



LNG jako alternatywne źródło energii

Tomasz Woroch*, Kamil Klonowski**

W okresie szybkiego rozwoju przemysłu i automatyzacji produkcji poszukuje się coraz to nowszych rozwiązań technicznych w zakresie ulepszania procesów wytwórczych, począwszy od usprawnienia i potania dostaw nośników energii. Obecnie najbardziej wartościowy jest gaz ziemny, wykorzystywany niemal w całym przemyśle jako źródło energii i jako surowiec do produkcji chemikaliów.

Gaz ziemny w stanie ciekłym jest medium przyszłościowym. Skroplony gaz ziemny (LNG – Liquefied Natural Gas) w stosunku do jego naturalnej postaci (gazowej) charakteryzuje się znacznie mniejszymi kosztami transportu i magazynowania, przyczyniając się do szybszego rozwoju infrastruktury gazowej.

Lp.	Właściwość	Stan
1	Masa cząsteczkowa	16,4
2	Stan skupienia w temp. 20 °C	gaz
3	Barwa	Bezbarwny
4	Zapach	Bezzapachowy
5	Gęstość cieczy (-161,5 °C)	430 kg/m ³
6	Ciepło spalania	39,21 MJ/m ³
7	Wartość opałowa	35,36 MJ/m ³
8	Temperatura wrzenia (1013 hPa)	-161,5 °C
9	Temperatura topnienia (1013 hPa)	-182,6 °C
10	Temperatura samozapłonu	580 °C
11	Rozpuszczalność w wodzie	Bardzo słaba
12	Rozpuszczalność	W eterze etylowym
13	Niebezpieczne reakcje z:	chlor, fluor, trójfluorek azotu, dwulfuorek tlenu, ciekły tlen

Ryc. 1. Właściwości fizyczne LNG

LNG znajduje zastosowanie tam, gdzie nie jest możliwe zbudowanie gazociągów i gdzie nie ma lokalnych złóż gazu ziemnego. Przykładem jest Japonia, która jest zaopatrywana w gaz ziemny drogą morską – metanowcami mogącymi przetransportować setki ton gazu. W terminalu paliwowym odbierane LNG zostaje zmagazynowane, a następnie podlega regazyfikacji i jest przesyłane gazociągami do odbiorców lub transportowane cysternami do instalacji LNG.

Charakterystyka techniczna LNG

1 m³ LNG jest równy 600 Nm³ (metry sześcienne w warunkach normalnych) gazu ziemnego, co stwarza znaczne możliwości magazynowe. Dużą ilość energii można skupić w danej objętości magazynowej. Właściwości fizyczne LNG zestawiono na rycinie 1, zaś dane kalkulacyjne na rycinie 2.

Lp.	LNG	Równoważnik
1	1m ³ LNG	600 Nm ³ gazu ziemnego
2	1 tona LNG	1 380 Nm ³ gazu ziemnego
3	1 tona LNG	1,23 tony ropy naftowej
4	1 tona LNG	1,86 tony węgla kamiennego

Ryc. 2. Dane kalkulacyjne dla LNG

Produkcja i dystrybucja LNG

W Polsce LNG produkuje się w Zakładzie odazotowania gazu ziemnego KRIO w Odolanowie. Produkcja LNG odbywa się tam w wyniku procesu głębokiego schładzania gazu ziemnego, pochodzącego z lokalnych złóż w celu odazotowania. Bezpośrednio po produkcji LNG magazynowany jest w zbiornikach naziemnych. Następnie, odbierany specjalistycznymi cysternami, dostarczany jest do odbiorców.

Cysterny transportujące LNG posiadają specyficzną konstrukcję. Są zbudowane z dwóch płaszczy zbiornikowych. Pomiędzy płaszczem zbiornika wewnętrznego a zewnętrznego panuje próżnia, aby zachować jak najlepsze parametry temperaturowe przewożonego medium. LNG przewożone w cysternach

posiada ciśnienie rzędu 2 bar i temperaturę – 161 °C. Konstrukcja cysterny pozwala na podniesienie ciśnienia do ok. 8 bar. Pojemność cystern może się kształtować od 32 m³ (12 t LNG) – cysterna kontenerowa do 43 m³ (15 t LNG) – autocysterna. W Polsce tego typu cysterny posiada i prowadzi usługi transportowe firma PGS Sp. z o.o. z Odolanowa.



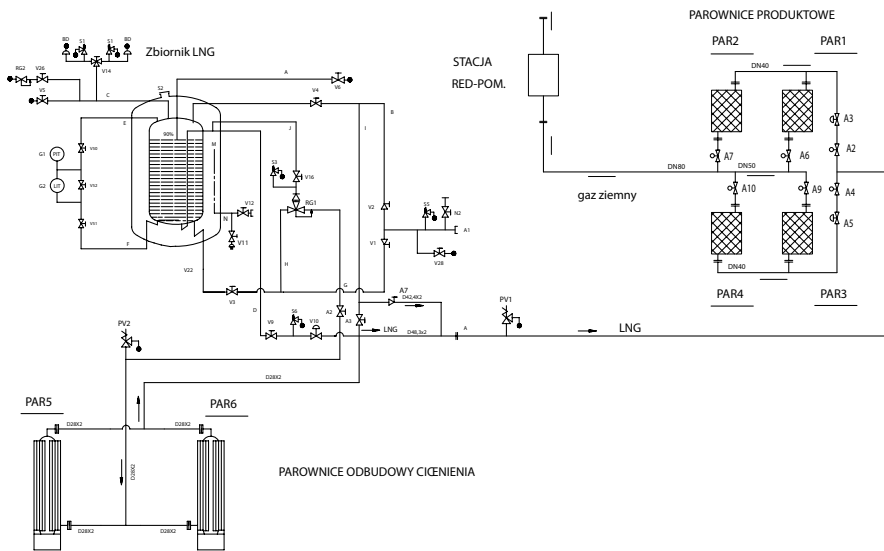
Ryc. 3. Cysterna kontenerowa o pojemności 32 m³



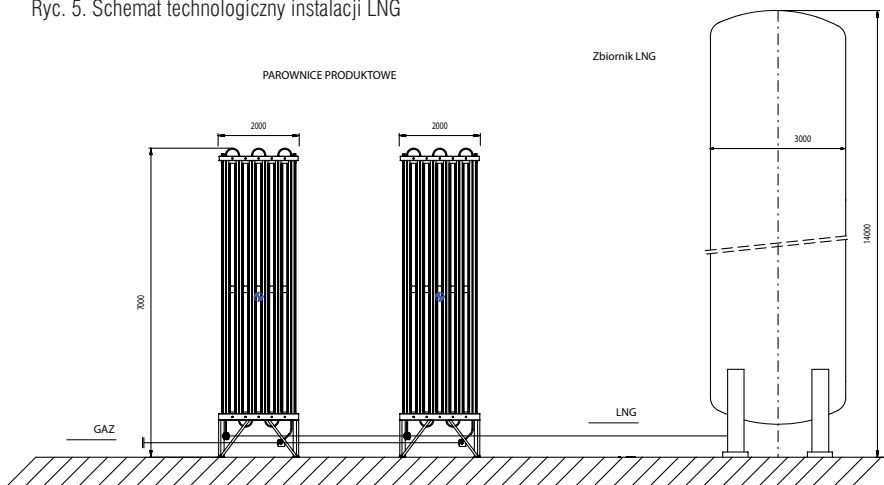
Ryc. 4. Cysterna o pojemności 43 m³

Ze względu na możliwość zagospodarowania w krótkim czasie, skroplony gaz ziemny znalazł kilka zastosowań. LNG posłużyło w większej mierze do zaopatrywania w gaz ziemny odbiorców indywidualnych i przemysłowych w regionach, gdzie obecnie nie ma możliwości zasilania z gazociągów wysokiego ciśnienia. W takich przypadkach źródłem gazu ziemnego może być instalacja LNG składająca się ze zbiornika magazynowego (najczęściej o pojemności 60 m³), instalacji zgazowania LNG oraz stacji redukcyjno-pomiarowej. Schemat przykładowej instalacji przedstawiony został na rycinach 5 i 6.

Zbiornik magazynowy uzupełniany jest w zależności od potrzeb. Do dużych odbiorców cysterny wożą LNG codziennie. Instalacja umożliwia dostawienie drugiego zbiornika i zwiększenie wydajności. Wydajność instalacji LNG, w zależności od jej wielkości, może kształtować się na poziomie od 400 Nm³ do ponad 4000 Nm³. Najczęściej budowane są instalacje o wydajności 1500 Nm³



Ryc. 5. Schemat technologiczny instalacji LNG



Ryc. 6. Instalacja LNG

i 2500 Nm³. Ciśnienie LNG w zbiorniku magazynowym może wynosić od 2 bar do 8 bar. Temperatura na wyjściu z instalacji zgazowania LNG jest średnio o 10 °C niższa niż temperatura otoczenia. Na stacji redukcyjno-pomiarowej wyrównywane są parametry gazu ziemnego przesyłanego do odbiorców lokalnych.



Ryc. 7. Instalacja LNG



Ryc. 8. Instalacja LNG. Dostawa LNG

Instalacja LNG może służyć jako tymczasowe źródło gazu ziemnego do czasu

wybudowania gazociągu wysokiego ciśnienia zasilającego danych odbiorców. Już po wybudowaniu i uruchomieniu gazociągu zasilającego, instalacja LNG może być nadal wykorzystywana do pokrywania zapotrzebowania szczytowego, a także niwelowania nierównomierności zapotrzebowania na gaz jako alternatywne źródło zasilania. Możliwe jest również przeniesienie instalacji do innych odbiorców gazu.

Inne zastosowania technologii LNG

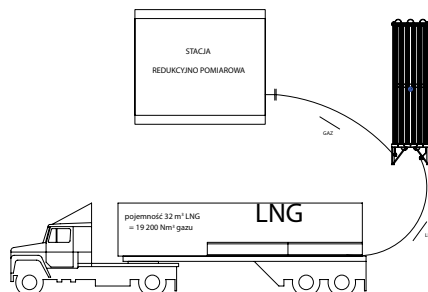
Instalacje LNG znalazły również zastosowanie jako źródło tymczasowego zasilania gazem ziemnym odbiorców przy prowadzeniu prac remontowych lub konserwacyjnych zarówno na gazociągach, jak i urządzeniach gazowych. Taka instalacja składa się z zestawu przewoźnego podzespołów zgazowania LNG i cysterny LNG jako zbiornika magazynowego. Włączenie w miejscach zasilania realizowane jest przy pomocy giętkich węży kriogenicznych, pozwalających na poprowadzenie gazociągu w terenie i podłączenie w miejscach trudno dostępnych. To rozwiązanie pozwala na prowadzenie prac gazo-niebezpiecznych bez powodowania przerw w dostawie gazu ziemnego do odbiorców.



Ryc. 9. Instalacja LNG tymczasowego zasilania. Zasilanie na terenie stacji redukcyjno-pomiarowej I stopnia



Ryc. 10. Instalacja LNG tymczasowego zasilania. Zasilanie poza stacją redukcyjno-pomiarową I stopnia



Ryc. 11. Tymczasowe zasilanie gazem ziemnym z cysterny LNG

LNG znajduje również zastosowanie jako paliwo napędowe. W USA istnieje szeroko rozwinięta sieć dystrybutorów LNG. Napęd tego typu instaluje się głównie w samochodach ciężarowych dalekiego zasięgu i w autobusach. W Europie zostały podjęte próby stosowania napędu LNG w autobusach, ale obecnie skala tej aplikacji jest bardzo nieduża ze względu na odległe źródła LNG.

Zastosowanie LNG jako napędu silników samochodowych jest konkurencyjne do sprężonego gazu ziemnego CNG. Ciśnienie magazynowania CNG wynosi ok. 250 bar, podczas gdy LNG magazynuje się przy ciśnieniu 2-4 bar.

CNG, podobnie jak LNG, może być wykorzystywane do tymczasowego zasilania gazem ziemnym czy do napędu silników samochodowych. W samych Niemczech jest kilka tysięcy stacji tankowania CNG. Wielu odbiorców posiada auta przerobione na napęd CNG w licencjonowanych warsztatach lub zakupione z fabrycznie przystosowaną instalacją, np. samochody Volvo. Zbiorniki do CNG mogą być stalowe lub kompozy-

towe. Te drugie są kilkakrotnie droższe od stalowych.

Jednak i w tym przypadku lepsze rozwiązanie daje zastosowanie LNG, ponieważ ta sama ilość energii zmagazynowana jest w mniejszej objętości. Zbiorniki do magazynowania CNG zajmują dużo miejsca, często cały bagażnik w samochodzie. Jedynie fabrycznie montowane specjalnie profilowane zbiorniki kompozytowe pozwalają na utrzymanie przestrzeni bagażowej.

Stosowanie LNG do dystrybucji gazu ziemnego pozwala na spore oszczędności w stosunku do innych rozwiązań. Jednej cysternie LNG odpowiada kilka cystern CNG. W przypadku transportu gazu ziemnego najtańszym jest transport LNG.

Wykorzystywanie LNG w wielu dziedzinach przemysłu jest kwestią przyszłości,

w tym celu należy dążyć do zwiększenia ilości źródeł tego typu medium.

Wnioski

1. Wzrost zapotrzebowania na energię zmusza do poszukiwania nowych nośników energetycznych oraz przyczynia się do powstawania kolejnych rozwiązań techniczno-technologicznych.

2. Jednym z ostatnio rozwijanych osiągnięć jest aplikacja skroplonego gazu ziemnego (LNG).

3. LNG posiada wiele zalet. W porównaniu ze swoją naturalną postacią (faza gazowa) charakteryzuje się znacznie niższymi kosztami transportu i magazynowania.

4. Istniejąca technologia produkcji, transportu i magazynowania pozwala na budowę lokalnych instalacji LNG w rejonach pozbawionych infrastruktury energetycznej.

Bibliografia:

1. Materiały informacyjne i dokumentacja projektowa stacji regazyfikacji LNG z roku 2004 i 2005, udostępnione przez firmę KRI Sp. z o.o. z siedzibą w Wysogotowie przy ul. Serdecznej 8.
2. Materiały informacyjne i dokumentacja projektowa instalacji LNG z roku 2005 i 2006, udostępnione przez firmę PGS Sp. z o.o. z siedzibą w Odolanowie przy ul. Krotoszyńskiej.

* Autor jest wiceprezesem zarządu PBG SA

** Autor jest dyrektorem Realizacji Przedsięwzięć PBG SA

Recenzował:
dr hab. inż. Rafał Wiśniowski,
prof. AGH

Szkolenie

I edycja Warsztatów Projektanta RUVOLUM® firmy Geobrugg w Polsce

mgr inż. Mirosław Mroziak

W dniach 13–15 września br. odbyła się pierwsza edycja Warsztatów Projektanta RUVOLUM® firmy Geobrugg. Warsztaty zostały zorganizowane w Krakowie, w siedzibie Partnera firmy Geobrugg w Polsce. Zaproszono na nie 63 gości z całego kraju, reprezentujących m.in. politechniki: Krakowską, Wrocławską i Świętokrzyską, AGH, a także liczne biura projektowe – drogowe oraz specjalizujące się w geotechnice.

Wykłady warsztatowe były prowadzone przez mgr inż. Mirosława Mroziaka, Partnera firmy Geobrugg w Polsce oraz inżyniera ze Szwajcarii Daniela Fluma, członka zespołu tworzącego zarówno system TECCO®, jak i koncepcję wymiarowania RUVOLUM®. Pozwala ona, jako jedyna na świecie, odpowiednio zwymiarować elastyczny system stabilizacji skarp i nasypów TECCO® w postaci siatki stalowej o wysokiej nośności w połączeniu z gwoździowaniem.

W czasie warsztatów przedstawiono aktualny stan wiedzy na temat wymiarowania systemu TECCO®, dzieląc prezentację na następujące bloki tematyczne:

- ogólny opis systemu TECCO®,
- wybrane projekty z całego świata zrealizowane w tej technologii,
- podstawy matematyczno-fizyczne koncepcji wymiarowania RUVOLUM®,
- obsługa i wymiarowanie z wykorzystaniem oprogramowania RUVOLUM®.

Uczestnicy warsztatów podkreślali bardzo wysoki poziom merytoryczny oraz szerokie doświadczenie firmy Geobrugg w dziedzinie geotechniki. Przedstawiciele świata nauki wyrazili zadowolenie z faktu, że matematyczno-fizyczne podstawy koncepcji RUVOLUM® przedstawiono w jasny i otwarty sposób. Znacznie podnosi to zaufanie projektantów do omawianego rozwiązania technicznego.

Informacje o kolejnej edycji warsztatów zostaną rozesłane wśród członków PKG oraz osób współpracujących z firmą Geobrugg w Polsce.

