

LNG – własności i zastosowanie

Michał Bagniewski

Skroplony gaz ziemny czyli Liquefied Natural gas (LNG) produkowany jest poprzez obniżanie temperatury gazu poniżej punktu wrzenia i jego oczyszczanie. Zmiana stanu skupienia pozwala na efektywne przechowywanie i transport gazu ziemnego. Jest to możliwe dzięki zmniejszeniu objętości LNG w stosunku do gazu pod normalnym ciśnieniem ponad 600 razy.

LNG może być stosowany w różnych instalacjach, najszerze jednak zastosowanie znajduje w transporcie gazu na b. duże odległości, przy braku odpowiedniej sieci przesyłowej gazociągami i umożliwia przechowywanie gazu w stosunkowo ograniczonych objętościowo zbiornikach. Wykorzystuje się przy tym duże zbiorniki kriogeniczne, izolowane i pod nadciśnieniem nieprzekraczającym 0,5 bara dla instalacji lądowych oraz dla transportu morskiego. W transporcie lądowym oraz instalacjach zasilania paliwowego typowe ciśnienie w zbiorniku izolowanym próżniowo wynosi 3,5 do 10,3 bar. Pozwala to na utrzymanie gazu bez potrzeby odprowadzania oparów przez okres do 80 dni. Cysterny drogowe do przewozu LNG mają objętość do 57 m³, kolejowe do 76 m³ zaś zbiorniki w kontenerach 40 stopowych do 47 m³. Trwają prace nad zbiornikami, których kształt może być dostosowany do dowolnej przestrzeni. Aker-Solutions proponuje zastosowanie profili przestrzennych do budowy zbiorników, które całkowicie wypełniają zarówno prostopadłością kontenerów jak i pomieszczenia wewnątrz statków.

Bezpieczeństwo związane z LNG

Główne zagrożenia związane są z ryzykiem eksplozji oraz bardzo niską temperaturą. LNG jako ciecz nie jest ani substancją wybuchową, toksyczną ani żrącą. Pod ciśnieniem atmosferycznym paruje w temperaturze powyżej minus 162°C. Metan, główny składnik gazu ziemnego staje się wybuchowy po wymieszaniu z powietrzem, przy swoim udziale od 5% do 15% mieszaniny. Temperatura samozapłonu wynosi około 540°C (dla mieszaniny 10% metanu w powietrzu). Porównywalnie, olej napędowy zapala się w temperaturze rzędu 260 do 371°C.

W przypadku rozlania LNG i powstania obłoku gazu w powietrzu, mało prawdopodobne jest, że będzie on w krótkim czasie jednorodną mieszaniną. W związku z tym niemożliwe jest nagłe wyzwolenie całej energii zawartej w zgromadzonym gazie.

Pary LNG początkowo cięższe od powietrza, po osiągnięciu -110°C zaczynają przemieszczać się ku górze. W temperaturze otoczenia gaz ziemny ma gęstość par około 0,6 gęstości powietrza.

Stosunkowo wysoka temperatura samozapłonu oraz ograniczony zakres palności sprzyja bezpieczeństwu dobrze zaprojektowanej instalacji gazowej.

Trzeba jednakże pamiętać, że temperatura zapłonu metanu wynosi -188°C, porównywalnie dla benzyny -43°C, oleju napędowego ponad +62°C, a oleju roślinnego ponad +130°C. Jest to substancja skrajnie łatwopalna. Niewielka jest minimalna energia, niezbędna do zapalenia mieszaniny wybuchowej przez iskrę. Wynosi ona dla metanu 0,28 mJ. Przykładowo dla amoniaku 6,8 mJ, dla siarkowodoru 0,068mJ dla wodoru 0,018 mJ, a dla acetyleny 0,011 mJ. (2)

Dla systemów LNG nie stosuje się wysokich ciśnień. Wynika to stąd, że ciecz stosunkowo bezpieczna przy wycieku bez udziału ciśnienia, może przy pęknięciu urządzenia ciśnieniowego wydostać się z naczynia strumieniem łatwo mieszającym się z powietrzem dzięki postaci kropelkowej. Powoduje to szybką wymianę ciepła oraz gwałtowne powstawanie mieszaniny łatwopalnej i wybuchowej.

Innego rodzaju zagrożeniem jest zjawisko zwane RPT (Rapid Phase Transition) czyli gwałtowna zmiana stanu skupienia możliwa do wystąpienia w przypadku obfitego, nagłego wycieku LNG do wody. LNG unosi się na jej powierzchni ze względu na swój ciężar właściwy wynoszący mniej niż połowę ciężaru wody (0,47). Efekt RPT przyrównać można do eksplozji choć jest tylko gwałtownym wrzeniem. Powstają przy tym fale uderzeniowe w powietrzu i w wodzie, które spowodować mogą zniszczenia w bezpośrednim sąsiedztwie wydarzenia. Jak do tej pory nie zanotowano tego typu katastrof. Zjawisko zaobserwowano w trakcie prób laboratoryjnych, przy spełnieniu pewnych niezbędnych warunków.

Do wad LNG należy zaliczyć również możliwość oparzeń przy kontakcie ze skórą oraz znaczne obniżenie odporności stali węglowej na kruche pęknięcie w przypadku kontaktu, spowodowanego na przykład wyciekiem skroplonego gazu.

Zanieczyszczenie atmosfery

Efekt cieplarniany

Gazy takie jak: para wodna, CO₂, CH₄ oraz NO_x zapobiegają ucieczce ciepła do wyższych warstw atmosfery. Do pewnego momentu są one niezbędne dla utrzymania stabilnej temperatury powierzchni Ziemi, jednak przy znacznym zwiększeniu ich udziału przyczyniają się do wywołania tzw. efektu cieplarnianego, czyli jej przegrzania. Każdemu rodzajowi gazu przyporządkowano, zgodnie z Protokołem z Konferencji w Kyoto określoną liczbę, która odzwierciedla jego potencjał wywoływania w pewnym okresie efektu cieplarnianego GWP

(Global Warming Potential). Dla przykładu, dwutlenek węgla posiada wskaźnik GWP równy 1, zaś metan 25 a tlenek azotu 298 liczone dla okresu 100 lat. Porównanie wskaźników pozwala oszacowywać wpływ poszczególnych gazów w postaci ekwiwalentu CO₂ (CO₂e).

Paliwa kopalne są spalane celem dostarczenia różnych rodzajów energii tj. ciepła, elektryczności itp. Dzięki porównaniu różnych paliw można ocenić, że spalanie gazu ziemnego wytwarza o 44% mniej CO₂ w zestawieniu z węglem oraz od 25% do 30% z paliwem olejowym. (1)

Regulacje IMO (International Maritime Organization), czyli morskiej agencji ONZ, dotyczące ochrony atmosfery przed zanieczyszczeniami

Na wodach Północnej Europy (Morze Północne i Bałtyk) ustanowiono tzw. ECA (Emission Control Area), czyli obszary ograniczonej emisji zanieczyszczeń. Strefy takie obowiązują również wzdłuż 200 Mm pasa wybrzeży Stanów Zjednoczonych i Kanady. Powstawanie dalszych obszarów ECA przewidywane jest w niedługim czasie również w innych miejscach np. w rejonie Morza Śródziemnego, Karaibów, Japonii itp. W ECA mogą obowiązywać ograniczenia emisji SO_x, NO_x, PM (Particulate Matter - cząstek stałych) lub ich kombinacji, do powietrza.

IMO ustala również ograniczenia emisji CO₂ oraz VOC.

SO_x - tlenki siarki

Według ustaleń IMO, od początku przyszłego roku paliwa stosowane na statkach poza ECA będą miały ograniczoną zawartość siarki do 3,5% (obecnie 4,5%), a po 2019 do 0,5%. W strefach ECA zawartość ta może wynosić max. 1% do końca 2014, później max. 0,1%. Limit 0,1% obowiązuje w portach EU a na wodach Kaliforni będzie wymagany od początku przyszłego roku.

Rozwiązaniami dopuszczalnymi poza stosowaniem odpowiedniego, niskosiarkowego paliwa olejowego jest używanie paliwa o większej zawartości siarki przy jednoczesnym oczyszczaniu spalin lub przejście na paliwo gazowe, gdyż nie zawiera ono siarki ani cząstek stałych.

System oczyszczania musi zredukować emisję SO_x do max. 6 g/kWh oraz odpowiednio ciał stałych (popiołów i sadzy). Zgromadzone substancje powinny być odbierane na lądzie przez wyspecjalizowane firmy.

Stosowanie paliw o niskiej zawartości siarki może wywoływać w obecnie stosowanych urządzeniach pewne negatywne skutki uboczne takie jak np.: konieczność chłodzenia paliwa ze względu na niższą jego lepkość, zwiększone przecieki wewnętrzne pomp paliwowych, zwiększone przepływy paliwa przez dysze i wtryskiwacze, czy też niedostateczne smarowanie pomp nurnikowych. Dodatkowo, paliwo takie miewa obniżoną temperaturę zapłonu (nawet poniżej 60°C), co wywołuje problemy z silnikami diesla ze względu na zmianę przebiegu procesu zapłonu i spalania.

NO_x – tlenki azotu

Ograniczenia dotyczą statków budowanych po 1999 roku lub ze zmienionymi silnikami. Związane są ze zdolnością do tworzenia tlenków azotu w procesie spalania. Obecnie obowiązuje tzw. II poziom emisji, który po 2015 zostanie zastąpiony przez III poziom (ok. 75% redukcji poniżej poziomu II), obowiązujący w strefach ECA.

LNG, dzięki niższej niż dla oleju temperaturze spalania pozwala przy zastosowaniu ubogich mieszanek osiągnąć ten poziom dla istniejących silników wysokoprężnych (do 90% mniej wydalanych NO_x), bez potrzeby stosowania katalizatorów oczyszczających spalinę, czyli tzw. systemów selektywnej redukcji katalitycznej (SCR).

VOCs – Volatile Organic Compounds – Lotne Substancje Organiczne

Ograniczenia emisji VOC wymagane są przez niektóre państwa i terminale dla zbiornikowców przewożących określone substancje. Realizować je można poprzez spalanie lub stosowanie systemu odzyskiwania oparów ładunku –VRS (Vapour Recovery System). Działać on może w oparciu o system absorbcyjny, czyli recyrkulację ładunku (ropy) poprzez kolumnę absorbcyjną, do której podawane są pod ciśnieniem opary. Stosuje się też systemy, w których węgiel aktywny absorbuje opary, a następnie jest osuszany próżniowo. Innym rozwiązaniem jest system skraplania w kondensatorach. Do ich chłodzenia proponowane jest zastosowanie m.in. LNG.

CO₂ – dwutlenek węgla

Zgodnie z uchwałą 62 sesji MEPC od 1 stycznia 2013 wprowadzone zostaną do konwencji MARPOL Annex VI zmiany dotyczące ograniczenia emisji CO₂. Dla określonych typów i wielkości statków do roku 2019, 2024 i po 2025 indeksy EEDI (Energy Efficiency Design Index) czyli projektowe wskaźniki efektywności energetycznej będą musiały ulec zmniejszeniu odpowiednio o 10%, 20% i 30% dla statków powyżej określonej nośności i mniej dla statków mniejszych.

Uproszczony wzór wskaźnika EEDI ma postać $EEDI = \frac{\text{emisja CO}_2}{\text{praca wykonana}}$. Na wielkość EEDI wpływają m. in. kształt kadłuba (opory), rodzaj i moc napędu i urządzeń pomocniczych, prędkość statku oraz rodzaj paliwa. Ważna jest zawartość węgla w paliwie. Dla DO (diesel oil) wynosi 0,875 a dla LNG 0,75.

Przejsie, zatem, z paliw olejowych na LNG ułatwi spełnienie nowych wymagań gdyż pozwala ograniczyć produkcję CO₂ o nawet 25%.

Zastosowanie LNG

Dzięki swym właściwościom, LNG jest oczywistą, (choć nie jedyną) alternatywą dla innych stosowanych powszechnie paliw. Aby jednak skłonić armatorów do jego stosowania niezbędne są inwestycje w stacje bunkrowania gazu ziemnego. Dostawcy LNG, z drugiej strony, utworzą odpowiednią infrastrukturę tylko na potrzeby rynku.

Dla paliw olejowych stworzono dogodną infrastrukturę, której rozwój nie napotyka na większe problemy finansowe. Dlatego, potrzebne są działania regulacyjne, stymulujące rozwój logistyki paliw gazowych w szerszej perspektywie, krajowej, europejskiej, jak również o zasięgu ogólnoswiatowym.

Statki w portach wytwarzają duże ilości spalin powodując przekraczanie obowiązujących w nich ograniczeń emisji. Jednym z rozwiązań jest podłączanie do elektrycznego zasilania z lądu, innym, przestawienie na paliwo LNG. W tym drugim przypadku lokalne emisje NO_x oraz SO_x zredukowane są do poziomu poniżej osiąganego dzięki pierwszemu rozwiązaniu.

Zasilanie z lądu, oczywiście redukuje poziom lokalny emisji spalin, co jednak nie znaczy, że w rzeczywistości produkuje się ich mniej, tyle, że w innym rejonie. Nie jest ono również dogodne dla armatorów gdyż:

- wymagane są inwestycje w odpowiednią infrastrukturę portową jak i statkową tak, aby umożliwić połączenie w czasie postoju bez względu na ew. pływ oraz stany załadowania
- dostarczana energia może być droższa niż wytwarzana na statku
- napięcia, częstotliwości oraz łączniki nie są ujednolicone i na całym świecie bywają stosowane różne rozwiązania
- w trakcie przelączania występuje ryzyko przepięć oraz zaniku zasilania
- przy dużym zapotrzebowaniu na energię, możliwości lokalnej sieci mogą okazać się niewystarczające

Alternatywą zasilania z lądu może być jedno z poniższych rozwiązań:

- stosowanie ciężkich olejów napędowych oraz dodatkowych systemów oczyszczania spalin
- przestawienie siłowni na oleje rafinowane, o określonych parametrach, przede wszystkim o niskiej zawartości siarki
- zastosowanie systemu zasilania silników paliwem LNG

Zgodnie z analizami przeprowadzonymi przez DNV w ramach projektu Triality (10) rozpatrującego zbiornikowiec VLCC o nośności 300 000 DWT, gaz zgromadzony w zbiornikach o pojemności 13500 m³, zainstalowanych na pokładzie głównym, pozwoli na zasięg pływania rzędu 25000 mil morskich. Stosowanie zbiorników ciśnieniowych, w których opary mają ciśnienie rzędu 5-6 bar pozwala zasilac systemy paliwowe gazem, bez potrzeby instalacji pomp paliwa transportowych oraz niskiego ciśnienia.

LNG jest paliwem konkurencyjnym kosztowo, szczególnie dla statków podróżujących do rosnącej liczby specjalnych stref kontroli emisji (ECA) w całym świecie. Komisja Europejska potwierdziła, że nie zamierza opóźniać wprowadzenia coraz bardziej restrykcyjnych, planowanych ograniczeń emisji. Czyste LNG, jak i w połączeniu z olejem dieslowskim, stosowanym w tzw. napędach dual fuel może pomóc spełnić w sposób efektywny coraz bardziej wyśrubowane standardy środowiskowe, przy kosztach porównywalnych lub niższych niż związanych z użyciem instalacji oczyszczania spalin w separatorach, katalizatorach czy z przechodzeniem na spalanie paliw o niskiej zawartości siarki.

Koszty paliw oceniane są w przeliczeniu na tony, metry sześciennie i jednostki objętości. Nie pozwala to wyznaczać we właściwy sposób ich wartości ani porównywać emisję w przeliczeniu na uzyskaną jednostkę energii.

Unia Europejska proponuje, aby wprowadzić nowy system podatkowy, w którym podstawą będzie wartość energetyczna danego paliwa. Dodatkowo, każde państwo będzie musiało nałożyć podatek uzależniony od emisyjności. Stawki mają być następujące: 9,6 euro za 1 GJ energii dla paliw samochodowych, a 1,15 euro za 1 GJ energii w paliwach wykorzystywanych przez gospodarstwa domowe. Docelowo, podane stawki mają obowiązywać od 1 stycznia 2018 roku (*Rzeczpospolita 13-04-2011*).

Wprowadzenie do powszechnego stosowania wartości energetycznej pozwoli na lepsze zrozumienie skal porównujących paliwa. W świecie powszechnie stosuje się amerykańską jednostkę mmbtu, przy czym 1GJ = 0,948 mmbtu. W jednym metrze sześciennym LNG zawiera się około 0,0373 GJ energii.

Ostatnio notowane przybliżone ceny paliw były następujące:

Paliwo	Cena za tonę	Cena za jednostkę energetyczną	
	USD/tonn	USD/GJ	USD/mmbtu
Olej o zawartości 1% S , Rotterdam	700	18,5	17,5
MDO/MGO	1000	26,4	25,0
Olej ciężki bez ograniczeń składu	600	15,8	15,0

LNG kupowany na tzw. spot market kosztował w Europie od 10 do 13,5 USD/mmbtu czyli, średnio 900 USD za tonę. Według szacunków DNV, można przypuszczać, że po zwiększeniu dostępności tego paliwa cena negocjowana będzie mogła znacznie się obniżyć.

Możliwości wykorzystania LNG w lądowych instalacjach chłodzących

Skończony gaz ziemny przed zastosowaniem jako paliwo wymaga przejścia ze stanu ciekłego w gazowy. To stwarza konieczność dostarczenia ogromnych ilości energii niezbędnej do jego ogrzania. Można pobrać ją pośrednio z powietrza, wody lub z produktów spalania. Można też znaleźć wymaganą energię w instalacjach chłodzących, takich jak magazyny chłodzone, klimatyzatory, instalacje skraplania powietrza, kondensacji oparów węglowodorowych oraz układy chłodzące maszyn, w tym turbin. Najczęściej stosowanym medium pośredniczącym w wymianie ciepła w niewielkich podgrzewaczach, jest mieszanina glikolu z wodą, której temperatura zamrażania przy 60-70% udziale glikolu wynosi około - 50°C, co przy zapewnieniu odpowiedniego przepływu przez podgrzewacz gazu wystarcza. Duże ilości gazu odparowywane są w wielkich podgrzewaczach typu SCV (Submerged Combustion Vaporizer) opalanych gazem lub typu ORV (Open Rack Vaporizer), w których ciepło pobierane jest z wody, najczęściej morskiej.

W przypadku zastosowania LNG w magazynach chłodniczych, w powiązaniu z urządzeniami zużywającymi duże ilości gazu, jak na przykład elektrownie czy stacje sprężania gazu wytwarzające CNG (Compressed Natural Gas) dla potrzeb zasilania samochodów, możliwe jest obniżenie kosztów instalacji oraz zapotrzebowania na energię elektryczną. (4),(5). W zestawieniu z konwencjonalnymi systemami rozwiązanie to pozwala na osiągnięcie olbrzymich oszczędności a także zmniejszenie obciążenia środowiska emisjami gazów spalinywych i zanieczyszczeniem termicznym wody. Tutaj, urządzenia regazyfikujące LNG wspomagają lub zastępują systemy sprężania, chłodzenia, rozprężania i kondensowania czynnika chłodzącego.

Typowa instalacja zawiera chłodnice glikolu, jako czynnika pośredniczącego w wymianie ciepła i równolegle regazyfikatory SCV lub ORV, dla zapewnienia ciągłości dostaw gazu do np. elektrowni w przypadku obniżenia się zapotrzebowania na zimno przez chłodnię. Stosując odpowiednią liczbę wymienników ciepła i regulując przepływy można uzyskiwać różne temperatury chłodzonych komór.

Według wyliczeń opisanych w publikacji (6) koszt inwestycji w oparciu o system LNG dla nowobudowanej chłodni przeznaczonej do magazynowania równocześnie 110 ton w temperaturze -35°C, 390 ton w temperaturze -20°C i 150 ton w temperaturze 15°C jest o 65% wyższy w zestawieniu z chłodnią tradycyjną, jednak zapotrzebowanie na energię wynosi zaledwie 16% wymaganego przy dotychczasowych rozwiązaniach. Dodatkowo, mniejsze są koszty utrzymania i remontów. Przewidywany okres spłaty inwestycji w tych warunkach wynosi jedynie parę lat. Przy założonej średniej zewnętrznej temperaturze, wynoszącej 34°C, średnie, dzienne zapotrzebowanie na LNG wynosi 11.2 tony na godzinę.

Duże oszczędności energii osiągnane są w systemach skraplania powietrza z wykorzystaniem LNG. Według (4), zużycie prądu do skroplenia tlenu może być ograniczone o 60%-73,5% w porównaniu z systemami tradycyjnymi.

Elektrownie

Najczęściej, efektywność termiczna przemysłowych generatorów prądu jest rzędu 33% dla instalacji węglowych i olejowych, zaś osiąga 50% (w przyszłości do 60%) w elektrowniach gazowych o cyklu kombinowanym.(3) Projektowa efektywność jest osiągnięta jedynie przy pełnym wykorzystaniu mocy i przy optymalnych temperaturach. Rozbudowa układów pozwalających na uzyskanie większej sprawności jest możliwe, przy jednak znacznym wzroście kosztów instalacji.

Ogólnie, cykl kombinowany polega na tym, że ciepło spalin odlotowych z turbiny gazowej służy do uzyskiwania pary przegrzanej w jej wytwornicy. Prąd wytwarzany jest przez generatory napędzane dwiema turbinami: gazową oraz parową. Sprawność układu turbiny parowej zazwyczaj podnoszona jest przez podgrzewanie wody zasilającej parą rozprężaną w turbinie a także, poprzez chłodzenie kondensatora pary wodą lub w chłodniach kominowych powietrznych. Dalsze podniesienie sprawności możliwe jest dzięki zastosowaniu LNG do chłodzenia międzystopniowego sprężanego powietrza przed turbiną gazową oraz wykorzystaniu zimna pochodzącego z gazu skroplonego do chłodzenia kondensatora pary.

Istniejące elektrownie gazowe zapewniają 20% światowej produkcji energii. W związku ze wzrostem dostępności gazu i większą uciążliwością ekologiczną produktów spalania węgla przewiduje się zwiększanie tego udziału.

Emisje z elektrowni zależą w znacznym stopniu od rodzaju stosowanego paliwa. [European Environment Agency](#) (EEA 2008) przytacza następujące dane dla dużych elektrowni:

Zanieczyszczenie powietrza	Węgiel kamienny	Węgiel brunatny	Olej opałowy	Inne oleje	Gaz
CO ₂ (g/GJ)	94600	101000	77400	74100	56100
SO ₂ (g/GJ)	765	1361	1350	228	0.68
NO _x (g/GJ)	292	183	195	129	93.3
CO (g/GJ)	89.1	89.1	15.7	15.7	14.5
Związki organiczne (g/GJ)	4.92	7.78	3.70	3.24	1.58
Pyły (g/GJ)	1203	3254	16	1.91	0.1
Łączna objętość spalin (m ³ /GJ)	360	444	279	276	272

Warto wspomnieć, że przejście z węgla na paliwo gazowe pozwala w najnowszych rozwiązaniach elektrowni pracujących w cyklu kombinowanym zredukować produkcję CO₂ nawet o 60%.

Przesyłanie prądu sieciami wysokiego napięcia powoduje straty energii sięgające 7%.

Na ogół, utrata energii spowodowana przesyłaniem gazu ziemnego rurociągami jest rzędu 1-2%.

W procesie skraplania gazu ziemnego w instalacjach przemysłowych zużywa się około 10% energii. Trzeba jednak pamiętać, że procesy rafinacji ropy naftowej również pochłaniają znaczne jej ilości. Ponadto, LNG jako nośnik zimna, czyli niskiego potencjału energii cieplnej pozwala w odpowiednich instalacjach poczynić znaczne oszczędności energii.

Transport lądowy

Wspomnieć warto, że LNG jako paliwo stosowane jest w tysiącach ciężarówek posiadających silniki typu dual fuel. Głównie w USA i Australii. Samochody osobowe korzystają z CNG ze względu na zbyt wielką i ciężką instalację zbiorników i regazyfikacyjną.

Amerykańska korporacja Chesapeake Energy (7), drugi co do wielkości producent gazu naturalnego w Stanach, ogłosiła plany zainwestowania 150 mln dolarów w przedsięwzięcia mające na celu zaoferowanie na rynku paliwa alternatywnego dla oleju napędowego głównie poprzez rozbudowę sieci dystrybucyjnej LNG oraz CNG obsługującej przede wszystkim pojazdy ciężarowe. Za podaną kwotę zbudowanych ma być ponad 150 stacji tankowania ciężarówek paliwem LNG wzdłuż głównych tras przelotowych. Przewidywana cena LNG powinna być o około 0,5 dolara tańsza na litrze (do 2 dolarów za galon) od benzyny i oleju napędowego.

Wykorzystanie właściwości LNG w transporcie morskim poza użyciem go jako paliwa

Niska temperatura gazu może być wykorzystana do wielu zadań, najczęściej w oparciu o zamknięte obiegi glikolu utrzymywanego w temperaturze powyżej -40°C celem uniknięcia zamarzania:

- Chłodzenia powietrza doładowania silników głównych. Może to spowodować zwiększenie sprawności o parę procent.
- Chłodzenie silników poprzez wymienniki ciepła systemów wody chłodzącej
- Klimatyzacja oraz chłodzenie prowiantu i ładunku
- Skraplanie oparów ładunku. Szacuje się, że około 0,2% ładunku, przede wszystkim najlżejszych jego frakcji ulatnia się w czasie przewozu ropy surowej drogą morską. W czasie podróży zbiornikowca VLCC może to być 500-600 ton (10). Przechwycone opary mogą być odprowadzane ponownie do ładowni lub gromadzone w zbiornikach pokładowych dla opalania kotła wytwarzającego parę potrzebną do napędu pomp ładunkowych.

W porównaniu z silnikami zasilanymi HFO, opalane gazem produkują spaliny czystsze i o wyższej temperaturze, dzięki czemu możliwe jest zwiększenie produkcji energii elektrycznej w systemach odzyskiwania ciepła (turbina gazowa lub kocioł i turbina parowa napędzająca generator) ponad normalne potrzeby statku w morzu. Dlatego, staje się możliwe wspomaganie napędu w trakcie podróży dodatkowym źródłem energii. Pozwoli to zaoszczędzić do 5% paliwa lub zwiększyć prędkość statku o parę węzłów(11).

Podsumowanie

LNG może być paliwem konkurencyjnym kosztowo, szczególnie dla statków podróżujących poprzez rosnącą liczbę stref o ograniczonej emisji zanieczyszczeń do powietrza. Komisja Europejska potwierdziła, że nie zastosuje żadnych opóźnień we wprowadzaniu ograniczeń, zaś zastosowanie LNG może być skutecznym rozwiązaniem pojawiających się trudności (8). Unia Europejska przeznaczyła ostatnio 10 mln EUR na przeprowadzenie analizy możliwości przejścia na paliwo LNG. Wśród państw nadbałtyckich pojawiają się głosy nawołujące do wprowadzenia obowiązku stosowania paliwa LNG podczas żeglugi po Bałtyku (9).

Wszystkie powyżej opisane zastosowania LNG będą mogły być w pełni wykorzystane po możliwie szerokim rozwoju infrastruktury dystrybucyjnej gazu skroplonego. Dotychczas zbudowane instalacje skraplania gazu ziemnego nie pozwalają oprzeć przewidywanego rozwoju na produkowanym w Polsce LNG. Dlatego, duże nadzieje wzbudza szybko nadchodzący moment uruchomienia terminalu w Świnoujściu. Wydaje się, że będzie to okres intensyfikacji działań zmierzających do budowy systemów transportu, dystrybucji i zastosowania tej cieczy o niezwykłych właściwościach.

Literatura

- (1) *Greenhouse gas emissions and reductions - Fact sheet*. Chesapeake Energy, July 2010.
- (2) *Urządzenia elektryczne w obszarach zagrożonych wybuchem*. Michał Świerżewski; 2010.
- (3) *Electrical Generation Efficiency—Working Document of the NPC Global Oil & Gas Study*, 18 July 2007
- (4) *Journal of Jimei University (Natural Science)*. Xiamen 2010-01
- (5) *Utilization of LNG cold*. S.Hirakawa, University of Tokyo Minami-ku, Feb. 2003
- (6) *Design analysis of a refrigerated warehouse using LNG cold energy*. National Sun Yat-Sen University, Taiwan, 2003
- (7) *Chesapeake Energy Corp. unveils bold plan to transform U.S transportation fuels market and reduce OPEC oil imports*, Chesapeake Energy News release July 11, 2011
- (8) *EU Supports LNG Study*, MarineLink.com July 20, 2011
- (9) *Baltic council considers calling for mandatory use of LNG*, Sustainable Shipping News, February 15, 2011
- (10) *Triality. Taking the environmental and economic performance of VLCC a great step forward*, DNV brochure
- (11) *Oshima ECO-Ship 2020*, DNV paper, June 01, 2011