

Leon KUKIELKA, Krzysztof KUKIELKA, Katarzyna GELETA, Łukasz CĄKAŁA

## PRZEGLĄD KONSTRUKCJI ZBIORNIKÓW NA GAZ PŁYNNY LPG

### *Streszczenie*

*W artykule dokonano przeglądu konstrukcji zbiorników na gaz płynny LPG. Wyjaśniono ważniejsze pojęcia odnośnie instalacji gazowej. Pokazano różne rodzaje zbiorników toroidalnych na gaz płynny LP występujących w pojazdach samochodowych. Przedstawiono szczegółowy opis konstrukcyjny zbiornika toroidalnego i właściwości materiału wyjściowego do jego produkcji.*

### WSTĘP

Z wielu możliwości zastosowania gazu płynnego można wyróżnić przemysł motoryzacyjny – jako paliwo silnikowe. LPG wykorzystuje się głównie do zasilania silników benzynowych, gaźnikowych oraz z jedno i wielopunktowymi układami wtryskowymi. Korzystanie z LPG wymaga poniesienia relatywnie wysokich nakładów na montaż instalacji. Mimo tego są one dobrym rozwiązaniem w czasach stale rosnących cen benzyny i można je z powodzeniem montować do nowych i używanych samochodów [6].

Najczęściej stosowane zbiorniki przeznaczone do magazynowania gazu płynnego LPG w pojazdach mechanicznych to zbiorniki toroidalne. Mogą pracować w położeniu poziomym i pionowym przy zabudowie w bagażniku lub pod samochodem. W wersji pionowej jako zbiorniki stojące [3].

### 1. WAŻNIEJSZE POJĘCIA DOTYCZĄCE INSTALACJI GAZOWEJ W POJAZDACH SAMOCHODOWYCH

Układ instalacji gazowej w pojazdach samochodowych składa się m.in. z następujących elementów [6]:

- reduktor – parownik* to urządzenie, które rozpręża i odparowuje LPG, zmieniając jego stan skupienia na lotny. Zmiana stanu skupienia gazu odbywa się w drugiej komorze i towarzyszy temu dość istotny spadek temperatury. Ciepło, które jest niezbędne do odparowywania gazu pochodzi z układu chłodzenia silnika;
- wlew gazu* uzupełnia paliwo w zbiorniku. To właśnie w nim mocuje się specjalny pistolet do tankowania. Przed wylewaniem się gazu po odłączeniu pistoletu zabezpiecza stalowa kulka znajdująca się we wlewie;
- elektrozawór* jest urządzeniem elektromagnetycznym otwierającym lub zamykającym przepływ gazu. Elektrozawór przyjmuje gaz w stanie ciekłym, który w pierwszej kolejności trafia do komory odstożnikowej, a potem trafia przez filtr do tłoczka otwierającego i zamykającego przepływ gazu, znajdującego się w górnej części elektrozaworu;

- d) *klapa przeciwybuchowa* znajdująca się między przepustnicą, a obudową filtra powietrza lub w samej obudowie filtra. Izoluje wybuchy pierwotne (pojawiające się czasami) oraz zabezpiecza przed uszkodzeniem kanału dolotowego i obudowy filtra;
- e) mikser (mieszalnik) gazu determinuje zużycie gazu przez instalacje gazowe oraz wpływa na osiągi samochodu i elastyczność jazdy. Miesza odpowiednio dobraną ilość gazu, którą pobiera z reduktora-parownika. Mikser w instalacji LPG odpowiada gaźnikowi w układzie benzynowym;
- f) *attuator* jest regulatorem przepływu gazu. Zadaniem attuatora jest sterowanie ilością gazu zasysanego przez silnik poprzez mikser;
- g) *wielozawór* to część instalowana na zbiorniku, wykorzystywana przy napełnianiu (ogranicza napełnienie do 80% pojemności) i pobiera płynny gaz ze zbiornika. Wielozawór ogranicza wypływ gazu ze zbiornika, gdy usterce ulegają przewody lub zawór. Wskazuje realną ilość gazu w zbiorniku i nie dopuszcza do wzrostu ciśnienia powyżej 25 barów;
- h) *zbiornik gazu* magazynuje paliwo w stanie ciekłym. Konstrukcja zbiornika jest wykonana ze stali o bardzo wysokiej jakości. Spotyka się dwa podstawowe kształty-torusa i cylindra. Certyfikaty na zbiorniki zazwyczaj gwarantują sprawdzoną szczelność i wytrzymałość na 10 lat. Standardowy zbiornik posiada kołnierz. Do kołnierza mocuje się osprzęt zbiornika. Zbiorniki gazowe występują w wielu różnych rozmiarach i produkowane są przez wiele różnych firm na całym świecie.

Zbiorniki toroidalne (rys. 1) występują jako: wewnętrzne (wewnętrzne podwieszane), zewnętrzne (zewnętrzne podwieszane), na przegubach (z jednym króćcem – przeznaczone do instalacji tradycyjnej z wtryskiem gazu w fazie gazowej), z dwoma króćcami – przeznaczone do instalacji 5 generacji z wtryskiem gazu w fazie płynnej), pionowe.



**Rys. 1.** Rodzaje zbiorników toroidalnych: a) wewnętrzny, b) wewnętrzny podwieszany, c) zewnętrzny, d) zewnętrzny podwieszany, e) pionowy

Źródło: [http://www.irene.pl/pol/zbiornik\\_troidalne.php](http://www.irene.pl/pol/zbiornik_troidalne.php).

## 2. MATERIAŁ WYJŚCIOWY DO PRODUKCJI ZBIORNIKA

Materiałem wyjściowym do produkcji zbiorników jest stal oznaczona symbolem P245NB i P310NB, spełniająca wymagania normy EN 10120. Porównanie własności zastosowanych stali oraz ich składów chemicznych z wymaganiami określonymi w Regulaminie nr 67 przedstawiono w tabeli 1.

**Tab. 1.** Porównanie składu chemicznego i własności mechanicznych materiału wyjściowego do produkcji zbiorników

Gatunek stali wg norm europejskich. Skład chemiczny i własności mechaniczne		Stal P245NB		Stal P310NB	
		Według			
		normy EN 10120	atestu hutniczego z dnia 22.06.2006	normy EN 10120	atestu hutniczego z dnia 9.01.2006
Wymagany i rzeczywisty skład chemiczny stali	%C max.	0,16	0,090, 0,11	0,2	0,16; 0,15; 0,16
	%Si max.	0,25	0,10, 0,10	0,50	0,24; 0,25; 0,24
	%Mn min.	0,30	0,37, 0,40	0,70	1,05; 1,06; 0,97
	%P max.	0,025	0,011, 0,016	0,025	0,013; 0,016; 0,014
	%S max.	0,015	0,007, 0,009	0,015	0,005; 0,006; 0,007
	%Al min.	0,020	0,045, 0,037	0,020	0,038; 0,037; 0,038
	%N max.	0,009	0,0037, 0,0077	0,009	0,005; 0,006; 0,005
	%Nb max.	0,050	0,002, 0,002	0,050	0,002; 0,003; 0,002
	%Ti max.	0,030	0,001, 0,001	0,030	0,001; 0,002; 0,001
Wymagane i rzeczywiste własności mechaniczne	R <sub>e</sub> [MPa] min.	245	342, 359, 322, 356,	310	434;444; 483; 456; 479
	R <sub>m</sub> [MPa] min.	360 do 450	424, 437, 446, 446	460 do 550	525; 527;533;534; 536
	A[%] min.	dla blach o grubości a<3 mm - 26% a>3 mm - 34%	40; 39; 38,5; 38,5	dla blach o grubości a<3 mm - 21% a>3 mm - 28%	31; 32; 32,5; 34,5

Źródło: Opracowanie własne.

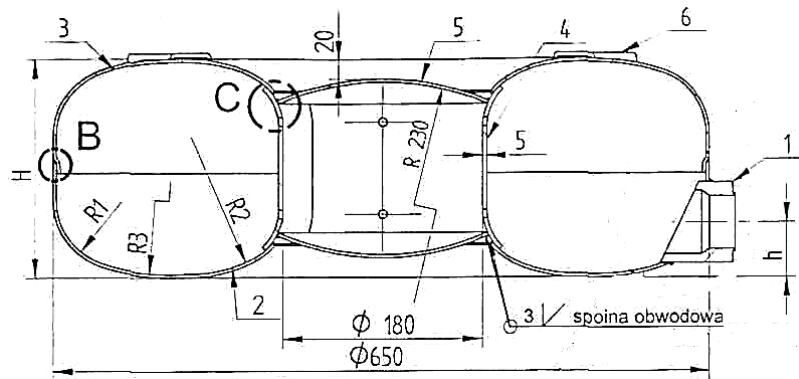
## 3. SZCZEGÓŁOWY OPIS ZBIORNIKA TOROIDALNEGO

Zbiorniki toroidalne są skonstruowane z zespolonym osprzętem oraz dodatkowym zaworem ciśnieniowym. Cechy konstrukcyjne wytwarzanych zbiorników przedstawiono na rysunku 2 i 3, natomiast w tabelicy 2 zestawiono charakterystyczne wymiary wytwarzanego zbiornika.

Zbiorniki są wytwarzane przez połączenie trzech odpowiednio ukształtowanych tłoczeniem elementów (rys. 2 i 3). Elementy te są wytwarzane na zimno, a ich krawędzie wyprofilowano w sposób umożliwiający spojenie je w całość.

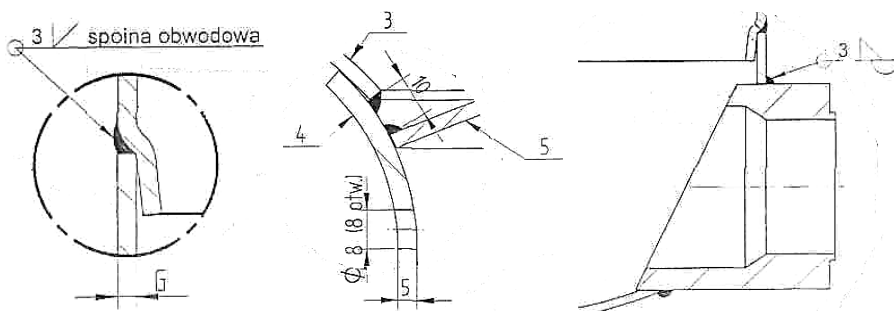
Elementy zbiornika są wykonane przez tłoczenie na zimno odpowiednio przyciętych arkuszy blachy. Krawędzie elementów poprzez wyoblanie są profilowane w taki sposób, aby możliwe było wykonanie spoiny obwodowej, spajającej elementy w całość.

Do wytwarzania wszystkich elementów zbiornika zastosowano dwa materiały wyjściowe – stal P245NB lub P310NB o grubościach: dennice górna i dolna – a = 3 mm, rura – b = 4 mm. Konstrukcja zbiornika jest wyposażona w króćce, przeznaczone do zabudowy osprzętu. Króćce te są wykonane z materiału wyjściowego o symbolach odpowiednio P245NB i P310NB oraz są połączone ze ściankami zbiornika spoinami obwodowymi (rys. 3). Na płycie przyspawanej do rury (rys. 4) umieszczono w sposób czytelny następujące informacje: marka, numer seryjny, oznakowanie przeznaczenia LPG, ciśnienie próbne – 3,0 MPa, napis „maksymalny stopień napełnienia – 80%”, data i ważność legalizacji, klasa zbiornika, numer homologacyjny, pojemność zbiornika, masa zbiornika, znak Kontroli Jakości oraz znak Dozoru Technicznego [6].



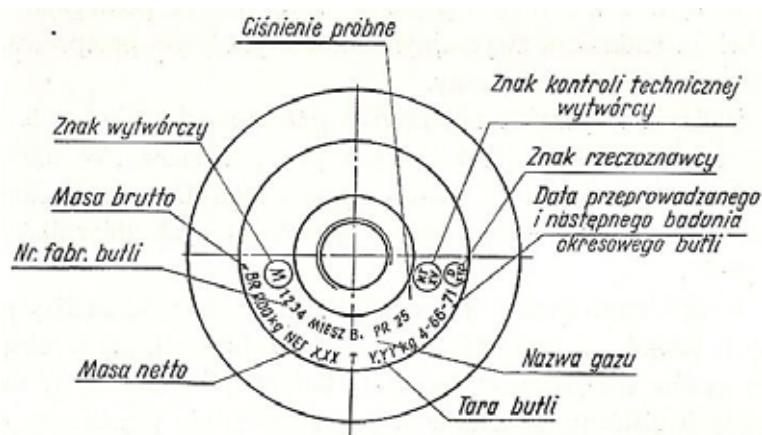
**Rys. 2.** Rysunek zbiornika toroidalnego z głowicą zewnętrzną: 1 – głowica (króciec), 2 – dennica dolna, 3 – dennica górna, 4 – rura, 5 – denko środkowe, 6 – łapa

Źródło: Opracowanie własne.



**Rys. 3.** Przekrój spoiny obwodowej łączącej dennicę górną i dolną, przekrój przez spoiny obwodowe łączące dennicę z rurą i denkiem środkowym oraz połączenie głowicy (króćca) z dennicą dolną: 3 – dennica górna, 4 – rura, 5 – denko środkowe

Źródło: Opracowanie własne.



**Rys. 4.** Sposób oznakowania zbiorników

Źródło: [2].

Producent przedstawił obliczenia grubości ścianek dennic (górnej i dolnej) i rury oraz wartości konstrukcyjne zbiornika specjalnego – toroidalnego, wykazujące prawidłową konstrukcję zbiornika zapewniającą równomierny rozkład obciążeń ścianek w zakresie wymaganych ciśnień wewnętrznych.

**Tab. 2.** Wymiary części składowych produkowanych zbiorników toroidalnych

DENNICA DOLNA									
Wysokość zbiornika H [mm]	Pojemność zbiornika V [litry]	DENNICA					PRZYGOTÓWKA		
		Wymiary na rysunku					Wymiary na rys.		Masa [kg]
		D [mm]	d [mm]	L [mm]	h [mm]	h <sub>1</sub> [mm]	D <sub>K</sub> [mm]	d <sub>K</sub> [mm]	
200	48	630	195	158	105	-	758	180	14,4
225	55	630	195	158	117,5	-	778	180	15,2
250	62	630	195	158	130	-	797	180	16,2
270	67	630	195	158	140	-	814	180	17,0
190	41	600	195	143	100	-	720	180	12,9
200	44	600	195	143	105	-	730	180	13,3
225	50	600	195	143	117,5	-	748	180	13,7
230	51	600	195	143	120	-	752	180	14,7
250	55	600	195	143	130	-	767	180	15,1
270	60	600	195	143	140	-	785	180	15,9
200	41	580	175	143	105	-	712	160	12,6
225	46	580	175	143	117,5	-	734	160	13,4
200	48	630	195	158	105	-	758	180	14,4
225	55	630	195	158	117,5	-	778	180	15,2
250	62	630	195	158	130	-	797	180	16,2
270	67	630	195	158	140	-	814	180	17,0
190	41	600	195	143	100	-	720	180	12,9
200	44	600	195	143	105	-	730	180	13,3
225	50	600	195	143	117,5	-	748	180	13,7
230	51	600	195	143	120	-	752	180	14,7
250	55	600	195	143	130	-	767	180	15,1
270	60	600	195	143	140	-	785	180	15,9
200	41	580	175	143	105	-	712	160	12,6
225	46	580	175	143	117,5	-	734	160	13,4
180	34	565	175	135,5	95	-	678	160	8,18
DENNICA GÓRNA									
200	48	630	195	161	105	95	758	180	14,4
225	55	630	195	161	117,5	107,5	778	180	15,2
250	62	630	195	161	130	120	797	180	16,2
270	67	630	195	161	140	130	814	180	17,0
190	41	600	195	146	100	90	720	180	12,9
200	44	600	195	146	105	95	730	180	13,3
225	50	600	195	146	117,5	107,5	748	180	13,7
230	51	600	195	146	120	110	752	180	14,7
250	55	600	195	146	130	120	767	180	15,1
270	60	600	195	146	140	130	785	180	15,9
200	41	580	175	146	105	95	712	160	12,6
225	46	580	175	146	117,5	107,5	734	160	13,4
200	48	630	195	161	105	95	758	180	14,4
225	55	630	195	161	117,5	107,5	778	180	15,2
250	62	630	195	161	130	120	797	180	16,2
270	67	630	195	161	140	130	814	180	17,0
190	41	600	195	146	100	90	720	180	12,9
200	44	600	195	146	105	95	730	180	13,3
225	50	600	195	146	117,5	107,5	748	180	13,7
230	51	600	195	146	120	110	752	180	14,7
250	55	600	195	146	130	120	767	180	15,1
270	60	600	195	146	140	130	785	180	15,9
200	41	580	175	146	105	95	712	160	12,6
225	46	580	175	146	117,5	107,5	734	160	13,4
180	34	565	175	135,5	95	85	678	160	8,18

Źródło: Opracowanie własne

## PODSUMOWANIE

Zbiorniki toroidalne to obecnie najczęściej stosowany typ zbiornika na gaz płynny LPG. Wykorzystuje się je do magazynowania gazu w zasilaniu silników w samochodach osobowych, dostawczych, ciężarowych, ciągników siodłowych, autobusów, maszyn budowlanych i rolniczych oraz silników stacjonarnych (agregaty, pompy).

Korzyści wynikające z eksploatacji auta z instalacją LPG są następujące: oszczędności w porównaniu z eksploatacją auta zasilanego olejem napędowym lub benzyną; przyczynienie się do ochrony środowiska, poprzez zmniejszenie emisji składników toksycznych do atmosfery.

Konstrukcje samochodów zmieniają się w kierunku wykorzystania do maksimum przestrzeni w autach, a także obniżenia ciężaru przy jednoczesnym zwiększeniu zasięgu na jednym tankowaniu.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cąkała Ł.: *Modelowanie, analiza numeryczna i optymalizacja zbiornika toroidalnego na gaz płynny LPG*, praca magisterska, Koszalin, 2011.
2. Cordes H., *Instalacje na gaz płynny*, Arkady, Warszawa, 1972.
3. Ratomscy I. J., *Zbiorniki toroidalne*, dok. elektr. (2009), [http://www.irene.pl/pol/zbiornik\\_troidalne.php](http://www.irene.pl/pol/zbiornik_troidalne.php).
4. *Zbiornik toroidalne*, dok. elektr.(2009), [http://www.car-gaz.pl/uploads/media/zbiorniki\\_toroidalne.pdf](http://www.car-gaz.pl/uploads/media/zbiorniki_toroidalne.pdf).
5. *Przepisy dotyczące montażu instalacji gazowych.*, dok. elektr. (2009), <http://www.fiord-gaz.pl/przepisy.html>.
6. *Instalacje gazowe*, dok. elektr., [http://www.instalacje-gazowe.endi.pl/Instalacje\\_gazowe\\_do\\_samochodow,454.html](http://www.instalacje-gazowe.endi.pl/Instalacje_gazowe_do_samochodow,454.html).

## REVIEW CONSTRUCTION OF TANKS FOR LIQUEFIED PETROLEUM GAS

### *Abstract*

*In the article were review construction of the tanks for liquefied petroleum gas. Explains more important concepts in gas installation. Shows the different types of toroidal tanks for liquid gas LPG in automotive vehicles. Presents a detailed description of the construction of the toroidal tank and the properties of the starting material to its production.*

### *Autorzy:*

prof. dr hab. inż. **Leon Kukielka** – Politechnika Koszalińska

dr inż. **Krzysztof Kukielka** – Politechnika Koszalińska

mgr inż. **Katarzyna Geleta** – Politechnika Koszalińska

mgr inż. **Łukasz Cąkała** – Politechnika Koszalińska