umożliwia operatorowi wydawanie poleceń do silnika, dostosowywanie parametrów silnika, wybór trybów pracy i obserwowanie stanu układu sterowania. MOP działa na dwóch poziomach, na poziomie operatora i na poziomie głównym. Na poziomie operatora nie można zmieniać żadnych parametrów i służy on wyłącznie do normalnej pracy i monitorowania. Poziom główny umożliwia operatorowi ustawianie parametrów i jest chroniony hasłem. Operator wybiera ekran z paska nawigacyjnego w przeglądarce MOP, a następnie z każdego ekranu może wykonywać różne zadania i wyświetlać parametry silnika [29];

manifold – kolektor; miejsce na statku, do którego podłączane są ramiona ładunkowe (rys. 78);

MEGI – potoczna nazwa dwusuwowego wodzikowego silnika głównego produkcji MAN zdolnego do spalania gazu LNG (rys. 79); M oznacza generację silnika, E pochodzi od słowa „elektroniczny”, natomiast GI (gas injection) oznacza wtrysk



Rys. 76. Główna rozdzielnia niskiego napięcia / low voltage switch board



Rys. 77. Główny panel operacyjny / main operation panel

gazu. Silnik może pracować na paliwie destylacyjnym, pozostałościowym lub gazie w dowolnym stosunku, paliwem pilotowym może być zarówno paliwo destylacyjne, jak i pozostałościowe wtryskiwane do komory spalania przez główne zawory wtryskowe [29];



Rys. 78. Manifold ładunkowy statku LNG / LNG vessel manifold



Rys. 79. Dwusuwowy wodzikowy silnik główny produkcji MAN przeznaczony do spalania gazu LNG / MEGI

melting – patrz: **fusion**;

muster station – miejsce zbiórki; w momencie ogłoszenia alarmu awaryjnego, w skład którego zalicza się m.in. alarm pożarowy oraz komunikatu kapitana przez rozgłoszenie statkową o rodzaju zagrożenia, załoga udaje się we wcześniej wyznaczone miejsca zbiórki (rys. 80), zgodnie z pełnioną funkcją na statku i statkowym rozkładem alarmowym. Miejsca zbiórki są dokładnie zaznaczone. Obowiązkiem załogi po zamustrowaniu jest jak najszybsze przyswojenie lokalizacji swojego punktu zbiórki oraz zakresu pełnionych obowiązków w tym miejscu. Na statkach



Rys. 80. Oznaczenie miejsca zbiórki / muster station point

LNG wyróżnia się 5 miejsc zbiórki, w skład których wchodzi: mostek nawigacyjny, pokładowa centrala sterująco-kontrolna (CCR), maszynowa centrala manewrowo-kontrolna (ECR), miejsce zbiórki drużyny awaryjnej nr I oraz miejsce zbiórki drużyny awaryjnej nr II;

natural boil-off (NBO) – naturalne odparowanie; jest to naturalny proces parowania ładunku gazu ziemnego w zbiornikach ładunkowych. Pomimo zastosowania najnowszych technologii przy budowie i izolacji zbiorników, nie wyeliminowano parowania ładunku;

nitrogen generator (N2 generator) – wytwornica azotu; urządzenie wytwarzające azot w formie gazowej. Powietrze składa się z 78% azotu, 21% tlenu i 1% innych gazów. Każdy z tych gazów ma charakterystyczną szybkość przenikania przez membranę. Ta cecha pozwala na oddzielenie „szybkich” gazów, takich jak tlen, od „wolnych” gazów, takich jak azot. Zasada działania każdego generatora azotu opiera się na zastosowaniu specjalnych membran, przez które przepływa sprężone powietrze, które jest następnie rozdzielane na tlen i azot. Każdy moduł generatora azotu składa się z tysięcy membran zamkniętych w zbiorniku ciśnieniowym. Niepożądane gazy, takie jak tlen i dwutlenek węgla oraz wszelkie obecne pary wodne są odprowadzane do atmosfery. Sprężone powietrze do generatorów azotu jest dostarczane z dwóch odpowiednio dedykowanych sprężarek. Powietrze jest dostarczane przez filtry koalescencyjne, grzejnik elektryczny do jednostek membranowych w temperaturze około 50–55°C. Sprężarki powietrza mają własny zestaw elementów sterujących i dławią ciśnienie wyjściowe tak, aby było stałe, zgodnie z zapotrzebowaniem powietrza w generatorach azotu. Każdy generator jest zdolny do wytwarzania gazu, który składa się z mniej niż 3% tlenu, a resztą jest azot i niewielka ilość argonu [31]. Generatory azotu (rys. 81) są zainstalowane w maszynowni i produkują azot w formie gazowej, stosowany m.in. do: utrzymywania ciśnienia w przestrzeniach wokół zbiorników ładunkowych, uszczelniania wałów sprężarki VR, przedmuchiwania rurociągów ładunkowych, przewodów paliwa gazowego do silników DF i MEGI, oczyszczania rurociągów GCU, GVU i GVT, gaszenia pożarów w masztach odpowietrzających oraz przedmuchiwania systemów HiCOM i PRS;

Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) – stowarzyszenie powstałe w kwietniu 1970 r.; obecnie zrzesza ponad 100 firm na całym świecie, obejmując wszystkie liczące się na rynku firmy branży olejowej. Stowarzyszenie jest powszechnie uznanym głosem przemysłu naftowego, zapewniając fachową wiedzę w zakresie bezpiecznego transportu i przeładunku węglowodorów na statkach i terminalach oraz ustanawia standardy ciągłego doskonalenia. Stowarzyszenie przyczyniło się do pokaźnej liczby regulacji IMO, znacząco poprawiając bezpieczeństwo i ochronę środowiska;



Rys. 81. Urządzenie wytwarzające azot w formie gazowej / N2 generator

oil mist detector (OMD) – wykrywacz mgły olejowej; na zbiornikowcach można spotkać dwa typy tego urządzenia, pierwszy jest zainstalowany w silnikach głównych i pomocniczych, a drugi, „atmosferyczny”, w pomieszczeniach siłowni okrętowej (rys. 82). Gdy silnik pracuje, atmosfera w skrzyni korbowej jest mieszaniną powietrza z „grubymi” kroplami oleju, które są wyrzucane w jej wnętrzu. Jeśli wystąpi nienormalne tarcie między powierzchniami ślizgowymi lub jeśli ciepło zostanie przekazane do skrzyni korbowej, np. w wyniku pożaru w przestrzeniach podłokowych (silnik dwusuwowy), mogą wystąpić gorące punkty (hot spots), które spowodują odparowanie kropel oleju [29]. Kiedy para ponownie się skrapla, powstają niezliczone „małeńkie” kropelki, które są zawieszone w powietrzu, dzięki czemu powstaje mlecznobiała mgła olejowa, która w przypadku zapłonu jest w stanie zapalić się i rozprzestrzenić płomień. Zapłon może być spowodowany



Rys. 82. Wykrywacze mgły olejowej, z lewej – atmosferyczny, z prawej – skrzyni korbowej silnika / oil mist detectors, left – ambient OMD, right – engine OMD

przez to samo gorące miejsce, które spowodowało mgiełkę olejową. Jeśli przed zapłonem wytworzy się duża ilość mgły olejowej, spalanie może spowodować ogromny wzrost ciśnienia w skrzyni korbowej (wybuch), co wymusza chwilowe otwarcie zaworów bezpieczeństwa. W skrajnych przypadkach, gdy cała skrzynia korbowa jest wypełniona mgłą olejową, powstały wybuch może uszkodzić skrzynię korbową i spowodować pożar w maszynowni. Z tego powodu ważne jest, aby zastosować pewne środki wczesnego wykrywania nagromadzenia mgły olejowej. Wykrywacz mgły olejowej (OMD) stale monitoruje stężenie mgły olejowej w skrzyni korbowej silnika [16]. Dzięki temu, po przekroczeniu określonego progu, alarm zostanie aktywowany zanim stężenie mgły olejowej wzrośnie do dolnej granicy wybuchowości (LEL) lub ją przekroczy. Silnik zostanie awaryjnie zatrzymany z krótką zwłoką.

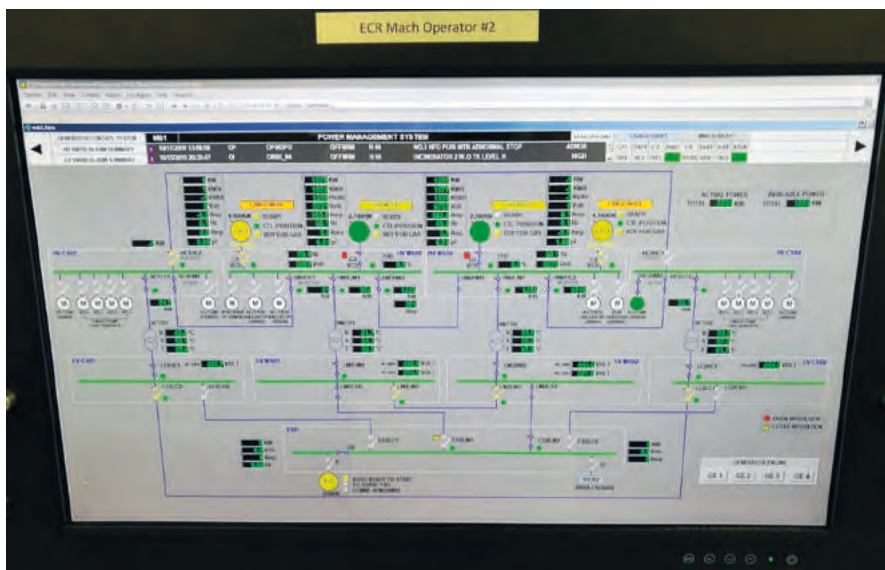
Drugi typ wykrywaczy mgły olejowej został zaprojektowany do wykrywania małych stężeń mgły olejowej na otwartych przestrzeniach i wczesnego ostrzegania o zagrożeniu pożarowym. System jest zwykle instalowany w maszynowniach, pompowniach, w pobliżu silników, pomieszczeniach z instalacjami hydraulicznymi lub wirówkami oleju/paliwa itp. Detektor ten wykorzystuje laserowy promień światła i zasadę jego przepuszczalności (spadku jego natężenia). Wiązka światła o określonej charakterystyce spektralnej pada na monitorowaną przestrzeń (odbiornik) i jest sprawdzana pod kątem wycieku mgły olejowej. Ilość światła jest porównywana z maksymalnym możliwym, gdy mgła olejowa lub dym i inne substancje nie są obecne w obszarze. W przypadku wystąpienia mgiełki olejowej lub innych cząstek stałych w przestrzeni, strumień światła jest tłumiony i zostaje uruchomiony alarm. Należy pamiętać, że oprócz reakcji na mgiełkę olejową zewnętrzny wykrywacz mgły olejowej będzie reagował również na inne przeszkody przechwytyjące wiązkę światła, np. dym i kurz [4];

personal protective equipment (PPE) – odzież i sprzęt ochronny; załoga zatrudniona na statku musi przestrzegać międzynarodowych oraz wyznaczonych przez armatora zasad bhp i używać odpowiedniej odzieży i sprzętu ochronnego (rys. 83), dostarczonego na statek zgodnie z przeznaczeniem i oceną ryzyka. Podstawowa odzież i sprzęt ochronny obejmują: kombinezon roboczy wraz z elementami odbłaskowymi, ochronniki słuchu, kask ochronny, okulary ochronne, obuwie przeciwślizgowe i antystatyczne posiadające nosek chroniący palce stóp, rękawice robocze, iskrobezpieczne latarki elektryczne (z atestem „gas safe equipment”), osobiste detektory gazu;



Rys. 83. Odzież i sprzęt ochronny / PPE (na zdjęciu jeden ze współautorów)

power management system (PMS) – system kontroli zasilania elektrycznego; celem systemu jest kontrolowanie zasilania elektrycznego i dystrybucji sieci elektrycznej statku za pośrednictwem zintegrowanego systemu automatyki IAS (rys. 84).



Rys. 84. System kontroli zasilania elektrycznego zaprojektowany przez firmę Honeywell / power management system designed by Honeywell

Oprócz tego PMS służy również do [17]:

- kontrolowania, uruchamiania, zatrzymywania i synchronizowania generatorów do głównej rozdzielni;
- wyłączenia niepotrzebnych odbiorników w przypadku przeciążenia elektrycznego;
- ograniczenia zapotrzebowania na obciążenie ze strony dużych odbiorników elektrycznych;
- automatycznego przywrócenia zasilania do sieci elektrycznej statku po zaniku napięcia na szynach GTR-u;
- monitorowania głównych i pokładowych tablic rozdzielczych wysokiego i niskiego napięcia;

purging – przedmuchanie; wprowadzenie par ładunku do rurociągów ładunkowych w celu utrzymania niepalnej atmosfery (stężenia gazu powyżej górnej granicy wybuchowości);

ramp down – proces zmniejszania natężenia przepływu ładunku (raty ładunkowej), aż do zakończenia załadunku lub wyładunku;

ramp up – proces zwiększania natężenia przepływu ładunku (raty ładunkowej), aż do uzyskania maksymalnego tempa ładunkowego lub wyładunkowego, uprzednio uzgodnionego z terminalem;

relief valve – zawór upustowy; każdy zbiornik ładunkowy, w zależności od wielkości, jest wyposażony w jeden lub dwa ciśnieniowe/próżniowe zawory bezpieczeństwa, zgodnie z wymogami kodeksu IGC (rys. 85).



Rys. 85. Zawory nadmiarowe zbiornika ładunkowego / cargo tank relief valves

Zawory nadmiarowe w zbiorniku ładunkowym są zamontowane u góry każdej kopuły gazu i upuszczają ciśnienie do odpowiedniego masztu odpowietrzającego (mast riser). Zawory są konfigurowane przez producenta w celu spełnienia wymagań dotyczących statku. Kiedy ciśnienie w zbiorniku osiągnie nastawioną wartość, pokonuje obciążenie sprężyny, umożliwiając otwarcie zaworu. Kiedy ciśnienie w zbiorniku spadnie do ustalonego poziomu, napięcie sprężyny zaczyna ponownie pokonywać ciśnienie w systemie, powodując, że zawór się zamyka [33];

risk assesment – ocena ryzyka wykonania określonego zadania (pracy);

rollover – (brak polskiego odpowiednika dla tego hasła); nagły wzrost objętości (i ciśnienia) oparów ładunku, związany ze spontanicznym wymieszaniem się warstw ładunku o różnej gęstości (najczęściej o różnej temperaturze);

rupture disc – bezpiecznik membranowy; jest to rodzaj płytki zabezpieczającej, powszechnie stosowanej na statkach w systemach pokładowych i maszynowych. Płytką, w zależności od konstrukcji, pęka pod wpływem ciśnienia lub temperatury, dokonując upustu ciśnienia (rys. 86).



Rys. 86. Przykład bezpiecznika membranowego, zainstalowanego w przewodzie wylotowym spalin silnika pomocniczego / rupture disc

Tego typu zabezpieczenie jest powszechnie stosowane w przewodach wylotowych spalin dla każdego silnika. Bardzo ważne jest, aby dyski były prawidłowo zainstalowane i aby żaden materiał nie był ustawiony w sposób uniemożliwiający ich działanie. Tarcze (płytki) są zaprojektowane tak, aby otwierały się w przypadku wybuchu w przewodzie wylotowym. W takim przypadku zainicjowane zostanie automatyczne wyłączenie odpowiedniego silnika;

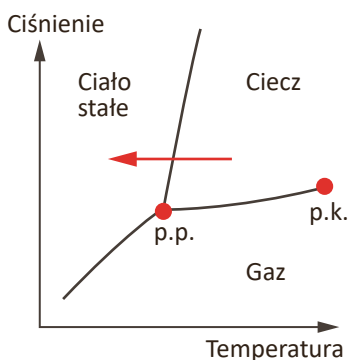
saturated vapour pressure – ciśnienie (prężność) pary nasyconej; jest to ciśnienie, przy którym (w określonej temperaturze) zachodzi równowaga pomiędzy skraplaniem i parowaniem. Wyznaczenie prężności pary nasyconej LNG wymaga szczegółowych obliczeń termodynamicznych zależnych od składu chemicznego gazu. Prężność oparów wpływa na tempo odparowania ładunku oraz ciśnienie w zbiorniku;

Ship Inspection Report Exchange (SIRE) – program zapoczątkowany przez OCIMF (Oil Companies International Marine Forum); stanowi bazę poufnych danych i raportów z inspekcji zbiornikowców. Zebrane informacje stanowią narzędzie do oceny ryzyka dla podmiotów zaangażowanych w transport i przeładunek LNG. Do korzystania z bazy danych SIRE uprawnieni są właściciele i operatorzy terminali, właściciele (operatorzy) zbiornikowców oraz instytucje zajmujące się bezpieczeństwem statków i terminali;

sloshing effect – przelewanie się ładunku w niecałkowicie zapełnionych zbiornikach ładunkowych (chlupotanie); wpływa negatywnie na stateczność statku (tak jak swobodne powierzchnie cieczy w zbiornikach balastowych), a także stanowi zagrożenie dla zbiorników membranowych w związku z możliwością mechanicznego uszkodzenia i zniszczenia zbiornika. Z tego też powodu stosuje się limity

ładunkowe, nie tylko określając maksymalne, ale również minimalne poziomy LNG w zbiornikach ładunkowych;

solidification – krzepnięcie; znane również jako zestalanie lub zamarzanie (freezing) to przemiana fazowa substancji ze stanu ciekłego do stanu stałego (rys. 87). Krzepnięcie odbywa się w stałej temperaturze, zwanej temperaturą krzepnięcia. Temperatura krzepnięcia substancji może być niższa od temperatury topnienia [22];



Rys. 87. Przemiana fazowa – krzepnięcie: p.p. – punkt potrójny, p.k. – punkt krytyczny / phase transition – solidification: p.p. – triple point, p.k. – critical point [22]

spill – wyciek (rozlew na pokładzie i/lub na powierzchni wody za burtą statku) paliwa, oleju, chemikaliów czy ładunku w wyniku błędu ludzkiego lub awarii danego urządzenia, bądź rurociągu;

spray pump – pompa natryskowa; pompy te są przeznaczone do ochładzania zbiorników ładunkowych przed załadunkiem i po przeglądach; są w budowie podobne do głównych pomp ładunkowych. Pompy natryskowe (rys. 88), podobnie jak główne pompy ładunkowe, są wyposażone są w silniki typu zanurzeniowego; uzwojenia silnika są chłodzone przez pompowany LNG [37].

Skroplony gaz ziemny jest również używany do smarowania i chłodzenia pompy i łożysk. Pompy natryskowe są zwykle uruchamiane i zatrzymywane przez stacje robocze operatora zintegrowanego systemu automatyzacji (IAS) w pokładowej centrali sterująco-kontrolnej. Okoliczności, w których można stosować te pompy, są następujące [6]:

- dostarczenie niezbędnego LNG do parownika LNG, w celu wprowadzenia par ładunku do zbiorników, zwiększając ciśnienie w nich panujące podczas rozładunku LNG bez powrotu par ładunku z terminalu;



Rys. 88. Pompa natryskowa / spray pump

- dostarczenie LNG do parownika o obiegu wymuszonym w celu zwiększenia odparowania ładunku, gdy statek nie ma wystarczającej ilości naturalnego odparowania;
- do zasilania LNG w zbiornikach ładunkowych podczas rejsu pod balastem w celu schłodzenia wszystkich zbiorników ładunkowych do temperatury około -130°C za pomocą jednej z pomp rozpylających;
- do schłodzenia kolektora cieczy przed rozpoczęciem wyładunku;
- do osuszania zbiorników;

static electricity – elektryczność statyczna; to brak równowagi ładunków elektrycznych w obrębie jednego lub więcej obiektów (materiałów). Z terminem tym

związane jest powstawanie, gromadzenie i zanik niezrównoważonego ładunku elektrycznego na powierzchniach różnych obiektów. Znaczny statyczny ładunek elektryczny może być wygenerowany przepływem cieczy z dużą prędkością (tarcie), zmianą cieczy na parę oraz małymi cząstkami cieczy przenoszonymi w parze itd. Rozładowaniu ładunków statycznych towarzyszy iskra, która może być inicjatorem pożaru lub wybuchu, jeśli rozładowanie nastąpi w atmosferze palnej. Aby zapobiec wyładowaniom elektrostatycznym podczas operacji ładunkowych statku, montuje się kołnierz izolacyjny (insulating flange) z tworzywa sztucznego, który zapobiega przepływowi prądu pomiędzy dwoma powierzchniami metalowymi, tj. kolektorem (manifold) statkowym a ramionami ładunkowymi terminalu;

strainer – filtr zgrubny; filtry zgrubne montowane są pomiędzy kolektorem a ramionami ładunkowymi, chronią rurociągi przed dostawianiem się obcych elementów (rys. 89);



Rys. 89. Ładunkowy filtr zgrubny / strainer

tank dome – kopuła sferycznego zbiornika typu MOSS;

triple fuel engine (TF Engine) – silnik trójpaliwowy; silnik spalinowy zasilany paliwem destylacyjnym, pozostałościowym bądź gazem (LNG) w zależności od potrzeb. Silnik ten może pracować wyłącznie na paliwie destylacyjnym, pozostałościowym lub na gazie wraz z dawką paliwa pilotowego. W średnioobrotowych

silnikach firmy Wärtsilä tylko paliwo destylacyjne jest używane jako paliwo pilotowe, aby zainicjować spalanie gazu;

uninterruptible power supplies (UPS) – zasilacz awaryjny; bezprzerwowe źródło zasilania; niezbędne odbiorniki na statku są zasilane z normalnych i awaryjnych źródeł zasilania, 230 V lub 440 V prądu przemiennego poprzez przetwornicę prądu. W sytuacji awaryjnej (zanik głównego lub awaryjnego źródła zasilania) zasilane są z bateryjnego systemu podtrzymania – 24 V prądu stałego. Do najważniejszych urządzeń zasilanych przez omawiany system należą m.in.: urządzenia nawigacyjne wraz z elektronicznymi mapami i radarami, zintegrowany system automatyki okrętowej, system monitoringu, panel wykrywania przecieków gazu. Rozdzielnica akumulatorów (rys. 90) zasilana jest zazwyczaj prądem przemienным 440 V z głównej rozdzielniczy statkowej. Prąd zmienny 440 V jest przekształcany i prostowany na prąd stały 24 V. Dwa źródła zasilania (normalne i awaryjne) 440 V mają indywidualne transformatory i prostowniki. W przypadku utraty obu źródeł 440 V, system akumulatorów będzie nadal zasiliał odpowiednie odbiorniki. Temperatura akumulatorów jest monitorowana i służy do określania prawidłowego napięcia ładowania. Temperatura akumulatora jest wyświetlana na panelu kontrolnym (rys. 91). W przypadku, gdy temperatura akumulatora wzrośnie powyżej normy, napięcie ładowania odpowiednio spadnie [40];



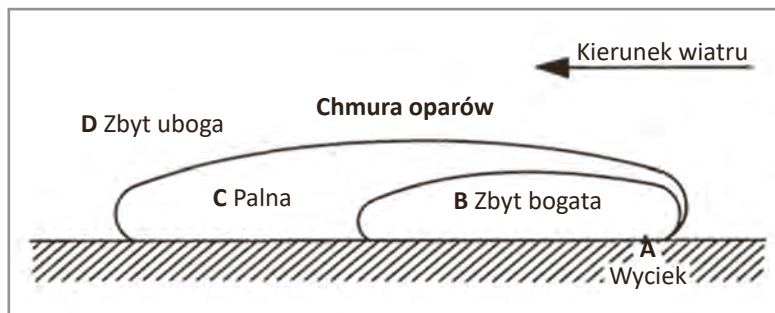
Rys. 90. Stacja akumulatorów systemu UPS / UPS batteries station



Rys. 91. Panel sterujący ładowaniem akumulatorów systemu UPS / UPS control panel

upper explosive limit (UEL) – górna granica wybuchowości. Jest to stężenie gazu w mieszaninie z powietrzem, powyżej której nie utworzy się atmosfera wybuchowa ze względu na zbyt małą ilość tlenu potrzebnego do procesu spalania (rys. 15, linia DE). Dla LNG górna granica wybuchowości wynosi 15% obj. zawartości gazu;

vapour cloud – chmura oparów ładunku (rys. 92);



Rys. 92. Chmura oparów ładunku ze wskazaniem stref palności / vapour cloud [27]

vapour dome – patrz: **gas dome**;

vapour relative density – względna gęstość pary, stosunek masy pary lub gazu w odniesieniu do masy powietrza o tej samej objętości. Substancje lżejsze od powietrza mają gęstość względną mniejszą niż 1,0 (np. metan). Substancje cięższe od powietrza mają gęstość względną większą niż 1,0 (np. dwutlenek węgla);

vapour return compressor (VR compressor) – patrz: high duty compressor (HD compressor);

vapour return heater (VR heater) – patrz: high duty heater (HD heater);

venting – upuszczanie; uwolnienie (usunięcie) par ładunku lub gazu obojętnego do atmosfery;

vent mast – maszt odpowietrzający; każdy zbiornik ładunkowy jest wyposażony w maszt odpowietrzający zbudowany ze stali nierdzewnej (rys. 93), umieszczony



Rys. 93. Maszt wentylujący / vent mast

na pokładzie statku. Rura upustowa każdego zbiornika jest prowadzona do odpowiednich masztów odpowietrzających, gdzie odprowadzany gaz kierowany jest do góry. W górnej części masztu znajduje się ekran ochronny zapobiegający przedostawaniu się deszczu. Do każdego z masztów zamocowano przewód przedmuchiwania azotem (rys. 94).



Rys. 94. Przewód do przedmuchiwania azotem masztu odpowietrzającego /
vent mast nitrogen purging line

Maszt odpowietrzający numer 1 (pierwszy od dziobu statku) jest wyposażony w automatyczny zawór upustowy, który można obsługiwać zdalnie z pokładowej centrali sterująco-kontrolnej CCR. Natomiast w maszcie nr 4 (pierwszy od rufy statku) znajdują się dodatkowe otwory wentylacyjne składające się z przewodów upustowych silników głównych MEGI oraz silników pomocniczych dwu- lub trój-paliwowych;

warming up – proces zwiększenia temperatury w zbiorniku ładunkowym do temperatury, w której inertowanie lub aeracja (napowietrzenie) może być bezpiecznie przeprowadzona, bez ryzyka zamarznięcia pozostałego w rurociągach dwutlenku węgla;

Wärtsilä operator interface station (WOIS) – interfejs silników pomocniczych firmy Wärtsilä; dostarcza on operatorowi informacji potrzebnych do rozwiązywania problemów, analizy i konserwacji silników (rys. 95). System zbiera i rejestruje dane z każdego silnika i systemów pomocniczych oraz prezentuje je na kilku stronach (oknach) wyświetlacza. Wyświetlanie trendów jest dostępne dla prawie każdej wartości. Parametry mierzone i monitorowane są również prezentowane w formie listy alarmów i zdarzeń [16];



Rys. 95. Interfejs silników pomocniczych firmy Warsila / WOIS

water treatment unit (WTU) – zespół oczyszczania wody z recyrkulacji spalin EGR (rys. 96); zadaniem systemu jest ciągłe czyszczenie cyrkulowanej wody procesowej w trakcie działania systemu EGR oraz kontrola, czyszczenie i wypompowanie za burtę lub do zbiornika nadmiaru wody wytworzonej w procesie EGR.

Głównymi elementami systemu są: separatory odśrodkowe, pompy do transferu osadu, zbiornik zawierający koagulant z pompą wtryskową, zbiornik zawierający wodorotlenek sodu (NaOH) z pompą dozującą, zbiorniki szlamu, mierniki pH i mętności. Dwa separatory działają równolegle, sterownik systemu zawiera wbudowaną funkcję oszczędzania energii, która dostosowuje liczbę działających separatorów do ilości wody krążącej w systemie, która z kolei zależy od obciążenia silników głównych. Zmętnienie i pH uzdatnionej w separatorze wody wylotowej są stale mierzone przez czujniki systemu kontroli jakości. Niskie pH neutralizuje się przez wstrzyknięcie wodorotlenku sodu (NaOH) za pomocą pompy



Rys. 96. Zespół separatorów oczyszczający wodę w procesie EGR / water treatment unit

dozującej i zdalnie sterowanego zaworu do kolektora wylotowego pompy przed separatorami. Wysokie zmętnienie neutralizuje się poprzez dozowanie koagulantu za pomocą pomp wtryskowych do wody obiegowej systemu. W przypadku, gdy wypuszczana woda nie spełnia kryteriów zrzutu, zostanie odprowadzona do zbiornika szlamu [34];

weather cover – płaszcz zewnętrzny zbiornika;

weathering – proces przedostawania się ciepła z otoczenia do zbiornika;

window valve – szczelinowy zawór blokujący; zawór, który kontroluje maksymalną ilość gazu wlatującego do akumulatora gazowego znajdującego się w bloku gazowym (rys. 97). Stanowi zabezpieczenie przed wtryskiem nadmiernej ilości gazu do komory spalania. W pierwszej kolejności otwiera się szczelinowy zawór blokujący (window valve), następnie otwiera się zawór wtryskowy gazu (GIV), podając odpowiednią dawkę paliwa gazowego do komory silnika. Po podaniu dawki zamyka się zawór wtryskowy gazu (GIV) i po nim zamyka się szczelinowy zawór blokujący (window valve). W momencie wystąpienia nieszczelności na wtryskiwaczu gazu, spada ciśnienie w akumulatorze gazowym, zostaje aktywowany alarm i silnik automatycznie przechodzi na zasilanie paliwem ciekłym [29].



Rys. 97. Szczelinowy zawór blokujący / window valve

SKOROWIDZ TEMATYCZNY

Hasło	Strona	Klasyfikacja tematyczna hasła				
		Napęd główny statku	Urządzenia pomocnicze	System przeładunkowy	Bezpieczeństwo	Inne
aeration	13			x	x	
ACOM unit	15	x	x			
AHU	13		x		x	x
air handling unit	13		x		x	x
arc flash	14		x		x	x
auto-ignition temperature	14					x
automated cylinder oil mixing unit	15	x	x			
BA compressor	18		x		x	
BA set	18				x	x
bearing wear monitoring system	16	x	x			
BLEVE	16				x	x
BOG	16			x		x
boil-off gas	16			x		x
boiling liquid expanding vapour explosion	16				x	x
boiling point	18					x
breathing apparatus	18				x	x
breathing apparatus compressor	18		x		x	
british thermal unit	19					x
BTU	19					x
BWMS	16	x	x			
catwalk	19			x		x
CABA compressor	22		x		x	
CABA set	22				x	x
cargo control room	20		x	x	x	x
cargo pump	21		x	x		
CCR	20		x	x	x	x
CCTV	22		x	x	x	x
CGR	24					x
closed circuit television	22		x	x	x	x
componder	22		x	x		

Hasło	Strona	Klasyfikacja tematyczna hasła				
		Napęd główny statku	Urządzenia pomocnicze	System przeładunkowy	Bezpieczeństwo	Inne
compressed air breathing apparatus	22				x	x
compressed air breathing apparatus compressor	22		x		x	
compressor-expander	22		x	x		
compressor room	23		x	x	x	x
condensate gas ratio	24					x
cooling down	24			x	x	x
critical dilution line	24				x	X
critical temperature	24			x	x	x
cryogenic filter	25		x	x	x	
CTS	26		x	x	x	
custody transfer system	26		x	x	x	
demister	27		x	x	x	
density profile measurement system	27		x	x	x	
dew point	28			x	x	x
dew point meter	28				x	x
DFDE	30	x	x			
DF Engine	31	x	x			
DPMS	27		x	x	x	
drip tray	28		x	x	x	
drying	28			x	x	x
dry powder fire fighting system	29		x		x	
dual fuel diesel electric	30	x	x			
dual fuel engine	31	x	x			
dumping	31	x	x		x	
EAP	40	x	x		x	
ECR	34	x	x		x	
ECS	35	x	x		x	
EDS	36	x	x		x	
EEBD	34				x	x
EGR	36	x	x			
electronic gas injection valve	33	x				
electronic window valve	34	x				
ELGI valve	33	x				
ELWI valve	34	x				
emergency cargo pump	34		x	x	x	
emergency escape breathing device	34				x	x
emergency shutdown valve	34		x	x	x	
engine control room	34	x	x		x	

Hasło	Strona	Klasyfikacja tematyczna hasła				
		Napęd główny statku	Urządzenia pomocnicze	System przeładunkowy	Bezpieczeństwo	Inne
engine control system	35	x	x		x	
engine diagnostics system	36	x	x		x	
ESD valve	34		x	x	x	
exhaust gas recirculation	36	x	x			
Ex-proof	39		x		x	x
explosion-proof	39		x		x	x
extension alarm panel	40	x	x		x	
fan coil unit	40		x		x	
FCC	42		x		x	
FCU	40		x		x	
FGSS	43	x	x		x	
fire alarm panel	41		x		x	
fire control center	42		x		x	
FIV	43	x	x			
flammable / explosive range	42					x
flash point	42					x
flying passage	42			x		x
forcing vaporiser	42		x	x	x	
FRS	45		x	x	x	
fuel gas supply system	43	x	x		x	
fuel injection valve	43	x	x			
full reliquefaction system	45		x	x	x	
fusion	46					x
gas admission valve	46	x	x			
gas combustion unit	47		x	x	x	
gas detection system	47		x		x	
gas dome	49		x	x	x	
gas free	50			x	x	x
gas house	50		x	x	x	x
gas injection valve	50	x	x			
gas sampling system	51		x		x	
gassing up	51			x		x
gas valve train	51	x	x		x	
gas valve unit	52	x	x		x	
GAV	46	x	x			
GCU	47		x	x	x	
GIV	50	x	x			
GVT	51	x	x		x	
GVU	52	x	x		x	

Hasło	Strona	Klasyfikacja tematyczna hasła				
		Napęd główny statku	Urządzenia pomocnicze	System przeładunkowy	Bezpieczeństwo	Inne
HCU	59	x	x			
HD compressor	54		x	x	x	
HD heater	54		x	x	x	
heel	53			x	x	x
HiCOM	54	x	x	x		
high duty compressor	54		x	x	x	
high duty heater	54		x	x	x	
high pressure compressor	54	x	x	x		
high voltage switch board	57		x			x
HMI	57		x			x
hold space	57			x	x	x
HPS unit	59	x	x			
human machine interface	57		x			x
HV SWBD	57		x			x
hydrate prevention	58					x
hydraulic cylinder unit	59	x	x			
hydraulic power supply unit	59	x	x			
IAS	63	x	x	x	x	x
ICCP	63		x			
ice prevention	60			x	x	x
IG	60			x	x	x
IGG	60		x	x	x	
inert gas	60			x	x	x
inert gas generator	60		x	x	x	
inerting	61			x	x	x
inertization	61			x	x	x
insulating flange	61				x	x
insulation	61		x	x	x	
insulation disk	63		x	x	x	
integrated automation system	63	x	x	x	x	x
impressed current cathodic protection	63		x			
jettisoning of cargo	65			x	x	x
latent heat of vaporisation	65					x
LD compressor	71		x	x	x	
LD heater	71		x	x	x	
LDCL cooling water system	68	x	x			
leak before break	65		x	x	x	
LEL	71				x	x

Hasło	Strona	Klasyfikacja tematyczna hasła				
		Napęd główny statku	Urządzenia pomocnicze	System przeładunkowy	Bezpieczeństwo	Inne
liquefied natural gas	65					x
liquid dome	65		x	x	x	
liquid relative density	67					x
LNG	65					x
LNG vaporiser	67		x	x	x	
load dependent cylinder liner cooling water system	68	x	x			
local operating panel	69	x			x	
lock out tag out	70				x	x
LOP	69	x			x	
LOTO	70				x	
low duty compressor	71		x	x	x	
low duty heater	71		x	x	x	
lower explosive limit	71				x	x
low voltage switch board	72		x			x
LV SWBD	72		x			x
main operation panel	72	x	x			
manifold	72		x	x		
MEGI	72	x	x			
melting	75					x
MOP	72	x	x			
muster station	75				x	x
N2 generator	76		x	x	x	
natural boil-off	76					x
NBO	76					x
nitrogen generator	76		x	x	x	
OCIMF	76					x
Oil Companies International Marine Forum	76					x
oil mist detector	77	x	x	x	x	x
OMD	77	x	x	x	x	x
partial reliquefaction system	45		x	x	x	
personal protective equipment	79				x	x
PMS	79		x		x	
power management system	79		x		x	
PPE	79				x	x
PRS	45		x	x	x	
purging	80			x	x	x
ramp down	80			x		x
ramp up	80			x		x

Hasło	Strona	Klasyfikacja tematyczna hasła				
		Napęd główny statku	Urządzenia pomocnicze	System przeładunkowy	Bezpieczeństwo	Inne
relief valve	81		x	x	x	
risk assesment	81				x	x
rollover	81			x	x	x
rupture disc	81		x		x	
saturated vapour pressure	82					x
Ship Inspection Report Exchange	82			x	x	x
SIRE	82			x	x	x
sloshing effect	82			x	x	x
solidification	83					x
spill	83				x	
spray pump	83		x	x		
static electricity	84					x
strainer	85		x			
tank dome	85		x	x		
TF Engine	85	x	x			
triple fuel engine	85	x	x			
UEL	87				x	x
uninterruptible power supplies	86		x		x	
upper explosive limit	87				x	x
UPS	86		x		x	
vapour cloud	87			x	x	x
vapour dome	87		x	x	x	
vapour relative density	87					x
vapour return compressor	88		x	x	x	
vapour return heater	88		x	x	x	
venting	88			x	x	
vent mast	88		x	x	x	
VR compressor	88		x	x	x	
VR heater	88		x	x	x	
warming up	89		x	x	x	
Wärtsilä operator interface station	90	x	x		x	
water treatment unit	90	x	x			
weather cover	91		x	x		
weathering	91					x
window valve	91	x	x			
WOIS	90	x	x		x	
WTU	90	x	x			

BIBLIOGRAFIA

1. *ACOM Mechanical 6.X*. User Manual. Rev. B. Serman & Tipsmark. ROJ., 22.02.2019 – **ACOM unit**
2. *ACOM Software 6.X*. User Manual. Rev. B. Serman & Tipsmark. ROJ., 22.02.2019 – **ACOM unit**
3. *Air Conditioning and Ventilation Plant*. Operation manual. Rev. 2. HI AIR KOREA Co., Ltd. 09.02.2017 – **AHU**
4. *Ambient oil mist detection Salwico COMD5*. Final drawing. Rev. 0. CMAB Ref: SG-35706. Consilium Marine AB, 22.05.2018 – **OMD**
5. *Bearing Wear Monitoring System*. Doosan B-WACS. Document No. B-WACS-G006. Doosan Engine Co., Ltd., 01.2015 – **BWMS**
6. *Cargo pump*. DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE ENGINEERING CO., LTD. Instruction manual. SHINKO Ind. LTD – Hiroshima – Japan, 12.09.2018. **cargo/spray/emergency pumps**
7. *Cathelco: C-shield ICCP*. System installation & instruction manual. Cathelco Limited, Marine House, Hipper Street South, Chesterfield, United Kingdom – **ICCP**
8. *CoCoS EDS*. User's Guide – Version 1.70. Engine Diagnostic System. MAN Diesel SE, 86224 Augsburg – Germany – **engine diagnostics system**
9. *Cryogenic Filter Package*. Installation & Operation & Maintenance Manual. PALL Corporation, Korea 15.12.2017 – **cryogenic filter**
10. *CRYOSTAR Working Drawings*. Operation manual. CRYOSTAR for Ship Hull Piping Design Department DSME. 07.06.2017 – **forcing/LNG vaporiser**
11. *Custody Transfer System K-GAUGE LNG /CTS*. Final Drawing. Kongsberg Maritime AS, N-7005 Trondheim, Norway – **CTS/DPMS**
12. *Gas Sampling System Salwico SW2020*. User manual. Consilium Marine AB. Goteborg – Sweden, 02.2006 – **gas sampling**
13. *Gas Valve Train Single Line*. User Manual. Type number:14588. Eltronic A/S 07.04.2017 – **GVT**
14. *Gas Valve Unit (GVU)*. Wärtsilä Gvu-OD DN50, DN80, DN100 Operation & Maintenance Manual. Wärtsilä Finland Oy, 27.12.2017 – **GVU**
15. *GTT Membrane Cargo Containment Systems*. GTT Tank Construction training materials. GTT 12.11.2017 – **insulation/domes**
16. *Engine W34DF Operation Advanced*. Training manual. Document number W34DF-L06TMCB003L_01en. Wartsila Finland Oy, Services Turku Training Centre, 03.06.2014 – **DF engine/Wartsila**
17. *Experion PKS – IAS System*. Operation manual. Rev. 00. Honeywell Co., Ltd. Korea 01.2018 – **IAS**
18. *Extension Alarm System Specification*. Instruction manual. Rev. 1. Honeywell Co., Ltd. Korea 27.11.2018 – **EAP**

19. <https://cryostar.com/small-scale-liquefaction-companders/liquefaction-unit-on-land/compander>. Dostęp: 05.03.22 – **compander**
20. <https://iemif.com.br/sitenovo/artigo/caso-007-o-maior-acidente-da-reduc-1972>. Dostęp: 15.03.2022 – **BLEVE**
21. <https://manntek.se/products/innovative-accessories/insulation-flange>. Dostęp: 15.03.2022 – **insulating flange**
22. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Krzepnięcie>. Dostęp: 01.04.22 – **solidification**
23. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Topnienie>. Dostęp: 01.04.22 – **fusion**
24. *Inert Gas System*. Instruction manual. Aalborg Industries Inert Gas Systems B.V. for Hyundai Heavy Industries CO., LTD., 01.06.2008 – **IGG**
25. *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals – ISGOTT*. 6th Edition. With-erby Seamanship Inter 2020. – **poradnik na temat transportu LNG**
26. *Laby®-GI Compressor*. Instruction Manual IM 102667en. Rev. 001. Burckhardt Com-pression AG, 27.07.2017 – **HiCOM**
27. *LNG SHIPPING KNOWLEDGE*. 3rd Edition. Witherby Seamanship Inter 2020. – **poradnik na temat transportu LNG**
28. *MAN B&W Exhaust Gas Recirculation*. Operation Manual, Software Version 1707-1, 0210-0010-002. MAN Diesel & Turbo, Teglhømsgade 41, DK-2450 Copenhagen SV – **EGR**
29. *MAN B&W Technical Documentation MAN B&W ME-C-GI*. Original instructions. MAN Diesel & Turbo, DK-2450 Copenhagen SV – **DF engine/MAN**
30. *Moss Inert Gas, Combined IGG/GCU*. Operation and maintenance manual. Doc. no.: 131728-848-01. Revision: 02. Wartsila Inert Gas, 01.06.2018 – **IGG/GCU**
31. *N2 Generator*. Final Drawings. Rev. 00. Document Number: 60227-0800-001. Air Product – Pioneering nitrogen membrane technology worldwide, 12.10.17 – **N2 gen-erator**
32. *Partial(Full) Reliquefaction System Unit*. Operation manual. Document No. SW-H2441VD001. DSSW- Samwoo Heavy Industry Co., Ltd. 28.02.2018 – **FRS/PRS**
33. *Pilot Operated Safety Valve and Conventional Safety Valve*. Instruction manual 4th Edition. Fukui Seisakusho Co., Ltd., Overseas Design Team 26.09.2017 – **relief valve**
34. *PureNOx Prime 200*. Installation System Reference. Book No. 9028867-02 V2. Product No. 881303-01-01. Alfa Laval Tumba AB., 12.2016 – **WTU**
35. *Salwico GS5000 Gas Detection System*. User Guide. Consilium Marine & Safety AB. Fire & Gas Marine Division. 09.2015 – **gas detection system**
36. *Separate Air-con. System for E/R & CSBR*. Operation manual. Rev. 2. HI AIR KOREA Co., Ltd. 07.03.2017 – **FCU**
37. *SHINKO LNG Pump*. Training materials. SHINKO Ind. LTD. Technical Division 2017 – **cargo/spray/emergency pumps**
38. *Turbo-Compressor System Type: CM 200 LD*. Installation, operation and maintenance manual. CRYOSTAR – S.A.S, 07.12.2006 – **LD compressor**
39. *Turbo-Compressor System Type: CM 400/55 HD*. Installation, operation and maintenance manual. CRYOSTAR – S.A.S, 07.12.2006 – **HD compressor**
40. *Uninterruptible power supply system*. Final Drawing. Anda-Olsen AS Norway, 10.06.2016 – **UPS**
41. *Vamp 321 Arc Flash Protection System*. User manual. Vamp Ltd. Finland 2012 – **arc flash**

SPIS RYSUNKÓW

1. Centrala wentylacyjna / air handling unit	13
2. Detektor łuku elektrycznego / arc flash detector	14
3. Jednostka automatycznego mieszania oleju cylindrowego / ACOM unit	15
4. System monitorujący zużycie łożysk / bearing wear monitoring system	16
5. Odparowanie ładunku / boil-off gas	17
6. Wybuch typu BLEVE mający miejsce w rafinerii Duque de Caxias w 1972 roku / BLEVE explosion	17
7. Aparat oddechowy / breathing apparatus	18
8. Sprężarka powietrza butli aparatów oddechowych / BA compressor	19
9. Przejście pomiędzy kopułami zbiorników typu MOSS / catwalk	20
10. Pokładowa centrala sterująco-kontrolna / cargo control room	20
11. Pompa ładunkowa / cargo pump. Zdjęcie wykonano w trakcie montażu w zbiorniku ładunkowym na stoczni	21
12. System monitoringu / closed circuit television	22
13. Wielostopniowa sprężarko-rozprężarka z wodnymi chłodnicami firmy Cryostar / Cryostar compander	23
14. Pomieszczenie sprężarek ładunkowych / compressor room	23
15. Wykres palności / flammability diagram. Opracowanie własne	24
16. Kriogeniczny zespół filtrujący / cryogenic filter	25
17. Ładunkowy system nadzoru / custody transfer system	26
18. Urządzenia pomiarowe systemu nadzoru ładunku / radar tank gauge	27
19. System pomiaru profilu gęstości LNG / density profile measurement system	28
20. Higrometr elektroniczny / dew point meter	29
21. Studzienka ściekowa / drip tray	29
22. Proszkowy system gaśniczy, z lewej prądownica, z prawej zbiornik na suchy proszek / dry powder fire fighting system, left – dry powder monitor, right – dry powder tank	30
23. Silnik elektryczny napędu statku typu DFDE / DFDE vessel main propulsion electric motor	30
24. Przekładnia redukcyjna napędzająca śrubę o skoku stałym statku z napędem typu DFDE / DFDE vessel reduction gear driving fixed pitch propeller	31
25. Silnik dwu paliwowy / dual fuel engine	32

26. Zawory elektromagnetyczne sterujące pracą zaworów wtryskowych gazu i zaworu blokującego / ELGI and ELWI valves	32
27. Awaryjna pompa ładunkowa / emergency cargo pump	33
28. Oddechowy aparat ratunkowy / EEBD	35
29. Przykład przycisków ESD znajdujących się na konsoli w pokładowej centrali sterująco-kontrolnej / ESD pushbuttons on CCR console	35
30. Maszynowa centrala manewrowo-kontrolna / engine control room	36
31. Elementy systemu sterowania silnikiem MAN 5G70ME-C9.5-GI-EGR, na zdjęciu przedstawiono pięć modułów sterowania pracą poszczególnych cylindrów silnika / engine control system, five cylinder control units	37
32. System diagnostyczny silnika / engine diagnostics system	37
33. Recyrkulacja gazów spalinowych / exhaust gas recirculation system, rysunek zaczerpnięty z materiałów szkoleniowych firmy MAN	38
34. Przykładowe oznaczenia Ex-proof na urządzeniach różnych producentów / examples of Ex-proof labels	39
35. Panel alarmowy stosowany przez firmę Honeywell / extension alarm panel	39
36. Konwektor klimatyzacji pomieszczenia rozdzielni niskiego napięcia / fan coil unit	40
37. Panel alarmów pożarowych / fire alarm panel	41
38. Stacja przeciwpożarowa / fire control center	42
39. Wymiennik ciepła / forcing vaporiser	43
40. System zasilania paliwem gazowym / fuel gas supply system (FGSS)	44
41. Zawór wtryskowy paliwa silnika MAN 5G70ME-C9.5-GI-EGRBP / fuel injection valve	44
42. System częściowego skraplania gazu / partial reliquefaction system	45
43. Przemiana fazowa – topnienie / phase transition – fusion	46
44. Niskociśnieniowy zawór dopustu gazu / gas admission valve	47
45. Urządzenie służące do spalania nadmiaru gazu LNG i wytwarzania gazu obojętnego / Combined GCU/IGG	48
46. Panel alarmowy systemu wykrywania gazu / gas detection system alarm panel	48
47. Kopuła gazu zbiornika ładunkowego widziana od strony pokładu / gas dome view from main deck	49
48. Kopuła gazu zbiornika ładunkowego widziana od strony zbiornika / gas dome view from cargo tank	50
49. Zawór wtryskowy gazu silnika MAN 5G70ME-C9.5-GI-EGRBP (GIV).....	50
50. Panel sterujący systemem pobierania próbek gazu / gas sampling system panel	51
51. Urządzenie kontrolujące przepływ gazu do silników głównych MEGI / gas valve train	52
52. Urządzenie kontrolujące przepływ gazu do silników pomocniczych DFDE / gas valve unit	53
53. Wysoko wyężona sprężarka kontrolująca ciśnienie w zbiornikach podczas załadunku / HD compressor	54
54. Wysoko wyężony podgrzewacz parowy / HD heater	55
55. Widok z górnego podestu kompresorowni na dwie wysoko ciśnieniowe sprężarki gazu / two high pressure compressors	55
56. Widok z górnego podestu ukazujący głowice poszczególnych stopni sprężarki / HiCOM cylinder heads	56

57. Główna rozdzielnia wysokiego napięcia / high voltage switch board	57
58. Panele dotykowe HMI kotłów pomocniczych / auxiliary boilers HMI panels	58
59. Zespół hydrauliczny układu cylindrowego / hydraulic cylinder unit	58
60. Pompy hydrauliczne napędzanie silnikiem systemu HPS / HPS pumps	59
61. Wytwornica gazu obojętnego / inert gas generator	61
62. Kołnierz izolujący / insulating flange	62
63. Izolacja zbiornika / insulation	62
64. Dysk izolujący w zbiornikach typu MOSS / insulation disk	63
65. Ekran stacji roboczej zintegrowanego systemu automatyzacji firmy Honeywell / Honeywell integrated automation system workstation	64
66. Panel kontrolny systemu elektrochemicznej ochrony katodowej kadłuba statku / ICCP control panel	64
67. Dysza do wyrzucania ładunku za burtę / jettison nozzle	65
68. Widok kopuły cieczy zbiornika ładunkowego od strony pokładu / liquid dome seen from main deck	66
69. Widok kopuły cieczy zbiornika ładunkowego GTT Mark III od strony zbiornika / liquid dome seen from cargo tank	66
70. Wymiennik ciepła / LNG vaporiser	67
71. Pompa cyrkulacyjna układu LDCL / LDCL cooling water system circulation pump	68
72. Lokalny panel sterowania firmy Kongsberg silnika typu ME / Kongsberg LOP	69
73. Stacja LOTO służąca do przechowywania i zarządzania systemem blokad, kłódek i zawieszek / LOTO station	70
74. Dwie nisko wyteżone sprężarki / LD compressors	71
75. Nisko wyteżony podgrzewacz / LD heater	72
76. Główna rozdzielnia niskiego napięcia / low voltage switch board	73
77. Główny panel operacyjny / main operation panel	73
78. Manifold ładunkowy statku LNG / LNG vessel manifold	74
79. Dwusuwowy wodzikowy silnik główny produkcji MAN przeznaczony do spalania gazu LNG / MEGI	74
80. Oznaczenie miejsca zbiórki / muster station point	75
81. Urządzenie wytwarzające azot w formie gazowej / N2 generator	77
82. Wykrywacze mgły olejowej, z lewej – atmosferyczny, z prawej – skrzyni korbowej silnika / oil mist detectors, left – ambient OMD, right – engine OMD	78
83. Odzież i sprzęt ochronny / PPE (na zdjęciu jeden ze współautorów)	79
84. System kontroli zasilania elektrycznego zaprojektowany przez firmę Honeywell / power management system designed by Honeywell	80
85. Zawory nadmiarowe zbiornika ładunkowego / cargo tank relief valves	81
86. Przykład bezpiecznika membranowego, zainstalowanego w przewodzie wyloto- wym spalin silnika pomocniczego / rupture disc	82
87. Przemiana fazowa – krzepnięcie / phase transition – solidification	83
88. Pompa natryskowa / spray pump	84
89. Ładunkowy filtr zgrubny / strainer	85
90. Stacja akumulatorów systemu UPS / UPS batteries station	86
91. Panel sterujący ładowaniem akumulatorów systemu UPS / UPS control panel ...	87
92. Chmura oparów ładunku z wskazaniem stref palności / vapour cloud	87

93. Maszt wentylujący / vent mast	88
94. Przewód do przedmuchiwania azotem masztu odpowietrzającego / vent mast nitrogen purging line	89
95. Interfejs silników pomocniczych firmy Warsila / WOIS	90
96. Zespół separatorów oczyszczający wodę w procesie EGR / water treatment unit	91
97. Szczelinowy zawór blokujący / window valve	92

STRESZCZENIE

Mały angielsko-polski leksykon terminów związanych z eksploatacją zbiornikowców LNG

W pracy przedstawiono definicje podstawowych haseł związanych z budową, działaniem i eksploatacją zbiornikowców (gazowców) LNG. Omówiono maszyny i urządzenia oraz podsystemy związane z napędem głównym statku, mechanizmami pomocniczymi, procesem przeładunkowym oraz bezpieczeństwem eksploatacyjnym. Definicje słownikowe uzupełniono materiałem zdjęciowym wykonanym na pokładzie obecnie najpopularniejszych serii gazowców LNG. Opisane w pracy napędy główne tych statków to dwupaliwowy układ spalinowo-elektryczny oraz dwupaliwowe, wolnoobrotowe wodorowe dwusuwowe silniki zasilane gazem ziemnym. W pracy opisano systemy obsługi gazu wykorzystujące nisko i wysoko wyężone sprężarki gazu oraz wysoko ciśnieniowe sprężarki gazu, wysoko wydajne sprężarki gazu, system do skraplania gazu i układ do spalania nadmiaru gazu. Słownik uzupełnia skorowidz tematyczny przedstawiający przynależność poszczególnych haseł do odpowiednich klas tematycznych. Pracę wieńczy bibliografia.

ABSTRACT

Small English-Polish lexicon of terms related to operation LNG carriers

The book defines basic terms related to the construction, operation and exploitation of LNG tankers (gas carriers), i.e. machines, devices and subsystems related to the main propulsion of the ship, its auxiliary machinery, cargo handling and operational safety. The definitions were supplemented with photos taken on board of currently the most popular series of LNG carriers. The prime movers of these ships described in the book are: a dual fuel diesel electric system and a dual fuel low-speed crosshead, two-stroke engines fueled by natural gas. Gas handling systems described in the book use low duty and high duty gas compressors (LD/HD compressors) as well as gas high-pressure compressors (HiCOM), high duty gas compressors (HD compressors), partial/full reliquefaction system (PRS/FRS) and excess gas combustion system (GCU). The dictionary is supplemented with an index of terms with reference to thematic classes. The book ends with the bibliography.

ISBN 978-83-64434-40-2 WERSJA DRUKOWANA
ISBN 978-83-64434-41-9 WERSJA CYFROWA

