

Stanisław Swędrak
Akademia Marynarki Wojennej

PLANOWANE TERMINALE GAZU LNG¹ W PORTACH POLSKICH – ROLA TRANSPORTOWEGO DOZORU TECHNICZNEGO W EKSPLOATACJI MORSKICH TERMINALI GAZOWYCH

STRESZCZENIE

W artykule opisano rozwiązania technologiczne stosowane przy transporcie skroplonego gazu ziemnego (LNG) drogą morską oraz przeładunku i przechowywaniu gazu w terminalach portowych z uwzględnieniem uwarunkowań gospodarczych wymuszających stosowanie tej drogi zaopatrzenia w gaz gospodarki polskiej.

WSTĘP

Zużycie ropy naftowej w gospodarce światowej jest na tyle duże, że jej ceny poszybowały do poziomu dotąd nienotowanego. W światowym bilansie energetycznym znaczące miejsce zajmuje gaz ziemny. Przez całe dziesięciolecie duża jego ilość była transportowana z Rosji (wcześniej Związku Radzieckiego). Pierwsze próby dywersyfikacji dostaw miały miejsce w ostatnich latach rządów premiera Jerzego Buzka. Ówczesny rząd przewidywał, że import gazu z kilku równorzędnych źródeł może stać się niedługo polską racją stanu. Brzmi to bardzo poważnie, ale rzeczywistość bezpieczeństwa energetycznego kraju nie wolno nie doceniać. Podpisane porozumienie było początkiem realizacji projektu przewidującego budowę gazociągu, który miał doprowadzać gaz ze źródeł norweskich do okolic Niechorza na polskim wybrzeżu. Jak twierdzi były wicepremier i minister gospodarki J. Steinhoff, koszty inwestycji miała pokryć strona norweska, a ceny gazu dla użytkownika byłyby po-

¹ LNG (Liquified Natural Gas) – skroplony gaz ziemny.

równywalne z cenami gazu rosyjskiego². Niestety, następny rząd zrezygnował z wynegocjowanej przez poprzedników umowy na budowę gazociągu, w efekcie czego w obecnej sytuacji zagrożenia dostaw ze strony rosyjskiej pozostaje nam budowa terminali gazu płynnego w portach morskich oraz statków do przewozu gazu.

Należy wnosić, że zasadniczym powodem takiego właśnie działania rządu Jerzego Buzka w zakresie dywersyfikacji dostaw gazu nie były jakieś uprzedzenia antyrosyjskie. Za takimi działaniami stało zdroworozsądkowe, gospodarskie myślenie zgodne z polską racją stanu. Dostawy gazu z Rosji powinny być zdecydowanie zrównoważone podobnymi dostawami tego surowca z innych państw, ponieważ każdy monopol dostaw jest szkodliwy.

Obecne zużycie gazu w Polsce kształtuje się na poziomie 13 mld m³ rocznie, z czego 4,2 mld m³ wydobywamy w kraju, 1,2 – 2 mld m³ pochodzi z państw azjatyckich, 1 mld m³ z Norwegii i Niemiec, natomiast 5,6 – 6,6 mld m³ to gaz z Rosji.

MOŻLIWOŚCI IMPORTU GAZU ZIEMNEGO

Import skroplonego gazu ziemnego specjalnymi statkami (gazowcami) jest technologią transportową realizowaną w wielu krajach od lat. Transport morski pozwala sprowadzać do kraju gaz z różnych źródeł, co w przypadku transportu rurą jest bardzo ograniczone. Możliwość zakupów gazu od różnych kontrahentów pozwala na elastyczność dostaw, a także wybór optymalnego dostawcy. Obecnie na świecie jest wielu producentów gazu skroplonego. Byłby to więc doskonały sposób na dywersyfikację dostaw. Strona ekonomiczna zagadnienia wygląda różnie, zwykle jednak koszty importu gazu skroplonego są wyższe od transportowanego rurą. W ostatnich latach daje się jednak zauważyć zmiany tych relacji na korzyść gazu LNG. Technologie przetwarzania i transportu tego medium zostały już na tyle dobrze opanowane, że (przy ostatnich podwyżkach cen gazu) ceny LNG stały się konkurencyjne. Jak wynika z danych Urzędu Regulacji Energetyki, już w 2004 roku średnie ceny gazu transportowanego rurą były wyższe od cen gazu skroplonego. Szacunkowa kalkulacja kosztów LNG wygląda następująco:

- wydobycie i transport do terminalu LNG 15%;
- skroplenie gazu i załadunek 40%;
- transport morski 25%;
- wyładowanie, regazyfikacja i dystrybucja 20%.

² Rozmowa z Krzysztofem Kochanowskim w portalu www.cire.pl

Obecnie koszty własne kształtują się w granicach 120 USD/1000 m³, co przy dużej ilości eksporterów gazu daje w perspektywie stabilny rynek tego nośnika energii³.

Światowy handel gazem skroplonym rozwija się dynamicznie. Pozwala on na podniesienie bezpieczeństwa energetycznego krajów, których gospodarki są uzależnione od dostaw surowców energetycznych. Flota statków transportujących gaz skroplony LNG wzrosła ze 127 w roku 2000 do około 380 w 2010 roku⁴. Potentatami w tym zakresie są Japonia i Korea Południowa. W Europie najczęściej gazu LNG importują takie kraje, jak Francja, Hiszpania i Włochy, mające po kilka terminali. Ten sposób zaopatrywania zyskuje coraz więcej zwolenników i szacuje się, że za kilka lat ilość gazu importowanego drogą morską zrówna się z ilością gazu transportowanego rurociągami. Wielkości światowego importu LNG w 2005 roku przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Najwięksi importerzy gazu LNG

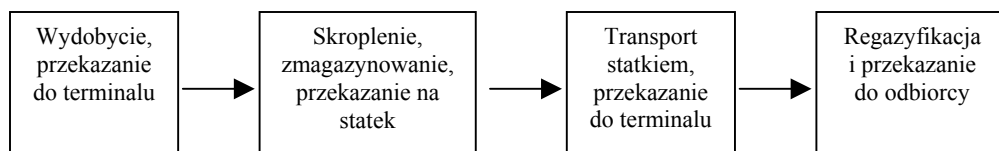
Kraj	Wielkość importu (mld. m ³)	Kraj	Wielkość importu (mld. m ³)
Japonia	77,00	Włochy	8,9
Korea Płd.	30,00	Francja	7,65
USA	18,5	Turcja	4,25
Hiszpania	18,2	Belgia	2,9
Tajwan	9,2	Indie	2,6

Źródło: *Miesięcznik gospodarczy „Nowy Przemysł”*, portal int. www.wnp.pl

Technologia przygotowania gazu i jego transportu jest opanowana. Gaz należy skroplić, co jest możliwe w warunkach ciśnienia atmosferycznego przy temperaturze -161,5 °C. Kolejną operacją jest przepompowanie skroplonego gazu na statek. Statek-gazowiec może przetransportować jednorazowo około 150 tys. m³ skroplonego gazu, co jest równoważne około 100 mln m³ gazu nieskroplonego. Po dotarciu do terminalu gaz zostaje przepompowany do zbiorników, a następnie transportowany cysternami lub po zamianie na postać gazową tłoczony rurociągami do odbiorców. Etapy, jakie występują od momentu wydobycia do momentu dostarczenia gazu dla użytkownika, tworzą „łańcuch LNG”. Jego schemat ideowy przedstawiono na rysunku 1.

³ Jacek Balcewicz, portal internetowy „Energia Gigawat”, www.gigawat.net.pl

⁴ Z informacji dla mediów PGNiG, www.pgnig.pl



Rys. 1. Schemat ideowy transportowego „łańcucha LNG”

Opracowanie własne autora.

WŁASNOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNE GAZU LNG

LNG jest to paliwo – gaz ziemny w postaci ciekłej o temperaturze poniżej $-161,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Stosunek objętości gazu w warunkach otoczenia do gazu upłynnionego wynosi około 630 : 1. LNG jest bezwonny, bezbarwny i nie ma własności toksycznych i korozyjnych. W skład gazu ziemnego wchodzi głównie metan (ok. 90%) oraz niewielkie ilości etanu propanu oraz innych węglowodorów, a także wody, dwutlenku węgla i zanieczyszczeń. Skraplanie gazu ziemnego wiąże się z bardzo dokładnym jego oczyszczeniem z dwutlenku węgla, azotu, propanu butanu, wilgoci, helu itp. Proces ten można udoskonalić na tyle, że otrzymuje się w efekcie niemal czysty metan. Jest to bardzo czyste paliwo o liczbie oktanowej 130. Po powtórnej zamianie na postać gazową pozostaje bardzo niewiele zanieczyszczeń, gaz jest właściwie całkowicie pozbawiony wilgoci⁵.

Ciężar właściwy gazu skroplonego jest o ponad połowę mniejszy od wody (ok. 43%). Jego wybuchowość jest ograniczona do mieszaniny z powietrzem w stosunku objętościowym 4,4 – 15,0%. W przestrzeni otwartej ani LNG, ani jego opary nie mają własności wybuchowych. Gaz ziemny (LNG) z uwagi na niską temperaturę wymaga zbiornika kriogenicznego.

TERMINALE GAZOWE I GAZOWCE

Na dzień dzisiejszy (początek 2006 roku) nie podjęto jeszcze decyzji dotyczącej lokalizacji terminalu gazowego w Polsce. Brane są pod uwagę dwie możliwości: Świnoujście i Gdańsk. Obydwa te ośrodki są zainteresowane budową terminalu, ponieważ takie inwestycje są zawsze źródłem dodatkowych przychodów

⁵ Karty Charakterystyk Substancji Niebezpiecznych CIOP, Warszawa 1993.

z podatków oraz indywidualnych przychodów pracowników. Koszty budowy terminalu oraz floty trzech gazowców szacuje się na ponad miliard dolarów. Obecnie cena średniej wielkości (150 tys. m³) statku do przewozu gazu płynnego wynosi ponad 200 mln USD⁶.

Za lokalizacją terminalu w porcie gdańskim przemawiają przede wszystkim warunki hydrotechniczne. Chodzi tutaj o odpowiednią głębokość kanałów i basenów portowych. Dobrymi warunkami dla nawigacji dysponuje Port Północny, w którym mogłyby swobodnie cumować typowe gazowce o pojemności około 120 – 150 tys. m³ i głębokości zanurzenia około 12 m. Głębokość basenów portowych sięga tam 15 metrów. Nie bez znaczenia jest też możliwość łatwego połączenia terminalu z krajowym systemem gazowniczym, a także bliskość istniejącego podziemnego magazynu gazu „Mogilno” w województwie kujawsko-pomorskim o pojemności 700 mln m³ oraz planowanego podziemnego magazynu gazu „Mechelinki” w województwie pomorskim o docelowej pojemności 300 mln m³. Po wstępnych obliczeniach koszt budowy terminalu oszacowano na 300 mln USD⁷.

Skroplony gaz przechowuje się w zbiornikach, które mają zawsze konstrukcję złożoną z dwóch ścian z bardzo efektywną izolacją termiczną pomiędzy nimi. Duże zbiorniki mają kształt cylindryczny ze sklepieniem w kształcie kopuły. Ciśnienie w tych zbiornikach jest niskie i wynosi poniżej 0,25 [bar]. Magazynowany gaz w postaci płynnej jest w stanie ciągłego wrzenia, dzięki czemu jego temperatura nie spada, a parowanie wywołuje efekt „samoschładzania”. Jeżeli poprzez częściowe zamknięcie odpływu oparów spowodujemy wzrost ciśnienia do 6 [bar], wtedy temperatura cieczy podniesie się do –130 °C.

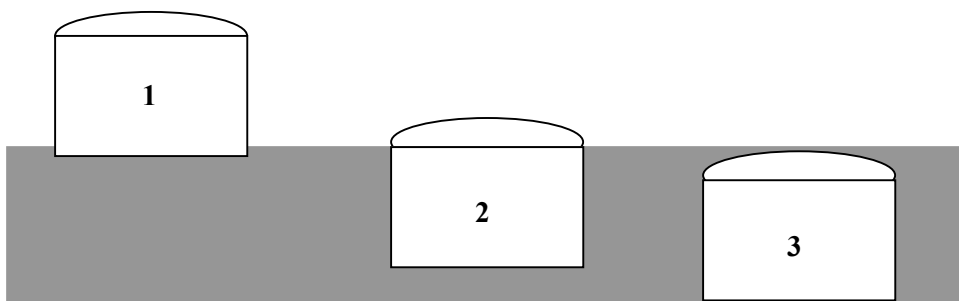
Zbiorniki LNG wykonywane są jako naziemne, częściowo w gruncie i podziemne. Zbiorniki znajdujące się częściowo lub całkowicie pod ziemią mają wiele niezaprzeczalnych zalet. Najważniejsza z nich to wysoki poziom bezpieczeństwa. Podziemne zbiorniki LNG są całkowicie lub prawie niewidoczne z zewnątrz, co czyni je trudnym celem dla ewentualnych terrorystów. Taki standard wykonania jest zalecany w normie europejskiej EN1473. Różne rozwiązania techniczne posadowienia zbiorników przedstawiono na rysunku 2.

Konstrukcja ścian i płyty fundamentowej zbiornika jest skomplikowana i składa się z trzech warstw: zbrojonego betonu, izolacji oraz membrany. Z uwagi na to, że zbiorniki LNG projektowane są jako odporne na różnego rodzaju warunki zewnętrzne, łącznie z trzęsieniem ziemi, warstwa zewnętrzna ze zbrojonego betonu, który jest odporny na ściskanie, jest tutaj najbardziej odpowiednia. Następną war-

⁶ Materiały z konferencji nt. gazowców w Stoczni Gdynia, 3 lutego 2006 r.

⁷ Portal logistyczny „Logistyka Firm”, www.logistykafirm.com

stwa – izolacyjna – wykonana jest z pianki poliuretanowej, skutecznie hamującej przenikanie ciepła do zbiornika. Pianka przenosi ciśnienie cieczy na ściany zewnętrzne zbiornika. Trzecia warstwa – wewnętrzna – to cienka, 2-milimetrowa falista membrana uszczelniająca zbiornik od wewnątrz. Dzięki falistej formie membrana może łatwo przenosić naprężenia wynikające z dużej różnicy temperatur pomiędzy otoczeniem zbiornika i przechowywanym skroplonym gazem ($-162\text{ }^{\circ}\text{C}$).



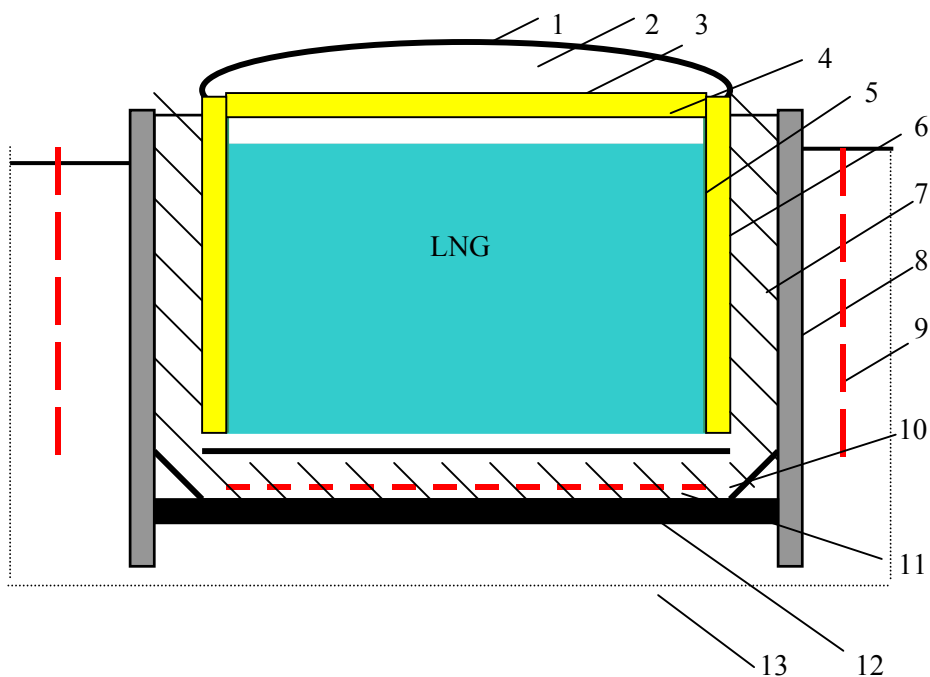
Rys. 2. Rodzaje zbiorników na płynny gaz LNG:
1 – naziemny, 2 – częściowo w gruncie, 3 – podziemny

Dla zwiększenia bezpieczeństwa kopuły zbiorników są pokrywane zbrojonym betonem lub warstwą gruntu. Umieszczenie zbiorników LNG pod ziemią redukuje także duży efekt psychologiczny zagrożenia. Konstrukcję zbiornika płynnego gazu LNG wykonanego częściowo w gruncie przedstawiono na rysunku 3.

Transport płynnego gazu od wytwórcy do importera odbywa się z reguły drogą morską za pomocą statków do transportu gazu, potocznie nazywanych „gazowcami” lub „metanowcami”. Gazowiec to statek przeznaczony do przewozu gazu w stanie skroplonym i pod wysokim ciśnieniem (w przypadku LPG) lub w stanie skroplonym i w niskiej temperaturze poniżej $-161,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (w przypadku LNG) w izolowanych zbiornikach funkcjonujących na zasadzie termosu. Statki te mają podwójne kadłuby. Gaz ziemny transportuje się również w postaci skompresowanej (CNG), jednak ta metoda jest znacznie rzadziej stosowana.

Zbiorniki do przewozu gazu skroplonego przystosowane są do pracy w niskich temperaturach. Są one beciśnieniowe lub niskociśnieniowe. Podwójny kadłub statku pozwala uniknąć wycieków gazu oraz przebicia zbiornika w przypadku zderzenia z inną jednostką. Obecnie stosuje się dwa rozwiązania, jeśli chodzi o budowę statków do przewozu LNG. Są to:

- statki ze zbiornikami kulistymi;
- statki ze zbiornikami membranowymi.



Rys. 3. Konstrukcja zbiornika LNG:

- 1 – pokrywa zbiornika z betonu zbrojonego, 2 – stalowe sklepienie, 3 – podwieszony pomost, 4 – izolacja z waty szklanej, 5 – membrana ze stali nierdzewnej, 6 – izolacja z poliuretanu, 7 – ściana z betonu zbrojonego, 8 – ściana uszczelniająca z betonu zbrojonego, 9 – elementy grzejne, 10 – płyta fundamentowa z betonu zbrojonego, 11 – elementy grzejne, 12 – warstwa żwiru, 13 – grunt

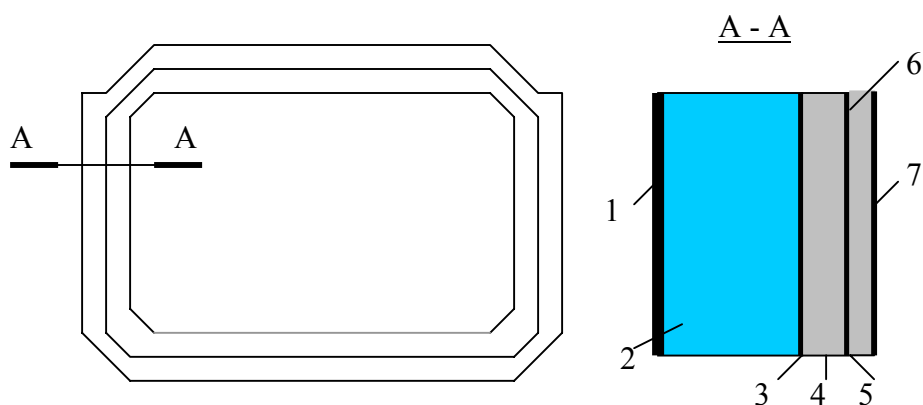
Obydwa te rozwiązania mają swoje dobre i złe strony. Zbiorniki kuliste (licencja norweska) są zbiornikami samonośnymi, opartymi na podwójnym dnie statku i mocowanymi do konstrukcji kadłuba. Poszycie zbiornika wykonywane jest ze stali chromoniklowej lub ze stopów aluminium. Spawanie konstrukcji zbiorników wymaga dużej dokładności i odpowiedniego oprzyrządowania. Spawanie blach odbywa się technologią MIG obustronnie z częściowym wycięciem grani. Zbiornik jest izolowany cieplnie, a część górna pokryta jest dodatkowo płaszczem ochronnym. Przestrzeń pomiędzy zbiornikiem i płaszczem jest monitorowana pod względem zawartości metanu. W centralnej części zbiornika znajduje się wieża, w której umieszczone są pompy i część aparatury sterującej. Zbiorniki tego typu są łatwiejsze do monitorowania i ewentualnych napraw. Kształt tych zbiorników, kulisty lub zbliżony do kuli, nie pozwala jednak całkowicie wypełnić przestrzeni kadłuba płynnym gazem. Zbiorniki kuliste uważa się za bezpieczniejsze.



Rys. 4. Statek do przewozu LNG w wersji ze zbiornikami kulistymi

Źródło: „Hydrocarbons Technology”, portal internetowy.

Zbiornik membranowy to inaczej ładownia statku pokryta od wewnątrz warstwą izolacji cieplnej (poliuretan) oraz, od strony ładunku, blachą ze stali wysokostopowej (INVAR). Stosuje się także konstrukcje wielowarstwowe z włókna szklanego i folii aluminiowej. Statki, w których znajdują się zbiorniki membranowe, mają podwójny kadłub. Konstrukcję zbiornika przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Przekrój kadłuba statku do przewozu LNG w zbiornikach membranowych:

1 – poszycie kadłuba zewnętrznego, 2 – zbiornik balastowy, 3 – poszycie kadłuba wewnętrznego, 4 – druga warstwa izolacji, 5 – druga membrana, 6 – pierwsza warstwa izolacji, 7 – pierwsza membrana

Ten typ zbiorników pozwala na pełne wykorzystanie przestrzeni kadłuba do napełnienia LNG, ale w przypadku powstania nieszczelności w membranach bardzo trudne jest zlokalizowanie uszkodzenia. Przestrzeń pomiędzy membranami jest monitorowana pod względem obecności metanu.

Wyciek metanu może spowodować pożar, jednak zapłon wystąpi jedynie przy odpowiedniej koncentracji metanu w powietrzu i istnieniu inicjatora zapłonu. Metan w warunkach transportu statkiem nie jest wybuchowy. System oprzyrządowania wymagany przepisami potrafi wykryć niebezpieczeństwo i spowodować odcięcie zaworów podczas operacji przeładunkowej.

Jak wynika z rysunku 5., poza odpowiednią izolacją ładunku ważne są względy bezpieczeństwa, dla których zastosowano podwójny kadłub. Z powodu zagrożenia bezpieczeństwa tego rodzaju statki traktowane są przez prawo morskie ze szczególną ostrożnością. Manewry gazowców odbywają się w dzień, a przepisy portowe zazwyczaj dodatkowo określają takie parametry, jak widzialność, prędkość wiatru, a także dopuszczalne odległości od innych statków. Rozładunek gazowców w nocy może odbywać się tylko w uzasadnionych przypadkach. Ważny jest również stan wody oraz prądy. Podczas manewrów gazowców dozwolony jest jedynie ruch jednostronny.

W trakcie transportu gaz płynny nie jest z reguły schładzany. Jego temperatura nie wzrasta dzięki odparowywaniu gazu. Proces ten przebiega z intensywnością 0,12 – 0,15% na dobę, w zależności od warunków otoczenia oraz jakości zastosowanej izolacji cieplnej. Wielkość tę nazywa się potocznie „wyparem”. Aby uniknąć strat z tego tytułu, odparowujący gaz używany jest do zasilania napędów siłowni okrętowej. Możliwe są tutaj różne rozwiązania. Najczęściej stosowana jest siłownia oparta na turbinach parowych, ale również stosuje się turbiny gazowe oraz silniki dwu- i czterosuwowe, które po niewielkich modyfikacjach mogą być zasilane metanem.

WARUNKI BEZPIECZEŃSTWA W TRANSPORCIE I MAGAZYNOWANIU LNG

Ciekły gaz jest niebezpiecznym nośnikiem energii i z tego względu musi być traktowany z należytą ostrożnością. Procedury transportu i magazynowania płynnego gazu muszą uwzględniać zagrożenia podobne do tych, jakie mają miejsce podczas operacji przeładunkowych paliw płynnych. Ekstremalnie niska temperatura LNG powoduje szereg dodatkowych zagrożeń. Poznanie i rozwiązanie zagadnień technicznych związanych z płynami kriogenicznymi znacząco zwiększyło bezpieczeństwo w tej dziedzinie, ale w początkowym okresie rozwoju technologii magazynowania i przeładunku LNG zdarzały się poważne wypadki. Najpoważniejszy

z nich wydarzył się w Cleveland w stanie Ohio w 1944 roku. Wskutek uszkodzenia zbiornika nastąpił wyciek gazu do systemu kanalizacji oraz wprost na ulicę. W efekcie eksplozji zginęło 128 ludzi. Zbiornik był zbudowany ze stali o niskiej zawartości niklu, co spowodowało jej kruchość w bardzo niskiej temperaturze gazu płynnego. W późniejszym okresie wydarzyły się jeszcze trzy poważne wypadki związane z pracą następujących terminali:

- Staten Island, New York 1973 r.;
- Cove Point, Maryland 1979 r.;
- Skikda Algeria 2004 r.

Każdy z tych incydentów spowodował duże straty materialne i śmierć wielu ludzi. W minionych 40 latach zrealizowano ponad 33 tysiące transportów LNG statkami. W tym czasie nie wydarzył się żaden poważniejszy wypadek.

Doświadczenia wielu lat eksploatacji urządzeń służących do transportu i magazynowania LNG pozwoliły instytucjom nadzorującym opracować odpowiednie przepisy czyniące obsługę tych urządzeń bardziej bezpieczną. Przeładunek gazu płynnego ze statku i na statek odbywa się za pomocą portowych ramion przeładunkowych. Urządzenia te stosowane są powszechnie, także w polskich portach, do przeładunku ładunków płynnych (w tym paliw). W przypadku zastosowania ich do przeładunku gazów LNG konieczne staje się zastosowanie odpowiednich, odpornych na działanie niskich temperatur, materiałów. Portowe ramiona przeładunkowe projektowane są zgodnie z przepisami OCIMF (Oil Companies International Marine Forum) „Projektowanie i konstrukcja portowych ramion przeładunkowych”. Urządzenia te są produkowane przez wielu wytwórców w Europie i na świecie. Wielość konstrukcji i szeroki zakres parametrów pozwalają dobrać odpowiednie urządzenia do przewidywanych warunków eksploatacji.

Portowe ramiona przeładunkowe materiały niebezpieczne, przedstawione na rysunku 6., powinny być wyposażone w szereg urządzeń zabezpieczających. Właściwe wykonanie i poprawne działanie tych urządzeń ma decydujące znaczenie dla bezpiecznej pracy całego terminalu. Poza systemami zabezpieczeń, wymaganymi odrębnymi przepisami, zasadnicze znaczenie dla bezpiecznej pracy ramion mają następujące systemy i podzespoły:

- system awaryjnego rozłączenia;
- system alarmowy przekroczenia strefy pracy;
- jakość połączeń obrotowych elementów ramienia;
- jakość trójczłonowych przegubów sferycznych.



Rys. 6. Portowe ramiona przeładunkowe podłączone do instalacji statkowej

Źródło: P.P.P.P Naftoport Sp. z o.o. Gdańsk.

DOZÓR TECHNICZNY NAD URZĄDZENIAMI W TERMINALACH LNG

Głównym aktem prawnym określającym zasady, zakres i formy wykonywania dozoru technicznego oraz jednostki właściwe do jego wykonywania jest ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorcze technicznym (DzU Nr 122, poz. 1321 z późniejszymi zmianami). W artykule 4 ustawa precyzuje pojęcie „urządzenia technicznego”. W rozumieniu ustawy pod tym określeniem należy rozumieć urządzenia, które mogą stwarzać zagrożenie dla życia lub zdrowia ludzkiego oraz mienia i środowiska wskutek:

- rozprężania cieczy lub gazów znajdujących się pod ciśnieniem różnym od atmosferycznego;
- wyzwolenia energii potencjalnej lub kinetycznej przy przemieszczaniu ludzi lub ładunków w ograniczonym zasięgu;
- rozprzestrzeniania się materiałów niebezpiecznych podczas ich magazynowania lub transportu.

W rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2002 roku w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (DzU Nr 120, poz. 1021 z późniejszymi zmianami) w § 1 p. 2 stwierdza się, że dozorowi technicznemu podlegają „zbiorniki beczniowe i zbiorniki o nadciśnieniu nie wyższym niż 0,5 bara, przeznaczone do magazynowania materiałów niebezpiecznych o właściwościach trujących lub żrących (...)”. Z uwagi na fakt, że terminale gazowe LNG mają być usytuowane na terenach portowych, a sprzęt stosowany do ich przeładunków jest sprzętem specjalistycznym, dozór nad tymi urządzeniami powinien być sprawowany przez Transportowy Dozór Techniczny. Wyżej wspomniana ustawa określa zakres działania TDT w artykule 44.

Transportowy Dozór Techniczny został powołany w 2001 roku ustawą z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (DzU Nr 122, poz. 1321), jednak jest to instytucja o wieloletniej historii, ponieważ powstała z połączenia dawnego Specjalistycznego Dozoru Technicznego Żeglugi Morskiej i Kolejowego Dozoru Technicznego. Obie te instytucje zgromadziły spory bagaż doświadczeń w dziedzinie sprawowania dozoru nad urządzeniami technicznymi podlegającymi dozorowi technicznemu i służącymi do magazynowania, transportu i przeładunku gazów płynnych, materiałów ciekłych zapalnych oraz innych materiałów niebezpiecznych. W portach Trójmiasta oraz Szczecina – Świnoujścia od wielu lat eksploatowane są terminale gazu płynnego LPG wraz z portowymi ramionami przeładunkowymi. Te ostatnie urządzenia służą do przeładunków różnorodnych niebezpiecznych materiałów i jak dotąd ich eksploatacja nie spowodowała wypadków lub niebezpiecznych awarii.

Przy znaczącym udziale specjalistów Transportowego Dozoru Technicznego i na podstawie dotychczasowych doświadczeń powstał projekt rozporządzenia ministra transportu i budownictwa w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać urządzenia do napełniania i opróżniania zbiorników transportowych. Warunki te dotyczą także portowych ramion przeładunkowych.

Procesy przeładunkowe materiałów ciekłych zapalnych i gazów płynnych są szczególnie niebezpieczne. To właśnie w trakcie przeładunków gazów płynnych powstają największe zagrożenia. W związku z tym w projekcie warunków technicznych przyjęto kilka ważnych z punktu widzenia bezpieczeństwa ustaleń:

1. Urządzenia do napełniania i opróżniania (UNO) przeznaczone do przeładunku towarów niebezpiecznych o właściwościach zapalnych, samozapalnych, trujących, zakaźnych i żrących powinny być wyposażone w instalacje zapewniające hermetyzację napełniania i opróżniania zbiorników transportowych.

2. Pary przeładowywanych towarów niebezpiecznych z układów hermetyzacji powinny być odprowadzane do instalacji odzysku par lub do zbiornika magazynowego.
3. UNO dla towarów niebezpiecznych o właściwościach zapalnych, trujących i żrących powinny być wyposażone w złącza awaryjnego rozłączania lub inne podobnie działające urządzenia.
4. Zaleca się, ażeby UNO były wyposażone w złącza szybkomocujące, sterowane ręcznie, hydraulicznie lub pneumatycznie.
5. Przekroczenie stref pracy przez elementy ramienia przeładunkowego powinno samoczynnie uruchamiać układ alarmowy.

PODSUMOWANIE

Wykorzystanie gazu skroplonego LNG jako dodatkowego źródła energii w gospodarce naszego kraju pozwoli na jej bezpieczniejsze funkcjonowanie. Obecne uwarunkowania gospodarcze i polityczne wskazują na pilną potrzebę dywersyfikacji źródeł energii. Budowa terminalu gazowego oraz flotyli gazowców jest zadaniem trudnym ekonomicznie, ale jednocześnie jest dużym wyzwaniem dla polskiego przemysłu stoczniowego i całej gospodarki. Jego realizacja może przynieść wiele wymiernych korzyści. Nowoczesne technologie są zawsze dobrą inwestycją.

Transportowy Dozór Techniczny jest doświadczoną instytucją kontrolną i zgodnie z zasadami określonymi przez polskie prawo w tym zakresie gotową do realizacji wynikających z tego obowiązków.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Design and Construction Specification for Marine Loading Arms*, 3rd edition, OCIMF, 1999.
- [2] *Karty Charakterystyk Substancji Niebezpiecznych*, CIOP, Warszawa 1993.
- [3] *Projekt rozporządzenia ministra transportu i budownictwa w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać urządzenia do napełniania i opróżniania zbiorników transportowych z dnia 30 stycznia 2006 r.*

- [4] *Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu z dnia 16 lipca 2002 r. (DzU Nr 120, poz. 1021).*
- [5] *Ustawa o dozorze technicznym z dnia 21 grudnia 2000 r. (DzU Nr 122, poz. 1321).*
- [6] *Wiewiórka A., Wesolek Z., Puchalski J., Ropa naftowa w transporcie morskim, TRADEMAR, 1999.*

ABSTRACT

The paper presents technological solutions used to transport liquefied natural gas (LNG) by sea, trans-shipment and storage of gas in port terminals and considerations related to economic conditions imposing the use of this way of supplying the economy with gas.

Recenzent dr inż. kpt. ż.w. Andrzej Królikowski, prof. nadzw. AMW