



Wojciech Domański

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, e-mail: wodom@ciop.pl

TRANSPORT I MAGAZYNOWANIE GAZÓW TECHNICZNYCH

Streszczenie: Gazy techniczne stanowią specyficzną grupę towarów niebezpiecznych, będących źródłem zagrożeń dla zdrowia ludzi i środowiska naturalnego. Zagrożenia, które stwarzają gazy techniczne, wynikają ze sposobu ich magazynowania i transportu, ich fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości.

W artykule przedstawiono: zasady klasyfikacji i oznakowania gazów przyjętych w Umowie ADR oraz w Rozporządzeniu CLP; podstawowe wymagania techniczne jakie powinny spełniać budynki i pomieszczenia przeznaczone na magazyny gazów technicznych; zasady przemieszczania pojemników z gazami technicznymi oraz postępowania w przypadku awarii.

Słowa kluczowe: gazy, gazy techniczne, transport, magazynowanie, Umowa ADR, Rozporządzenie CLP.

Wstęp

Gazy techniczne stanowią specyficzną grupę towarów niebezpiecznych, będących źródłem zagrożeń dla zdrowia ludzi i środowiska naturalnego. Zagrożenia, które stwarzają gazy techniczne, wynikają ze sposobu ich przechowywania i transportu, ich własności fizyko-chemicznych oraz własności biologicznych. Gazy techniczne są przechowywane:

- w zbiornikach ciśnieniowych w stanie sprężonym, skroplonym lub rozpuszczonym pod ciśnieniem,
- w zbiornikach kriogenicznych (ciśnieniowych i otwartych) w stanie skroplonym schłodzonym.

Gazy w przypadku uwolnienia łatwo i szybko mieszają się z powietrzem, wypełniając duże przestrzenie, stwarzając zagrożenie w zależności od własności uwolnionego gazu.

Gaz oznacza materiał, który w temperaturze 50°C ma prężność par większą niż 300 kPa (3 bary) lub jest całkowicie w stanie gazowym w temperaturze 20°C, pod ciśnieniem atmosferycznym 101,3 kPa.

Klasyfikacja i oznakowanie gazów wg ADR

Gazy jako towary niebezpieczne wg klasyfikacji przyjętej przez ADR [1] są zakwalifikowane do klasy 2 (Gazy). Klasa 2 obejmuje czyste gazy, mieszaniny gazów, mieszaniny jednego lub więcej gazów z jednym lub kilkoma innymi materiałami oraz przedmioty zawierające takie materiały. Niektóre gazy z uwagi na ich właściwości mogą być zaliczone do innej klasy ADR, np. fluorowodór (UN 1052) jest zaklasyfikowany do klasy 8 (Materiały żrące), cyjanowodór stabilizowany zawierający mniej niż 3% wody (UN1053) – klasa 6.1 (Materiały trujące).

Zgodnie z ADR gazy oraz materiały i przedmioty zawierające gazy dzielą się na:

1. Gazy sprężone: gazy, które zapakowane pod ciśnieniem, pozostają całkowicie w stanie gazowym do temperatury – 50°C.
 2. Gazy skroplone: gazy, które zapakowane pod ciśnieniem znajduje się częściowo w stanie ciekłym w temperaturach powyżej – 50°C.
 3. Gazy schłodzone skroplone: gazy, które zapakowane pod ciśnieniem znajduje się częściowo w stanie ciekłym ze względu na ich niską temperaturę.
 4. Gazy rozpuszczone: gazy, które zapakowane pod ciśnieniem są rozpuszczone w ciekłym rozpuszczalniku.
 5. Pojemniki aerozolowe i małe naczynia zawierające gazy (naboje gazowe).
 6. Inne przedmioty zawierające gazy pod ciśnieniem.
 7. Gazy niesprężone, podlegające przepisom szczególnym (próbki gazów).
- Sztuki przesyłki (bęben ciśnieniowy, butla, nabój gazowy, naczynie kriogeniczne, naczynie kriogeniczne otwarte, zbiorniki rurowe) i cysterny zawierające gaz powinny być oznakowane nalepkami (tabela 1).

Tab. 1. Oznakowanie sztuk przesyłki wg ADR

Nalepka	Podklasa	Przykłady
	2.1 gazy palne	acetylen rozpuszczony, propan-butan LPG, wodór sprężony
	2.2 gazy niepalne, nietrujące	argon sprężony, hel sprężony, azot sprężony
	2.3 gazy trujące	chlor, fluor sprężony, chlorowodór, bromek metylu

Oznakowanie gazowych substancji chemicznych i ich mieszanin wg CLP

Zgodnie z rozporządzeniem CLP [2] gazy podzielone są na klasy:

1. gazy łatwopalne: jest to gaz lub mieszanina gazowa palna w powietrzu w temperaturze 20°C i przy ciśnieniu normalnym 101,3 kPa;
2. gazy utleniające: jest to jakikolwiek gaz lub mieszanina, która, na ogół wskutek dostarczenia tlenu może powodować zapalenie lub przyczynić się do spalania materiałów bardziej niż powietrze;
3. gazy pod ciśnieniem:
 - gaz sprężony, który zapakowany pod ciśnieniem jest całkowicie w stanie gazowym w temperaturze –50°C, w tym wszystkie gazy o temperaturze krytycznej $\leq -50^{\circ}\text{C}$;
 - gaz skroplony, który zapakowany pod ciśnieniem jest częściowo ciekły w temperaturze powyżej –50°C. Rozróżnia się:
 - gaz skroplony pod wysokim ciśnieniem: gaz o temperaturze krytycznej pomiędzy –50°C i + 65°C oraz
 - gaz skroplony pod niskim ciśnieniem: gaz o temperaturze krytycznej powyżej + 65°C;
 - gaz schłodzony, który zapakowany jest częściowo ciekły z powodu swojej niskiej temperatury;
 - gaz rozpuszczony, który jest zapakowany pod ciśnieniem, jest rozpuszczony w rozpuszczalniku w fazie ciekłej;
4. wyrób aerozolowy, czyli dozownik aerozolu; jest to jednorazowy pojemnik wykonany z metalu, szkła lub tworzywa sztucznego, zawierający gaz sprężony, skroplony lub rozpuszczony pod ciśnieniem wraz z cieczą, pastą, proszkiem lub bez, wyposażony w urządzenie umożliwiające uwalnianie jego zawartości w postaci cząsteczek stałych lub ciekłych w zawiesinie gazu, w postaci piany, pasty lub proszku albo w stanie ciekłym lub gazowym.

Opakowania zawierające gazy są oznakowane zgodnie z tabelą 2.

Tab. 2. Oznakowanie opakowań wg CLP

Piktogram	Kategoria	Hasło	Zwrot
Gazy łatwopalne			
	1	Niebezpieczeństwo	H220: Skrajnie łatwopalny gaz
	2	Uwaga	H221: Gaz łatwopalny
Gazy utleniające			
	1	Niebezpieczeństwo	H270: Może powodować lub intensyfikować pożar; utleniacz
Gazy pod ciśnieniem			
	Gaz sprężony	Uwaga	H280: Zawiera gaz pod ciśnieniem; ogrzanie grozi wybuchem
	Gaz skroplony	Uwaga	H280: Zawiera gaz pod ciśnieniem; ogrzanie grozi wybuchem
	Gaz skroplony schłodzony	Uwaga	H281: Zawiera gaz schłodzony; może powodować oparzenia kriogeniczne lub obrażenia
	Gaz rozpuszczony	Uwaga	H280: Zawiera gaz pod ciśnieniem; ogrzanie grozi wybuchem
Wyroby aerozolowe łatwopalne			
	1	Niebezpieczeństwo	H222: Skrajnie łatwopalny aerozol
	2	Uwaga	H223: Łatwopalny aerozol

Budynki magazynowe

Budynki przeznaczone na magazyny pojemników z gazami technicznymi powinny być parterowe o lekkim dachu i wykonane z materiałów ognioodpornych. Wysokość pomieszczeń przeznaczonych do przechowywania gazów technicznych powinna być nie mniejsza niż 3,25 m. Pomieszczenia magazynowe powinny być wykonane z materiałów bezpiecznych pożarowo. Każde pomieszczenie powinno mieć odrębne wyjście. Podłogi w magazynach powinny być równe w wykonaniu antypoślizgowym jednocześnie i zapewniającym utrzymanie czystości. Pomieszczenia przeznaczone do składowania pojemników z gazami palnymi powinny być wykonane z materiałów niedających isker przy uderzeniu. Okna i drzwi w pomieszczeniach magazynowych powinny otwierać się na zewnątrz. Oknach i świetlikach powinny być wyposażone w żaluzje lub matowe szyby. Dopuszcza się zamalowane szyby białą farbą. W pomieszczeniach, w których przechowywane są naczynia temperatura nie powinna przekraczać 35°C. Do ogrzewania pomieszczeń przeznaczonych do przechowywania gazów można stosować wodę lub parę wodną. W pomieszczeniach powinna być zainstalowana wentylacja mechaniczna, zapobiegająca powstawaniu niebezpiecznych stężeń mieszanin gazów z powietrzem. Włącznik wentylacji powinien być umieszczony na zewnątrz magazynu. Magazyny przeznaczone do przechowywania gazów toksycznych należy wyposażać w urządzenia neutralizujące dostosowane do rodzaju gazu toksycznego. Elektryczna instalacja w pomieszczeniach przeznaczonych do przechowywania naczyń z gazem palnym (w tym instalacja oświetleniowa) powinna odpowiadać obowiązującym normom dla pomieszczeń zagrożonych wybuchem. Wszystkie włączniki powinny być umieszczone przy wejściu na zewnątrz magazynu. Budynek magazynu gazów powinien być wyposażony w instalację odgromową.

W magazynie dopuszcza się składowanie do 3000 butli o pojemności 40 dm³. Jednocześnie w jednym pomieszczeniu magazynowym może być przechowywane najwyżej 500 butli o pojemności 40 dm³ z gazami palnymi i do 1000 butli z innymi gazami. Magazyny z gazami technicznymi powinny być zlokalizowane w bezpiecznej odległości od innych budynków i magazynów (tabela 3).

Pełne i puste butle z gazem mogą być również magazynowane pod wiatami i na otwartych placach, muszą być jednak chronione przed silnym nasłonecznieniem.

Tab. 3. Minimalne odległości innych budynków od magazynu gazów technicznych

Zawartość magazynu [szt. butli]*	Minimalna odległość
do 500	od magazynu i budynku produkcyjnego: 20 m
500–1500	od magazynu i budynku produkcyjnego: 25 m
ponad 1500	od magazynu i budynku produkcyjnego: 30 m
niezależnie od ilości	od budynku mieszkalnego: 50 m
niezależnie od ilości	od budynku użyteczności publicznej 100 m

* butle pojemności 40 dm³

Operacje z butlami w magazynie

Butle z gazami palnymi należy przechowywać w pomieszczeniach przeznaczonych wyłącznie do tego celu. Naczynia z gazami palnymi, niepalnymi i nietrującymi, z wyjątkiem gazów utleniających, można przechowywać w tym samym pomieszczeniu. Butle z gazami toksycznymi należy przechowywać w osobnych pomieszczeniach wyposażonych w skuteczną wentylację. W przypadku magazynowania gazów tworzących z powietrzem mieszaniny wybuchowe wentylacja powinna być wykonana w wersji antywybuchowej.

Butle ze stopami napełnione gazem muszą być przechowywane w pozycji pionowej. W celu zabezpieczenia przed upadkiem butle należy ustawiać w bok-sach lub stojakach. Butle napełnione gazem bez stóp należy przechowywać w pozycji poziomej, w drewnianych ramach, zabezpieczone przed przesunięciem się. Wysokość stosu ułożonych warstwami butli nie może być wyższa niż 1,5 m. Butle wypełnione skroplonymi gazami muszą być magazynowane w pozycji pionowej. Zawory butli w czasie przechowywania i wydawania z magazynu muszą być zabezpieczone kłapką ochronnym.

Puste butle muszą być wyraźnie oznakowane i mogą być przechowywane w jednym pomieszczeniu z butlami pełnymi. Puste butle można składać w stosy o wysokości do 1,5 m, zabezpieczone przed rozsunięciem się i zsunięciem ze stosu.

Opróżnione oraz zawierające gaz naczynia należy chronić przed nagrzan-
niem. Naczynia z gazem mogą być ustawiane w odległości nie mniejszej niż 1 m od grzejników. Zastosowanie ekranów termicznych umożliwia ustawienie naczyń w odległości nie mniejszej niż 0,1 m.

Niedopuszczalne jest rzucanie pojemników z gazem, przetaczanie po

podłożu lub uderzanie metalowymi przedmiotami. Zabronione jest ogrzewanie butli i poddawanie działaniu otwartego ognia.

Dodatkowe wymagania dotyczące przewozu i magazynowania gazów palnych

Zabrania się wchodzenia do przedziału ładunkowego pojazdów zamkniętych przewożących towary palne klasy 2 z przenośnymi urządzeniami oświetleniowymi innymi niż te, które zaprojektowano i wykonano w sposób uniemożliwiający zapalenie się gazów palnych, które mogą rozprzestrzeniać się wewnątrz pojazdu.

Zabronione jest stosowanie ogrzewaczy spalinowych (również w pojazdach FL) podczas załadunku lub rozładunku.

W przypadku pojazdów FL przed rozpoczęciem napełniania lub opróżniania cysterny należy zapewnić dobre połączenie elektryczne między podwoziem pojazdu a ziemią w celu umożliwienia odprowadzenia ładunków elektrostatycznych.

Zasady przemieszczania pojemników z gazami technicznymi

Butle można przenosić na przeznaczonych do tego celu wózkach lub noszach. Transport mechaniczny butli jest możliwy po uprzednim stabilnym umocowaniu na urządzeniu transportującym. Butle można przemieszczanie załóżonym kołpakiem zabezpieczającym przed uszkodzeniem zawór.

W pomieszczeniach, w których mogą znajdować się palne gazy, mogą być używane wyłącznie wózki specjalnie dostosowane do pracy w warunkach zagrożenia pożarem lub wybuchem.

W razie konieczności ręcznego przetaczania butli należy kontrolować jej równowagę, trzymając rękę na kołpaku, utrzymując butlę przy ciele, i obracać butlę drugą ręką, wspartą na korpusie butli; zabrania się chwytania za zawór podczas przenoszenia butli. Po ustawieniu butli na miejscu przeznaczenia należy zabezpieczyć ją przed upadkiem. Przemieszczanie naczyń kriogenicznych przystawalnych do transportu możliwe jest przez uchwyt dwoma rękami i jednocześnie popychanie rękoma i kolanem. W czasie transportu naczynia kriogenicznego nie należy wykonywać gwałtownych ruchów. Niedopuszczalne jest przechylenie naczynia.

Postępowanie w razie awarii (wyciek, pożar, uszkodzenie pojemnika)

W sytuacjach awaryjnych nadzór lub pracownicy powinni powiadomić pracowników lub współpracowników o awarii, usunąć z rejonu zagrożenia wszystkie osoby niebiorące udziału w likwidacji awarii.

Przed przystąpieniem do akcji ratowniczej należy założyć aparat izolacyjny i przystąpić do akcji. W przypadku pożaru mogą wydzielać się toksyczne pary i dymy.

W czasie usuwania awarii, erupcji gazów – należy unikać bezpośredniego wdychania gazów, oparów i aerozoli. Z obszaru zagrożenia należy usunąć źródła zapłonu, nie stosować narzędzi iskrzących i nie palić tytoniu, zabezpieczyć wloty kanałów ściekowych i deszczowych.

W razie niekontrolowanego wycieku gazu na wolnym powietrzu należy:

- ewakuować pracowników z zagrożonej przestrzeni,
- zamknąć zawór butli,
- jeżeli zawór jest uszkodzony, pozostawić butlę do czasu jej opróżnienia,
- oznaczyć miejsce zagrożone uwalnianym gazem,
- butlę z uszkodzonym zaworem lub uszkodzoną butlę przekazać do dostawcy.

W pomieszczeniach zamkniętych w razie wycieku gazu należy:

- założyć izolujący aparat oddechowy,
 - zamknąć zawór butli,
 - jeżeli zamknięcie jest niemożliwe, przenieść butlę na zewnątrz budynku,
 - jeżeli usunięcie butli z budynku jest niemożliwe, należy zapewnić wentylację,
 - opuszczyć pomieszczenie, uniemożliwić dostęp do zagrożonego pomieszczenia,
 - w razie konieczności ewakuować ludzi z bliskiego otoczenia,
 - po wywietrzeniu sprawdzić zawartość gazu i tlenu w powietrzu,
 - butlę z uszkodzonym zaworem lub uszkodzoną butlę przekazać do dostawcy.
- W przypadku pożaru uwolnionego gazu nie wolno gasić, jeżeli nie można bezpiecznie zamknąć wycieku gazu. Należy wyeliminować wszystkie źródła zapłonu, jeżeli jest to konieczne.

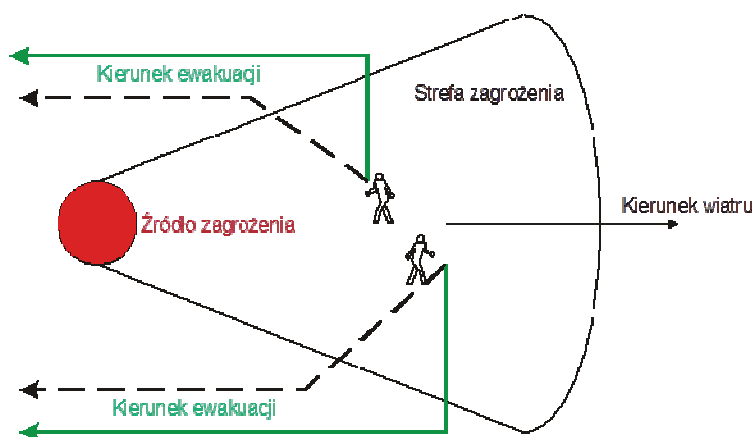
Następnie podjąć wskazane niżej działania:

- ostrzec personel i zarządzić ewakuację,
- zabezpieczyć teren taśmą i ustawić znaki ostrzegawcze,
- wezwać straż pożarną,
- zamknąć zawór na butli (nie dotyczy butli z acetylenem),
- wyłączyć instalację elektryczną,

- zbiorniki usunąć z obszaru zagrożenia,
- jeżeli jest to nie niemożliwe, chłodzić wodą z bezpiecznego miejsca,
- jeśli pojawi się ogień, próbować gasić przy pomocy gaśnicy lub obficie polewając wodą (takie działania można podjąć z bezpiecznej odległości i zza ciężkiej zasłony),
- nie gasić butli z acetylenem – dopuścić do wypalenia zawartości butli,
- zbiorniki narażone na działanie ognia oznaczyć i wyłączyć z eksploatacji.

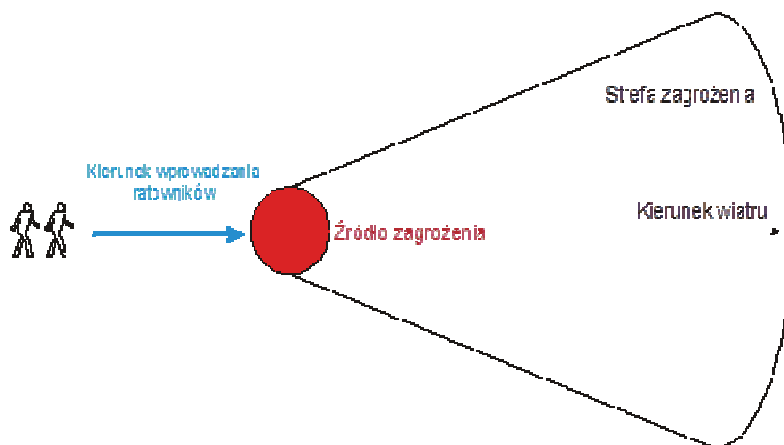
W razie wycieku gazu należy przeprowadzić ewakuację pracowników z zagrożonego obszaru. Przy wycofywaniu ludzi ze strefy zagrożenia należy uwzględnić kierunek wiatru.

W przypadku wiatru o prędkość powyżej 1 m/s ewakuację osób poza strefę zagrożenia należy prowadzić tak, aby ich czas w zagrożonym obszarze był jak najkrótszy. Należy przy tym zachować zasadę, że strefę zagrożoną opuszczamy, poruszając się w kierunku prostopadłym do kierunku wiatru. Po opuszczeniu strefy osoby ewakuowane przemieszczają się, poruszając się pod wiatr (rys. 1) [3]. W czasie ewakuacji należy stosować sprzęt ucieczkowy.



Rys. 1. Schemat ewakuacji ze strefy zagrożenia

Podczas prowadzenia akcji ratowniczej ratowników do strefy zagrożenia należy wprowadzania zgodnie z kierunkiem wiatru – wiatr w plecy (rys. 2) [3]. W akcji ratowniczej powinien brać udział zespół dwuosobowy. Zasięg strefy skażeń zależy od temperatury, siły wiatru, opadów, ilości uwolnionego gazu itp. Praca w rejonie awarii powinna być prowadzona tylko w aparatach powietrznych.



Rys. 2. Schemat wejścia do strefy zagrożenia

Podsumowanie

Magazyny oraz transport, w których są wykonywane operacje z gazami i towarami zawierającymi gaz, stanowią miejsca pracy o wysokim stopniu zagrożenia dla zdrowia i życia pracowników, ze względu na bezpośredni lub bliski kontakt z tymi towarami przy ich przyjmowaniu, przemieszczaniu wewnątrz magazynu, składowaniu, wydawaniu, załadunku, rozładunku i transportu. Bezpieczna praca ze szkodliwymi i groźnymi dla zdrowia towarami wymaga znajomości ich własności chemicznych, fizycznych i biologicznych. Każde naczynie zawierające gaz wykazuje mniejsze lub większe zagrożenie. Dla oceny zagrożenia jest ważną informacją, jakiego rodzaju zagrożenia mogą spowodować niewłaściwie i źle wykonane operacje, które mogą w skrajnych przypadkach doprowadzić do pożaru, wybuchu lub niekontrolowanego wycieku gazu. Ponieważ w obrocie towarowym jest wiele niebezpiecznych gazów, jest niemożliwe poznanie wszystkich ich własności. Dodatkowym zagrożeniem jest wielka liczba uczestników obrotu (przemysł, handel, usługi) tymi chemikaliami. Stąd zaistniała potrzeba pogrupowania gazów ze względu na ich niebezpieczne własności, a następnie opracowanie procedur bezpiecznych operacji magazynowania i transportu.

Niniejszy artykuł jest częścią zadania pn.: „Opracowanie metod i sposobów spełniających wymagania bezpieczeństwa chemicznego dla przechowywania towarów w magazynach, w szczególności w małych i średnich przedsiębiorstwach”, realizowanego w CIOP-PIB, którego celem jest analiza poziomu bezpieczeństwa w obszarze magazynowania towarów niebezpiecznych w małych i średnich przedsiębiorstwach.

Literatura

- [1] Załączniki do Oświadczenia Rządowego z dnia 23 marca 2011 r. w sprawie wejścia w życie zmian do załączników A i B Umowy europejskiej dotyczącej międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR), sporządzonej w Genewie dnia 30 września 1957 Dz. U. nr 110, poz. 641.
- [2] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniającego i uchylającego dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1907/2006. Dz. Urz. UE L 353 z 31.12.2008, s. 1.
- [3] Janczyk A., Zasady Bezpieczeństwa. Opracowanie Tetra Pak Sp. z o. o.

Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” finansowanego w latach 2011–2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego / Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Wojciech Domański

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

TRANSPORT AND STORAGE OF INDUSTRIAL GASES

Abstract

Industrial gases are a special group of dangerous goods which are potentially hazardous to human health and the environment. Hazards that those gases pose result from the method they are stored and transported, and their physical, chemical and biological properties. This paper presents classification and labelling of gases in the ADR Agreement and CLP Regulation, basic technical requirements buildings and spaces used for storing industrial gases should fulfil, safe movement of containers with technical gases, and emergency procedures.

Keywords: gases, industrial gases, transport, storage, ADR Agreement, CLP Regulation.