

NEW GENERATION OF LNG RV GAS CARRIERS

Mariusz Giernalczyk, Piotr Tyma

Akademia Morska w Gdyni
Katedra Siłowni Okrętowych
ul. Morska 83, 81-225 Gdynia, Poland
tel.: +48 58 6109307,
e-mail: magier@am.gdynia.pl

Abstract

This paper describes a new type of LNG carriers named LNG RV (Liquefied Natural Gas - Regasification Vessel), which performs regasification of cargo in discharge place. This kind of vessel discharge can last in several days. LNG in gas form is directly pumped into receiver piping system. In the paper, the completely novel profile of orders on the market of the sea-transport of the natural gas are introduced which determine ships - Liquefied Natural Gas - Regasification Vessel (LNG RV) which make vaporizations of LNG local its unloading and by way of a several days press up the gas to the pipeline of the receiver. The transport of the liquid natural gas LNG with maritime route grows at present more quickly than transmission of the gas by gas pipelines. A reason of growth LNG import with maritime route is seeking of the diversification of deliveries natural gas. The production of natural gas is nowadays strongly concentrated mostly in Russia, where it is found over 30% world reserves of the gas and in the region of Persian Gulf - 36%. Unloading operations take place in this instance through the gas-terminal, situated on an embankment. The cost of the installation is a dozen or so times smaller from terminal unit receiving LNG. The paper concentrates on the system regasification of the liquid gas and perspectives of the development LNG RV gascarriers. It ought to pay attention that is the possibility reduction of connected costs with process vaporization of gases on shipboard, consisting in to the heat utilization of waste of originating from the main condenser of the steam turbine and central coolers of the cooling circuit power-plant.

Keywords: transport, sea transport, LNG RV carriers, regasification systems

NOWE TYPY GAZOWCÓW LNG RV

Streszczenie

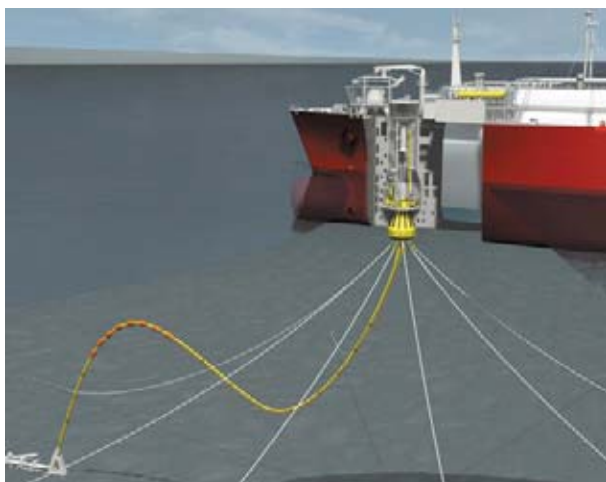
W pracy całkowicie nowy profil zamówień na rynku morskiego transportu gazu naturalnego są przedstawione, który stanowią statki LNG RV (ang. Liquefied Natural Gas -Regasification Vessel), które dokonują odparowania LNG w miejscu jego wyladunku i przez kilkanaście dni włączają gaz do rurociągu odbiorcy. Transport skroplonego gazu ziemnego LNG (ang. Liquefied Natural Gas) drogą morską rośnie obecnie szybciej niż przesyłanie gazu przez gazociągi. Przyczyną wzrostu importu LNG drogą morską jest dążenie do dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego. Produkcja gazu ziemnego jest dziś silnie skoncentrowana głównie w Rosji, gdzie znajduje się ponad 30% światowych rezerw gazu oraz w rejonie Zatoki Perskiej - 36%. Operacje wyladunkowe odbywają się w tym wypadku poprzez terminal gazowy, usytuowany na nabrzeżu. Koszt instalacji jest kilkanaście razy mniejszy od terminalu odbiorczego LNG. Artykuł koncentruje się na systemie regazyfikacji skroplonego gazu, oraz perspektywach rozwoju LNG RV gazowców. Należy zwrócić uwagę na możliwość ograniczenia kosztów związanych z procesem odparowania gazów na statku, polegającą na wykorzystaniu ciepła odpadowego pochodzącego ze skraplacza głównego turbiny parowej i chłodnic centralnych obiegu chłodzenia siłowni.

Słowa kluczowe: transport, transport morski, gazowce LNG RV, system regazyfikacji

1. Wstęp

Transport skroplonego gazu ziemnego LNG (ang. *Liquefied Natural Gas*) drogą morską rośnie obecnie szybciej niż przesyłanie gazociągami. Przyczyną wzrostu importu LNG drogą morską jest dążenie do dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego, którego produkcja jest dziś silnie skoncentrowana głównie w Rosji, gdzie znajduje się ponad 30% światowych rezerw gazu oraz

w rejonie Zatoki Perskiej - 36%. Stale obniżają się koszty inwestycyjne i eksploatacyjne poszczególnych ogniw łańcucha LNG, wskutek czego obrót gazem w tej postaci staje się coraz bardziej konkurencyjny w stosunku do transportu drogą lądową (gazociągami). Dodatkowo import LNG znakomicie sprawdza się również jako metoda uzupełniająca do pokrywania szczytowych zapotrzebowań na energię np. w okresach zimowych lub uzupełnień krajowych magazynów oraz jako nośnik energii przeznaczony do zasilania drobnych odbiorców, umożliwiając rozwój rynków lokalnych, odległych od gazociągów przesyłowych. Ta forma uzupełnień dostaw gazu przyczyniła się do powstania nowej klasy statków z instalacją regazyfikacyjną, nazywanych gazowcami LNG RV (ang. *Liquefied Natural Gas Regasification Vessels*), gdzie na statku dokonuje odparowania skroplonego gazu i w tej formie przekazuje odbiorcy. Operacje wyładunkowe odbywają się w tym wypadku poprzez terminal gazowy usytuowany na nabrzeżu, którego koszt instalacji jest kilkanaście razy mniejszy od terminalu odbiorczego LNG. Alternatywą formą wyładunku dla jednostek LNG RV jest wyładunek poprzez tzw. zanurzony system głowicy cumująco – wyładunkowej STL (ang. *Submerged Turred Loading /Discharging*). Statek w dużej odległości od brzegu dokonuje regazyfikacji gazu, czyli przywróceniu z postaci skroplonej z powrotem w formę gazową poprzez ogrzanie skroplonego surowca i przez okres kilkunastu dni włącza go do rurociągu odbiorcy. Schemat poglądowy systemu połączenia statku z boją STL przedstawia Rys. 1, zaś widok boi Rys. 2.



Rys. 1. Poglądowy system połączenia statku z systemem STL [1]
Fig. 1. Schematic diagram of connecting ship with a buoy [1]



Rys. 2. Boja STL [1]
Fig. 2. STL buoy [1]

W obu przypadkach podczas operacji wyładunkowej gazowiec LNG RV jest jednostką magazynującą – przeładunkową będąc jednocześnie końcówką odbiorczą systemu dystrybucji gazu. Operacje wyładunkowe na LNG RV do morskiego rurociągu odbiorcy zapoczątkowano na zatoce meksykańskiej w marcu 2005 roku a do Northeast Gateway Deepwater Port w Bostonie w Grudniu 2007 roku. Kolejnymi portami, w których dokonywano tej formy wyładunku naturalnego gazu były terminale gazowe w Teeside Gas Port w Wielkiej Brytanii (luty 2007 roku) i Bahía Blanca w Argentynie w (czerwiec 2008 roku). W obu przypadkach potwierdziło się zapotrzebowanie na alternatywne rozwiązanie nieciągłych (okresowych) operacji wyładunkowych gazu, wykorzystując technologie LNG RV omijając tym samym budowę kapitałochłonnych odbiorczych terminali LNG, w tym magazynowych i regazyfikacyjnych. Czynnikiem grzewczym w odparowkach instalacji regazyfikacyjnej na LNG RV jest ogrzewana w podgrzewaczach parowych woda morska w obiegu otwartym lub woda słodka w obiegu zamkniętym [2].

2. System odparowania (regazyfikacji) skroplonego gazu

Zasadę działania systemu odparowania skroplonego wcześniej gazu przedstawiono na schemacie ideowym Rys. 3. LNG jest dostarczane do urządzeń regazyfikacyjnych za pomocą

zainstalowanej w zbiorniku ładunkowym pompy zasilającej, która jednocześnie spełnia funkcję pompy awaryjnej. LNG jest dostarczone do zbiornika buforowego i rozdzielane do poszczególnych linii transportowych systemu. Każda z sześciu linii posiada pompę wysokiego ciśnienia i parownik LNG. Z poszczególnych parowników naturalny gaz pod ciśnieniem ok. 75-100 bar jest dostarczany do wspólnego rurociągu przesyłowego, na którym zainstalowane jest urządzenie pomiarowe ilości przepływu gazu z analizatorem składu chemicznego i wartości kalorycznej. Za ciśnieniowym zaworem kontrolnym, którego funkcją jest kontrola ciśnienia w parownikach, odparowany gaz przesyłany jest do rurociągu ułożonego na dnie morskim przy pomocy boji dokującej.

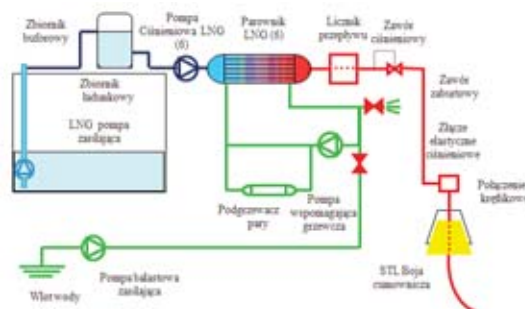
Podstawowym nośnikiem ciepła dla parownika LNG jest woda morska. Woda morska jest dostarczana do systemu pompą balastową umiejscowioną w przedziale siłowni oraz pompą wspomagającą (*booster pump*) zainstalowaną wspólnie z podgrzewaczami parowymi wody morskiej w pomieszczeniu na dziobie statku zwanym pomieszczeniem pompowni systemu regazyfikacji. W sytuacji zakazu usuwania za burtę wody odlotowej z parowników LNG przez władze portowe system podgrzewania musi być przestawiony na cykl zamknięty, recyrkulacyjny, bez wypływu wody za burtę. Podgrzewanie wody odbywa się za pomocą pary z kotłów głównych i dodatkowo za pomocą kotła pomocniczego w przypadku maksymalnej wydajności rozładunku. Rozważana jest też możliwość wykorzystania strumieni ciepła odpadowego (utyliczacja ciepła) ze skraplacza turbiny głównej i chłodnic centralnych systemu chłodzenia [3].

Podstawowe elementy systemu regazyfikacji to:

- pompa zasilająca (Rys. 4 i 5), zanurzona w zbiorniku umieszczona jest w studziencie żęzowej konstrukcji masztu. Jest to typowa pompa odśrodkowa o wydajności 620 m³/h, pełniąc jednocześnie funkcje pompy awaryjnej na statkach ze zbiornikami membranowymi. Przeglądy i naprawy mogą się odbywać bez konieczności odgazowywania zbiornika.
- pompa ciśnieniowa LNG przedstawiona jest na Rys. 6 i 7. System regazyfikacji jest wyposażony w sześć takich pomp o wydajności 205 m³/h każda i wysokości podnoszenia 2370 m. Jest to pompa odśrodkowa, wielostopniowa, zanurzona, montowana pionowo w szczelnej obudowie wypełnionej LNG. Pompa ta jest powszechnie stosowana w urządzeniach regazyfikacyjnych na lądzie.

Dodatkowo system został wyposażony w dwie pompy pomocnicze wysokociśnieniowe, każda o wydajności 20 m³/h, które mają za zadanie wypełnić system gazem przed uruchomieniem. Dodatkowo pompy te wykorzystuje się podczas prac zdawczych do schładzania i zubożnienia azotem.

- parownik LNG przedstawiony na Rys. 8 to wymiennik ciepła typu płaszczowo-rurowego powszechnie używany do systemów gazyfikacyjnych stosowanych na lądzie. Wewnątrz rurek przepływa LNG, zaś woda będąca czynnikiem grzewczym przepływa na zewnątrz rurek we wnętrzu cylindrycznego korpusu. Przepływ czynnika ukierunkowany jest przy pomocy przegród.



Rys. 3. Schemat ideowy instalacji regazyfikacyjnej [3]
Fig. 3. Schematic diagram of a regasification system [3]



Rys. 4. Pompa zasilająca LNG podczas montażu [2]
Fig. 4. Feed pump during assembly [2]

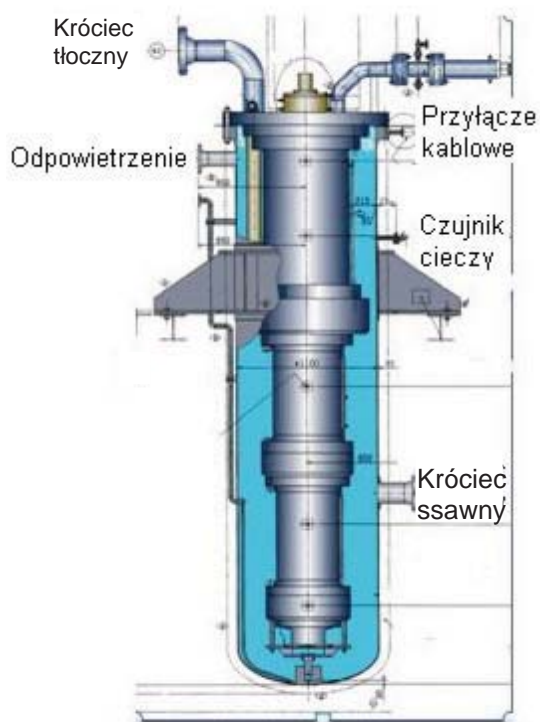


Rys. 5. Widok i przekrój pompy zasilającej LNG [2]
Fig. 5. Section and view of feed pump [2]

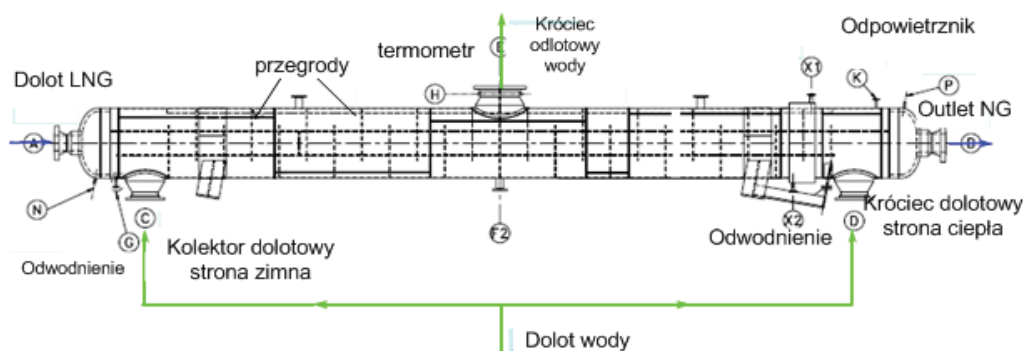


Rys. 6. Pompa ciśnieniowa podczas montażu [3]
Fig. 6. Pressure pump during assembly [3]

- licznik ilości przepływu gazu (przepływomierz) przedstawia Rys. 10. Gazowce LNG RV mają zainstalowane na pokładzie głównym ultradźwiękowe przepływomierze gazu, wykorzystywane do kontroli wielkości wyładunku. Stacja pomiarowa posiada dwa przepływomierze połączone szeregowo i wyposażone w pięć czujek pomiarowych każdy.



Rys. 7. Widok pompy ciśnieniowej [2]
 Fig. 7. Section of pressure pump [2]



Rys. 8. Schemat ideowy parownika LNG [2]
 Fig. 8. Diagram of evaporator [2]

Widok parownika podczas transportu na statek pokazuje Rys. 9.



Rys. 9. Widok parownika podczas transportu na statek [3]
 Fig. 9. Evaporator during the transport [3]

- analizator gazu wspólnie z przepływomierzem jest podłączony do rejestratora, który na podstawie otrzymanych pomiarów określa przesyłowe wartości masowe, objętościowe i energetyczne wyładowywanego gazu.



Rys. 10. Przepływomierz gazu CNG [3]
Fig. 10. CNG flowmeter

3. Perspektywy rozwoju gazowców LNG RV

Zwiększone zapotrzebowanie na gaz ziemny spowodowało szybki rozwój floty gazowców LNG, a wśród nich nowej grupy statków, na których prowadzony jest proces odparowania nazwanych gazowcami LNG RV. Wydaje się, że znaczący wpływ na rozwój tej grupy gazowców ma sytuacja geopolityczna i chęć dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego zwłaszcza przez kraje nie posiadające terminali do odbioru tego gazu w formie skroplonej.

Należy zwrócić uwagę na możliwość ograniczenia kosztów związanych z procesem odparowania gazów na statku, polegającą na wykorzystaniu ciepła odpadowego pochodzącego ze skraplacza głównego turbiny parowej i chłodnic centralnych obiegu chłodzenia siłowni.

Szacuje się, że odzysk ciepła odpadowego stanowi blisko 20% procent całkowitego ciepła potrzebnego do odparowania gazu w procesie regazyfikacji [3]. Można przyjąć, że o tyle zmniejszą się koszty przeładunkowe, co uzasadnia i potwierdza słuszność tej koncepcji.

Literatura

- [1] *Advanced Production and Loading AS (APL), for a Submerged Turret Loading (STL) system guideline and preliminary concept*. Technical Note for Exmar, Antwerp, 2001.
- [2] *Manual guide for LNG carriers*. Exmar – Nov. 2005.
- [3] Tyma, P., *Analiza możliwości redukcji kosztów związanych z regazyfikacją podczas wyładunku na gazowcach typu LNG RV*, Praca dyplomowa inżynierska pod kierunkiem Mariusza Giernalczyka, Katedra Siłowni Okrętowych Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2009.