

Dariusz WOŹNIAK, Zbigniew CIEKOT, Leon KUKIELKA, Łukasz Iwaniec

## SAMOCHOBY OSOBOWE ZASILANE GAZEM GENERATOROWYM - WYBRANE ASPEKTY TECHNICZNO - EKSPLOATACYJNE

DOI: 10.24136/atest.2018.322

Data zgłoszenia: 30.08.2018. Data akceptacji: 25.09.2018.

*W artykule przedstawiono niektóre rodzaje samochodów osobowych eksploatowanych przez sektor cywilny, jak też przez sektor wojenny podczas II wojny światowej. Zasadniczym kryterium przyjętym w artykule było wykorzystanie gazu generatorowego jako paliwa do napędu tego typu pojazdów. Były one produkowane w różnych krajach, potrzebę tego typu konstrukcji i produkcji wymusił m.in. kryzys paliwowy, także brak benzyny, paliw płynnych które zużywano na potrzeby wojny. W skład artykułu wchodzi ryciny, schematy, które ilustrują graficznie przedstawione zagadnienie.*

**Słowa kluczowe:** gaz, gazogeneratorowy, gazogeneratory, układy konstrukcyjne pojazdów, zastosowania cywilne, zastosowania wojskowe, rozwój motoryzacji.

### 1. WSTĘP

W Stowarzyszeniu Rzecznawców Techniki Samochodowej i Ruchu Drogowego w Warszawie-Oddział w Koszalinie, Politechnice Koszalińskiej-Wydział Mechaniczny oraz w Rejonowych Warsztatach Technicznych w Bydgoszczy prowadzone są analizy literatury, badania naukowe i eksperymentalne, których wyniki zamieszczono w pracach publikowanych na Słupskim Forum Motoryzacji [29-46].

Napęd samochodów za pomocą gazu z drewna i innych kopalni był jedną z alternatywnych metod napędu nie tylko samochodów, także ciągników rolniczych, sprzętu wojskowego, oraz innego sprzętu technicznego. Metoda szeroko wykorzystywana podczas okresowych kryzysów paliwowych, podczas II wojny światowej [3,11,16,20,22,26,27], także w okresie powojennym [4,5,7,17,26,27,28].

Gaz drzewny powstaje w procesie zgazowania drewna. Jest to mieszanka palnych gazów: tlenku węgla, wodoru i metanu, a także niepalnych — azotu, dwutlenku węgla, pary wodnej.

Skład gazu zależy od wielu czynników, m.in. od temperatury panującej w palenisku generatora gazu, wilgotności załadowanego paliwa, skuteczności odpylania w instalacji i innych.

Pierwsze próby wykorzystania gazu drzewnego do napędzania silnika spalinowego podjęte zostały około 1881 roku, zaczęły powstawać pojazdy tzw. lokomobile.

Jak można zauważyć proces zgazowywania paliw stałych jest technologią liczącą ponad 200 lat, technologia ta polega na poddaniu paliwa stałego serii reakcji termochemicznych, w wyniku czego wyprodukowany zostaje palny gaz tzw. holzgas, w urządzeniu zwanym gazogeneratorem.

W motoryzacji układy zasilające tego typu zaczęły być popularne w latach 20-tych ubiegłego wieku. Przemysłową produkcję gazogeneratorów dla traktorów i samochodów ciężarowych uruchomiono po raz pierwszy we Francji m.in. w [19,25].

W 1919 r. George Lambert skonstruował gazogenerator realizujący odrotny cykl zgazowania drewna.

Gaz generatorowy, uzyskany z drewna po spełnieniu określonych warunków, głównie technicznych do bieżącego wytworzenia może służyć do zasilania silników spalinowych o zapłonie iskrowym i też w zasadzie samoczynnym.

Gaz generatorowy stracił na znaczeniu w momencie odkrycia ropy naftowej i jej rafinacji, a także złóż gazu ziemnego, ale je odzyskiwał w okresach kryzysu paliwowego, w czasie II wojny światowej oraz przez określony czas po wojnie, gdy cywilni posiadacze pojazdów mieli trudności z dostępem do paliw płynnych.

Mimo pewnych uciążliwości w jego stosowaniu, gaz generatorowy jako paliwo alternatywne odegrał istotną rolę w bilansie paliwowym przed, w trakcie trwania i po II wojnie światowej, przez co wymusił opracowania konstrukcyjne całych samochodów, maszyn, urządzeń, często w bardzo dużych ilościach osprzętu co przyczyniło się niewątpliwie do rozwoju motoryzacji i generalnie rozwoju technicznego. W artykule przedstawiono wybrane aspekty związane z eksploatacją samochodów osobowych zasilanych gazem gazogeneratorowym.

### 2. GAZ DRZEWNY JAKO PALIWO ALTERNATYWNE

Każdy silnik czterosuwowy zamiast benzyny czy oleju napędowego może pracować na gazie drzewnym (holzgas). Dotyczy to zarówno silników benzynowych jak i silników wysokoprężnych [4,5,7,17,26,27]. Faktycznie istnieją również inne gazowe paliwa do silników spalinowych [26,27].

Silniki konstruowane jako stacjonarne mogą być wykorzystywane do zasilania motopomp, agregatów prądotwórczych lub innych maszyn, np. pił tartacznych.

Jak wcześniej podkreślono gaz drzewny, jest produktem procesu zgazowania powstałym najczęściej ze spalanego drewna w urządzeniu zwanym gazogeneratorem.

Składa się on przede wszystkim z wodoru (około 20% objętości), tlenku węgla (około 20%) i niewielkich ilości metanu oraz niepalnego azotu (około 50-60%), a także dwutlenku węgla i pary wodnej, które powstają podczas jego spalania.

W czasie II wojny światowej nastąpił duży rozwój technologii zasilania silników spalinowych gazem generatorowym, produkowanym z drewna (głównie liściastego - kostki cięte w kształcie sześciangu o boku około 4–5 cm), a także węgla drzewnego, antracytu, torfu, koksu i innych paliw [1,9,10,11,12,13,15,20].

Wynikało to z dużego zużycia benzyny na potrzeby prowadzenia działań wojennych, zwłaszcza przez broń pancerną i lotnictwo. Stąd na zapleczu frontu, w samochodach dostawczych i ciężarowych, sprzęcie do szkolenia masowo stosowano zasilanie gazem drzewnym m.in. w [26,27].

Wartość opałowa gazu drzewnego produkowanego przy zastosowaniu powietrza jako czynnika zgazowującego jest rzędu 6–8 MJ/m<sup>3</sup> i jest kilka razy mniejsza niż dla gazu ziemnego.

Ze względu na niską wartość opałową w przeliczeniu na jednostkę objętości, nie jest uzasadnione jego przechowywanie w stanie sprężonym. Z tego względu gaz drzewny produkowany jest w ilościach w danym momencie potrzebnych, na bieżąco.

### 3. SILNIKI Z ZAPŁONEM ISKROWYM

W przypadku silników z zapłonem iskrowym techniczne ich przekonstruowanie na zasilanie gazem drzewnym jest stosunkowo proste i relatywnie tanie. Wytworzona mieszanina gazowo-powietrzna zostaje sprężona a następnie zapalona iskrą świecy zapłonowej.

Wartość opałowa (kaloryczność) gazu drzewnego jest kilka razy mniejsza, niż gazu ziemnego i wynosi około 6-8 MJ/m<sup>3</sup>. Przeliczając: zastąpienie jednego litra benzyny wymaga zużycia około 4,5-6 m<sup>3</sup> gazu drzewnego, ale powszechnie stosowano przelicznik: aby zastąpić litr benzyny, trzeba zgazować 2,5-4 kg drewna [7,26,27].

### 4. SILNIKI Z ZAPŁONEM SAMOCZYNNYM

W silnikach z zapłonem samoczynnym zassane powietrze jest mocno sprężane przez co znacznie wzrasta jego temperatura. Następnie w odpowiednim momencie do komory spalania zostaje wtrysnięta porcja oleju napędowego, który ulega zapłonowi.

Aby silnik wysokoprężny mógł być zasilany gazem drzewnym, można zastosować do niego instalację zapłonową (układ sterujący oraz świece), co jednak jest bardzo skomplikowane i drogie, dodatkowo komplikuje technicznie ponowne przestawienie silnika na zasilanie olejem napędowym.

Najczęściej stosowano wówczas zasilanie w układzie dwupaliwowym, czyli jednoczesne dostarczanie do silnika gazu generatorowego oraz małych dawek oleju napędowego, wystarczających by zapalić mieszaninę gazowo-powietrzną [7,17,26,27].

## 5. WYKORZYSTANIE POJAZDÓW Z GAZOGENERATORAMI W POSZCZEGÓLNYCH PAŃSTWACH

Mimo że w okresie międzywojennym dostępność paliw płynnych na bazie rafinacji ropy naftowej ponownie spowodowała popyt na samochody na benzynę, pomimo to europejskie rządy nie zaprzestały wspierać finansowo dalszego wdrażania gazogeneratorów.

Szczególny rozwój tej technologii zaznaczył się w koloniach brytyjskich, francuskich i włoskich. W 1929 r. po szosach Francji jeździło około 1880 pojazdów na gaz, z czego 2/3 należały do wojska.

Na rok przed wybuchem wojny liczba samochodów ciężarowych z gazogeneratorami we Francji osiągnęła 7800, co stanowiło 2% wszystkich pojazdów. Na koniec 1940 r. w kraju tym było już 50 tysięcy samochodów i 30 tysięcy traktorów na ten typ paliwa m.in. w [7,22].

Szeroko wdrażano nową technologię napędu w transporcie Szwecji, w 1939 r. w kraju tym było około 1500 ciężarówek na gaz; trzy lata później ich liczba wzrosła do 28500, a ponadto z tego typu zasilania korzystało 35000 samochodów osobowych, 3400 autobusów i 15000 traktorów. Ogółem ponad 90% wszystkich środków transportu w Szwecji pracowało na gazie z paliw stałych m.in. w [7,26,27].

W latach II wojny światowej nowa technologia napędu rozszerzała się i na inne kontynenty np. Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, Ameryka Południowa, Australia.

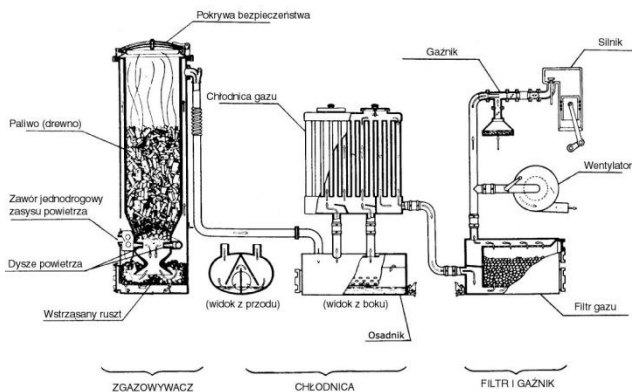
Po zakończeniu wojny i coraz szerszemu dostępowi do ropy naftowej potrzeby dalszego wykorzystywania tego rodzaju technologii zaczęły się minimalizować.

Zainteresowanie zapomnianą technologią zaczęło wracać w latach 70-tych XX wieku w wyniku wielkiego kryzysu naftowego [5].

Z finansową pomocą rządowych i międzynarodowych organizacji w niektórych krajach zachodnioeuropejskich, USA i Chinach wznowiono badania i małoseryjną produkcję gazogeneratorów samochodowych.

## 6. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE GAZOGENERATORÓW - BUDOWA I DZIAŁANIE GAZOGENERATORA SYSTEMU IMBERTA

W praktyce spotyka się różne konstrukcje i systemy gazogeneratorów – zasadniczo wszystkie biorą swój rodowód od francuskiego systemu opracowanego przez G. Imberta w układzie przeciwpądowym – rys. 1 [26], lub układzie współpądowym – ryc. 2 [26].



Rys. 1. Schemat przeciwwąrdowej instalacji gazogeneratora Imberta

**Opis techniczny**

Z lewej strony rys. 1 [26] widoczny jest gazogenerator, zamykany z wierzchu szczelnie pokrywą, utrzymywaną w położeniu przez sprężynującą sztabę, którą pokrywa jest zamknięta. Sprężyna ta sprawia, że w przypadku niebezpiecznego wzrostu ciśnienia w generatorze pokrywa działa jak zawór bezpieczeństwa.

Drewno (paliwo) ładowano od góry przesuwano się ono w dół i opadało do paleniska, podgrzewane przez ciepło wyprodukowane w palenisku. Takie rozwiązanie techniczne powodowało odparowanie zawartej w drewnie wody a także wydrębnienie się z niego lotnych substancji w procesie pirolizy. W palenisku następowała termiczna przemiana drewna w węgiel drzewny.

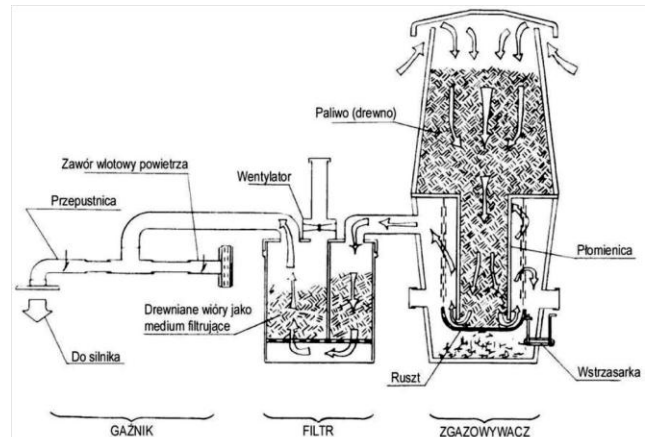
Powietrze do generatora dostaje się przez system dysz umieszczonych w palenisku. Po przejściu przez palenisko i węgiel drzewny jest już rozgrzanym gazem drzewnym. Następnie przepływa między dwoma płaszczami generatora, gdzie chłodzi się, podgrzewając jednocześnie znajdujące się w zbiorniku drewno.

Tak wytworzony gaz kierowany jest do osadnika, w którym następuje usunięcie części pyłów niesionych przez gaz z generatora. Na ściankach osadnika typu siodłowego skrapla się też nieco wody i smoła. W tym miejscu zbiera się również woda skroplona w umieszczonej wyżej chłodnicy.

Po wyjściu z osadnika gaz przepływa przez chłodnicę, w której następuje dalsze ochłodzenie gazu i skroplenie pary wodnej. Kolejnym etapem przygotowania gazu jest jego oczyszczenie w drugim filtrze, powierzchniowym. Zadaniem tego filtra jest dokładne usunięcie z gazu drobnych cząstek pyłu, które przedostały się przez osadnik.

Wkładem filtra był w przypadku generatorów Imberta najczęściej korek. Ponieważ nie jest on odporny na wysoką temperaturę, filtr musiał być umieszczony za chłodnicą, aby gaz był już odpowiednio chłodny.

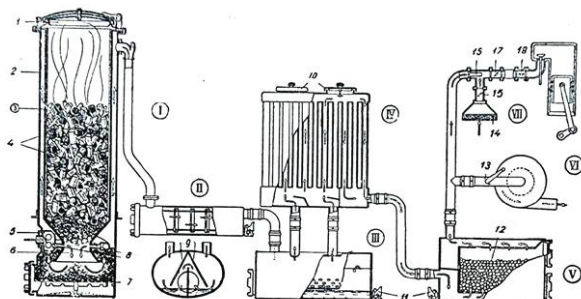
Nad filtrem widoczny jest wentylator, służący do wytworzenia w generatorze podciśnienia w czasie rozruchu. To podciśnienie wymusza ruch powietrza przez gazogenerator i umożliwia powstanie holzgasu, gdy uzyskiwano optymalną palność gazu, dmuchawę wyłączano i uruchamiano silnik [26]. Przed silnikiem gaz mieszany jest z powietrzem w tzw. mieszaczu, zwanym niekiedy gaźnikiem gazowym [19].



Rys. 2. Schemat współwąrdowej instalacji gazogeneratora warstwowego Imberta

Gazogenerator Imberta ładowany był drewnem o wilgotności rzędu 20-25%. Powstały holzgas miał wartość opałową około 5-6 MJ/m<sup>3</sup> i następujący skład: 42% N<sub>2</sub>, 10 % CO<sub>2</sub>, 2 % CH<sub>4</sub>, 18 % H<sub>2</sub>, 23 % CO. Z jednego kg drewna gazogenerator produkował około 2,5 m<sup>3</sup> holzgasu, zużycie (spalanie) wynosiło około 2,5 kg drewna na jeden l benzyny.

Przykładem rozwiązania konstrukcyjnego systemu gazogeneratorowego o innej zasadzie działania – opracowanego również przez G. Imberta, jest system uniwersalny tzw. wielopaliwowy który przedstawiono na schemacie – rys. 3 [26] wraz z opisem w formie oznaczeń cyfrowych.



Rys. 3. Schemat instalacji gazogeneratorskiej Imberta w wersji uniwersalnej na drewno, torf i brykiety

**Opis techniczny**

I -generator, II -mieszalnik przegródkowy, III- osadnik siodłowy, IV- chłodnica, V- filtr, VI- dmuchawa, VII- mieszacz.

1- wieko, 2- obudowa zewnętrzna generatora, 3- piec, 4- ściany generatora, 5-zawór zwrotny, 6-palenisko, 7-ruchomy ruszt, 8-dysze, 9-przegrody osadnika, 10-pokrywy chłodnicy, 11-klapy spustowe wody, 12-korek lub wełna szklana filtra, 13-przepustnica dmuchawy, 14-filtr powietrzny, 15-przepustnica powietrza, 16-dysza gazowa, 17-przepustnica mieszanki, 18-przepustnica regulatora automatycznego.

**7. WYBRANE SYSTEMY GAZOGENERATORÓW W ZARYSIE**

W praktyce spotyka się różne systemy i konstrukcje gazogeneratorów i ich poszczególnego osprzętu i wyposażenia,

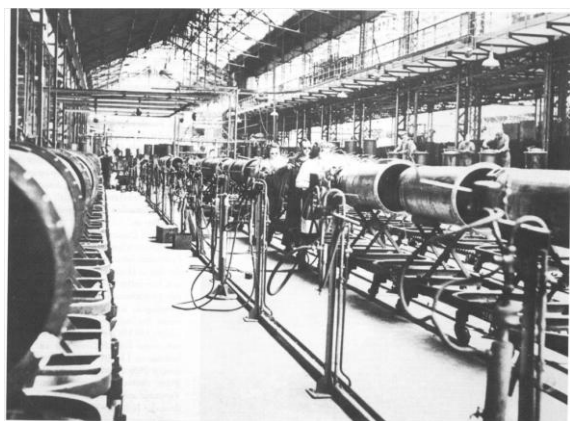
wchodzącego w skład ukończenia instalacji samochodu [26,27].

Głównie były to instalacje fabryczne montowane w fazie produkcji samochodów – ryc. 4 [26], z czasem znaczne ilości wyprodukowanych gazogeneratorów i osprzętu – ryc. 5 [26] zabudowywano w różnych rodzajach samochodów i przystosowywano je do eksploatacji także na paliwie gazogeneratorowym, uzyskiwanym z drewna, węgla brunatnego, torfu, półkoks, antracytu [7]. Drewno wyrabiano w określone kształtowo i wymiarowo drwa, lub kostki, torfu używano najczęściej w postaci wymiarowych podsuszonych pół brykietów.

Odnosząc się do rozwiązań technicznych instalacji gazogeneratorowych w sprzęcie i samochodach należy zauważyć, że budowano wówczas układy instalacji w układzie jednopaliwowym (oznaczenie H lub G samochodu), lub dwupaliwowym, niekiedy instalacje uniwersalne na kilka rodzajów paliw stałych – które wprowadzano do eksploatacji w zależności od zasobów posiadanego paliwa, lub terenu (rejonu) eksploatacji sprzętu w tym wojskowego [23,24,26,27].



**Rys. 4.** Taśma produkcyjna Ford



**Rys. 5.** Taśma produkcyjna zbiorników

Najczęściej można spotkać się z systemami produkowanymi przez fabryki różnych państw m.in.: Francji, Niemiec, Włoch, b. ZSRR, USA typu: Panhard, Mercedes, Zeuch, Gohin Paulenc, Fiat, Fisher, Wisco, Nati, Nami, Samua, Deutz, Gumbolt, Fajgt, Bussing, Menk-Gambrock, Renault, Abogen, Evers Unin, Lambert i innymi - jednak, mimo różnic w zależności od

rozwiązań i detali konstrukcyjnych danej fabryki, oparte były one na rozwiązaniu Imberta [26, 27].

Natomiast konstrukcyjnie najczęściej stosowanym rozwiązaniem (oprócz zabudowy instalacji bezpośrednio w samochodzie, lub na samochodzie) było umieszczenie poszczególnych elementów konstrukcyjnych z przodu samochodu – rys. 6 [28] z tyłu samochodu – rys. 7 [28], lub lewej/prawej strony samochodu.

Często spotykanym rozwiązaniem konstrukcyjnym było umieszczenie gazogeneratora wraz z osprzętem w specjalnej przyczepce ciągniętej przez pojazd np. przez samochód osobowy – rys. 8 [26].

Zasilanie paliwem odbywało się wówczas przewodami z przyczepki do silnika pojazdu, natomiast wytwarzanie mieszanki gazowej odbywało się poza samochodem [18,26,27].



**Rys. 6.** Ford widok instalacji z przodu



**Rys. 7.** Samochód osobowy osprzęt z tyłu



**Rys. 8.** Układy konstrukcyjne gazogeneratorów samochodów osobowych

Jak wcześniej zauważono, samochody były fabrycznie produkowane z silnikami i instalacją (osprzętem) jako całość, jak też stosunkowo często je modernizowano montując instalacje gazogeneratorowe produkowane przez ówczesne fabryki [26,27] np. na pojazdach zdobytych (w tym samochodach osobowych) w czasie trwania II wojny światowej [2,8,1018,20,21,22].

Trzeba podkreślić, że w samochodach osobowych instalacje gazogeneratorowe cechowało staranne wykonanie, w tym wymiarowe – oraz montaż w wybranych miejscach samochodów, często związany z miejscem umieszczenia silnika w samochodzie.

## 8. RODZAJE I WŁAŚCIWOŚCI PALIW GAZOGENERATOROWYCH

Jak wcześniej wspomniano do gazogeneratorów używano różnych paliw stałych powszechnie dostępnych: drewna, węgla drzewnego i kamiennego, koksu, torfu [5,7,17,19,26,27].

Powodowało to że większość pojazdów, w tym traktorów była niezależna od dostaw paliw płynnych podczas eksploatacji w trudnodostępnych rejonach.

Urządzenie gazogeneratora składało się z wytwornicy gazu (zwanej też często zgazowyczem, czadnicą), filtrów, chłodnicy, mieszalnika i przewodów gazowych. Palny gaz powstawał w procesie jego zgazowania, sprowadzając się do spalania go przy niedostatecznym dostępie powietrza, w wyniku procesu termicznego powstaje palny tlenek węgla – tzw. czad, który jest głównym składnikiem gazu generatorowego.

Praktyczne wnioski eksploatacyjne wskazują, że najefektywniejsze kalorycznie do zastosowań generatorowych jest drewno twarde, liściaste.

Pożądana jest mała zawartość smoły, która poważnie zanieczyszcza gaz drzewny (i trzeba ją potem z niego usunąć), co wymaga wykonania dodatkowych czynności przez kierowcę związanych z oczyszczeniem układu.

Stąd wynika jedno z zaleceń eksploatacyjnych producentów gazogeneratorów z czasów II wojny światowej aby dodawać drewna iglastego w ilości nie większej niż 50% całkowitego wsadu do gazogeneratora. Poszczególne składniki objętościowe gazu generatorowego zestawiono w tabeli 1 [5, 26].

Inny rodzaj paliwa torf pod względem własności przypomina drewno, lecz wykazuje większą zawartość części smolistych.

Przy wyższej zawartości smoły torf, podobnie jak i węgiel brunatny, wymaga większej komory zgazowania i częstszego oczyszczania z osadów, w gazogeneratorach przeznaczonych dla torfu stosowano drewno jedynie do rozpalenia podstawowego paliwa.

**Tabela 1.** Udziały objętościowe gazu generatorowego

Wyszczególnienie		Drewno	Węgiel drzewny
Lp.	Składniki	Udział objętościowy [%]	
1	palne	CO	28–32
		H <sub>2</sub>	4–10

3		CH <sub>4</sub>	2–3	0–2
4		CO <sub>2</sub>	9–15	1–3
5	Balast	H <sub>2</sub> O	2–4	2–4
6		N <sub>2</sub>	50–54	55–65

Gaz przygotowany w instalacji w momencie opuszczania generatora ma wysoką temperaturę 200–700 °C i zawiera cząstki

stałe takie jak pył oraz substancje smoliste, w celu przystosowania go do zasilania silnika powinien zostać przefiltrowany i schłodzony.

W zasadzie palne składniki gazu generatorowego to tlenek węgla, wodór i metan, pozostałe substancje powodują rozcieńczenie i zmniejszenie wynikowej wartości opałowej całej mieszaniny stanowiącej gaz generatorowy, tabela 2 [5,26]. Obniżenie zawartości pary wodnej jest możliwe dzięki jej skraplaniu w chłodnicy gazu, zaś podniesienie temperatury procesu zgazowania powoduje podniesienie udziału tlenku węgla kosztem dwutlenku węgla.

**Tabela 2.** Podstawowe własności palnych składników gazu generatorowego

Składnik gazu	Wartość opałowa [MJ·mol <sup>-1</sup> ]	Wartość opałowa [MJ·m <sup>-3</sup> ]	Względne zapotrzebowanie powietrza (mieszanka stechiometryczna)	Wartość opałowa mieszanki stechiometrycznej [MJ·m <sup>-3</sup> ]
Tlenek węgla	284	12,68	2,38	3,75
Wodór	242	10,80	2,38	3,19
Metan	804	35,90	9,52	3,41

Wynikowa wartość opałowa gazu generatorowego zależy od udziałów objętościowych poszczególnych składników, co można zapisać zależnością uwzględniającą podane w tabeli 2 wartości:

$$W_d = \frac{12,68 V_{CO} + 10,80 V_{H_2} + 35,90 V_{CH_4}}{1 + 2,38V_{CO} + 2,38V_{H_2} + 9,52 V_{CH_4}}, [MJ \cdot m^{-3}] \quad (1)$$

gdzie:

$V_{CO}, V_{H_2}, V_{CH_4}$  – udział objętościowy odpowiednio CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> (w gazie generatorowym).

Wartość opałowa mieszanki paliwowo-powietrznej gazu generatorowego wynosi ok. 2,43 MJ·m<sup>-3</sup>, w porównaniu z około 3,60 MJ·m<sup>-3</sup> dla mieszaniny powietrza i benzyny. Można więc oczekiwać około 35% spadku mocy silnika zasilanego gazem generatorowym spowodowaną niższą wartością opałową jego mieszaniny paliwowo-powietrznej.

W tabeli 3 [5,26] przedstawiono analizę porównawczą pracy gazogeneratorów Imberta pracujących w systemie współprądowym i przeciw prądowym, których analizę konstrukcyjno - techniczną przedstawiono w poprzednim punkcie artykułu.

**Tabela 3.** Porównanie parametrów pracy gazogeneratora współprądowego i przeciwprądowego

Cecha	Współprądowy	Przeciwprądowy
Temperatura gazu na wylocie, [°C]	700	200–400
Zawartość substancji	0,015–0,5	30–150

smolistych, [mg·m <sup>-3</sup> ]		
Sprawność zgazowania, odniesiona do schłodzonego gazu [%]	65–75	40–60
Wartość opałowa gazu, [kJ·m <sup>-3</sup> ]	4500–5000	5000–6000

## 9. PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH WYBRANYCH SAMOCHODÓW OSOBOWYCH EKSPLOATOWANYCH W NIKTÓRYCH PAŃSTWACH EUROPEJSKICH

### 9.1. ZSRR (obecnie Federacja Rosyjska)

#### Samochód osobowy Gaz M1 G

Pierwsze konstrukcje gazogeneratorów typu NATI-1 pracowały na gazie otrzymanym z drewna, kolejne gazogeneratory z systemu NATI zostały zaadaptowane do samochodów typu Gaz-AA i Zis-5. Następnie w fabryce samochodów w Gorkim uruchomiono seryjną produkcję silników gazowych dla samochodów Gaz-42 [6,15,16,17,18,26,27].

Skrót NATI informuje, że dany sprzęt pojazd został skonstruowany przez Naukowy Instytut Auto -Traktorowy (NATI) z ros. Naucznyj Akademiczeskij Transportnyj Instytut w Moskwie.

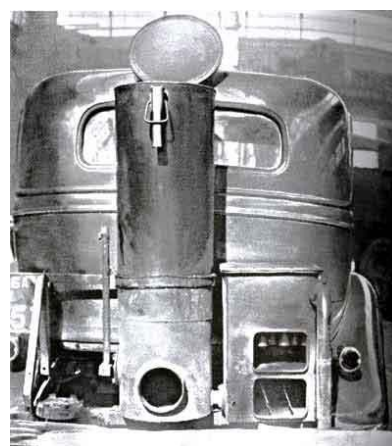
Również przed wojną zaczęto masowo wytwarzać samochody typu Zis-13, zasilane gazem z torfu. Takie rozwiązanie z układem paliwowym podwójnym przyjęto również samochodach typu Gaz-43 i Zis-31.

Samochodem który eksploatowano stosunkowo licznie w b. ZSRR na gazie generatorowym był samochód osobowy typu Gaz M1 G [15,16,17,26,27], potocznie zwany emką.

Był to samochód eksploatowany w wojsku, także ma odcinku cywilnym. Widok samochodu ze szczegółami technicznymi układu gazogeneratorowego przedstawiono na rys. 9-10 [26].



Rys. 9. Gaz M1 G widok tylny instalacji



Rys. 10. Gaz M1 G tył samochodu

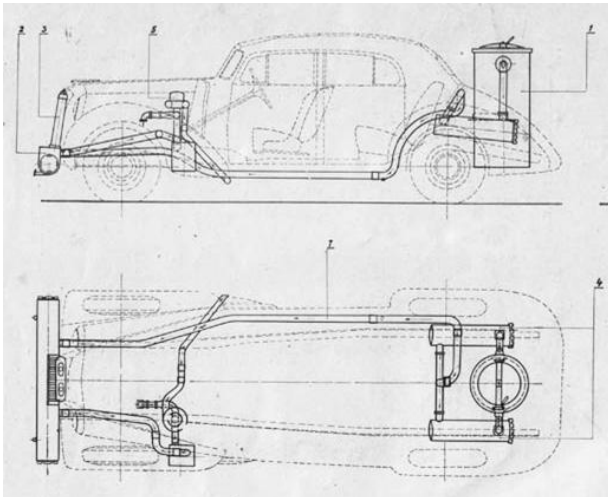
#### Podstawowe dane techniczno – eksploatacyjne samochodu Gaz M1 (gazogenerator NATI G-12)

- silnik - czterosurowy, gazowy, 4-cylindrowy, pojemność silnika - 3285 cm<sup>3</sup>.
- moc 50 KM/26 kW przy 2800 obr/min.
- skrzynia biegów - o 3 przełożeniach do przodu i 1 do tyłu,
- długość - około 4700 mm, szerokość – 1770 mm, wysokość – 1775 mm.
- masa całkowita - 1600 kg, ilość miejsc – 5.
- maksymalna prędkość około 70-80 km/h.
- zużycie paliwa 14,5 l/100 km.
- rozmiar ogumienia 7,00x16".
- zapas drewna - 70 kg (na 200 km) przebiegu.
- rok rozpoczęcia produkcji – 1938.

### 9.2. Niemcy

W Niemczech, podobnie jak w innych krajach, wymóg zastąpienia benzyny gazem drzewnym uzyskał unormowania państwowe, a w czasie wojny działania transportowe z tym związane realizowano szeroko z wykorzystaniem sprzętu własnej produkcji, jak też zdobycznego [2,3,8,12]. Znane są liczne konstrukcje różnych samochodów, o różnym przeznaczeniu produkowanych przez kilka fabryk z lat 20 - tych i 30 - tych [8,9,14,21,26,27].

Według szacunkowych danych [7] do wybuchu wojny wyprodukowano tam około 400 000 gazogeneratorów dla rozmaitych środków transportu, a w latach 1940-1945 ponad 500 000, z czego ponad 300 000 zainstalowano na ciężarówkach, nie uwzględniając samochodów i sprzętu zdobycznego.



Rys. 11. Schemat instalacji Opel Admiral

Poszczególne fabryki (w tym ówczesnie istniejące) produkowały samochody w pełni kompletne do eksploatacji z gazogeneratorem, jak też produkowano sam osprzęt, który później montowano do pojazdów [1,2,26,27].

Jako przykłady konstrukcji można wskazać m.in. samochody ciężarowe typu Henschel HS36W3, Magirus SL 3000, Opel Blitz H, Borgward G 3000 H, Vomag LH G 444, LH G 448, autobusy Bussing Nag, ciągniki kołowe firmy Hanomag typów: SS-55NH/80 NH/100 NH m.in. w [26,27].

Z dostępnych danych literaturowych wynika fakt, że samochody tego rodzaju produkowano, lub dostosowywano instalacje typowo na rynek cywilny, jak też dla potrzeb wojska [1,9,20,21,26,27].

Produkowały je fabryki m.in.: Adler, Opel np. typu: P-4, Kapitan, Admiral – rys. 11 [28], Olimpia, Mercedes Benz: typu: MB 55, MB 170 VG, MB 230, Volkswagen typu: VW 82, VW 230, VW 239, Wanderer typu W - 10, W-24 – ryc. [18], BMW typu 327.

### Samochód osobowy Opel Kapitan

Poniżej do analizy przedstawiono szczegóły techniczne instalacji gazogeneratora w samochodzie Opel Kapitan – rys. 12-13 [26,27].

W części tylnej samochodu zabudowano cylinder gazogeneratora, z układem napełniania i oczyszczania, od którego palny gaz tłoczony jest rurami poprzez dach samochodu do oczyszczacza zamontowanego na wysokości zderzaka przedniego.



Rys. 12. Gazogenerator samochodu Opel Kapitan



Rys. 13. Fragment instalacji samochodu

### Samochody osobowe Volkswagen VW

Jednym z przykładów konstrukcji samochodu osobowego z gazogeneratorem jest samochód przedstawiony na ryc. 14 [26], przeznaczony głównie dla wojska i szeroko eksploatowany w ówczesnych Niemczech typu Volkswagen VW 82 tzw. Kubelwagen, przy czym w wersji gazogeneratorowej produkowano typy: VW 230, VW 239 [1,8,12,14].

Prototypowe pojazdy VW typ 62 zostały sprawdzone w warunkach bojowych w czasie agresji na Polskę w 1939 roku. Seryjne samochody VW typ 82 zostały użyte w trakcie walk we Francji. Pierwsze większe dostawy do jednostek liniowych nastąpiły w połowie 1940. Od tego czasu Kübelwagen stał się jednym z podstawowych pojazdów armii niemieckiej. Używany był we wszystkich rodzajach wojsk, na wszystkich frontach wojny.

Produkowano cztery podstawowe wersje:

- cztermiejskowy samochód terenowy Kfz. 1. (łącznie 37 320 egzemplarzy).
- cztermiejskowy pojazd obserwacyjny Kfz. 3. (łącznie 7545 egzemplarzy).
- trzymiejskowy, lekki pojazd łączności Kfz. 2. (łącznie 3326 egzemplarzy).
- dwumiejskowy pojazd warsztatowy Kfz. 2/4. (łącznie 273 egzemplarze).

W wersji zasilanej gazem generatorowym w części przedniej samochodu zabudowano cylinder gazogeneratora, z układem napełniania i oczyszczania, który przykrywany był maską przednią pojazdu – ryc. 15 [26]. Pozostałe elementy instalacji zabudowane były w podwoziu.



Ryc. 14. Kubelwagen na gaz drzewny



Rys. 15. Gazogenerator

**Podstawowe dane techniczno – eksploatacyjne samochodu VW 82 H**

- silnik benzynowy Volkswagen, 4-cylindrowy, 4-suwowy w układzie "bokser" o pojemności 985 lub 1130 cm<sup>3</sup>.
- moc - 17,0 KW przy 3300 obr./min (985 cm<sup>3</sup>) lub 18,4 KW przy 3300 obr./min (1130 cm<sup>3</sup>).
- masa całkowita 1175 kg, własna 725 kg.
- długość: 3740 mm, szerokość: 1600 mm, wysokość: 1111 - 1650 mm.
- prześwit 290 mm.
- lata produkcji seryjnej 1940-1945. (50435 egzemplarzy)
- pojemność zbiornika paliwa 30 l.
- zużycie paliwa 8l/100 km.
- prędkość 89 km/h, zasięg 450 km.
- rozstaw kół przód 1356 mm, tył 1360 mm, rozstaw osi 2400 mm.
- pokonywanie przeszkód brody 450 mm, kąt podjazdu na drodze 45°, w terenie 40°.

**Samochód osobowy Mercedes 170 VG**

Przykładem samochodu dostosowanego do zasilania gazem drzewnym był Mercedes 170 VG sedan, produkowany w latach 1939-1943, eksploatowany także w okresie powojennym [1,2,9,14,18,20] – ryc. 16 [26].

Silnik o pojemności około 1,7 l osiągał maksymalną moc 22 KM przy prędkości obrotowej 3200 obr/min. W samochodzie instalowano gazogenerator typu Daimler-Benz G136. Taki system zasilania pozwalał przejechać 100 kilometrów przy zużyciu około 15 kg drewna, pełen zapas drewna wynosił 30 kg. Gazogenerator mógł być zasilany drewnem, węglem drzewnym, węglem, koksem, lub torfem.



Rys. 16. Mercedes 170 VG na gaz drzewny

**Podstawowe dane techniczno – eksploatacyjne samochodu Mercedes 170 VG**

- maksymalna masa całkowita 1600 kg, masa własna 1240 kg.
- sposób pracy czterosurowy w cyklu Otto.
- liczba cylindrów/konfiguracja 4/rzędowa.
- pojemność skokowa 1697 cm<sup>3</sup> (1685 cm<sup>3</sup>), stopień sprężania 8,7:1.
- moc wyjściowa 22 KM przy 3200/min.
- tworzenie mieszanki generator gazu drzewnego Daimler-Benz M 136 G.
- chłodzenie wodne/pompą 11 litrów wody.
- smarowanie ciśnieniowe/5 litrów oleju.
- system elektryczny 6 V, akumulator 2 x 6V 75 Ah, prądnica 90 W lub 130 W.

**Samochód osobowy Adler Diplomat**

Innym przykładem konstrukcji samochodu osobowego zasilanego gazem drzewnym jest samochód marki Adler Diplomat przedstawiony na ryc. 17 [26], przeznaczony głównie dla przewozów i celów bardziej oficjalnych, reprezentacyjnych [2,9,26,27].





Rys. 17. Adler Diplomat rok produkcji 1938



Rys. 18. Wanderer W 24

### Podstawowe dane techniczno – eksploatacyjne samochodu Adler Diplomat

- silnik mocy 60 KM/65 KM/44 kW/48 kW, 6-cio cylindrowy, czterosuwowy, chłodzony cieczą,
- pojemność 2916 cm<sup>3</sup>.
- masa całkowita 1970/2430 kg.
- długość: 4900/5050 mm, szerokość: 1740 mm, wysokość: 1650 mm.
- prędkość maksymalna 181 km/h, prędkość drogowa 100 km/h.
- instalacja elektryczna 6V.
- wersje: limuzyna, kabriolet, wagon.
- lata produkcji 1934-1938.

### 9.3. Francja

W 1929 r. po szosach Francji jeździło około 1880 pojazdów na gaz, z czego około 2/3 należało do wojska. Na rok przed wybuchem wojny liczba samochodów ciężarowych z gazogeneratorami we Francji osiągnęła 7800, co stanowiło 2% wszystkich pojazdów. Na koniec 1940 r. w kraju tym było już 50 tysięcy samochodów i 30 tysięcy traktorów na biomasę [7,19,22].

Wśród samochodów osobowych produkcji francuskiej zasilanych gazem generatorowym można wskazać m.in.: na Peugeot 202, Peugeot 402 B – ryc. 19 [27], Peugeot 404,

Citroen 7U9CV, Citroen C6 FG – ryc. 20 [27], Citroen 11 – ryc. 21 [28], Citroen AC-4, Panhard Dynamic – ryc. 22 [28]. Do analizy porównawczej autorzy przyjęli samochód Citroen C6 FG [18,19,22].

### Citroen C6 FG



Rys. 19. Peugeot 402 B



Rys. 20. Citroen C6 FG

### Podstawowe dane techniczno – eksploatacyjne samochodu Citroen C-6FG

- ładowność: 1300 kg.
- wymiary: długość: 4220 mm, szerokość: 1580 mm, wysokość: 1740 mm.
- układ napędowy: klasyczny na koła tylne.
- silnik 6-cio cylindrowy w układzie SV, chłodzony cieczą, zapłon iskrowy, pojemność 2442 cm<sup>3</sup>,
- moc 33 kW (45 KM) przy 3000 obr/min.
- skrzynia przekładniowa: mechaniczna: 3 biegi do przodu, bieg wsteczny.
- prędkość maksymalna: na drodze 105 km/h.
- zużycie paliwa 8,7 l/100 km.
- lata produkcji 1929 – 1932.
- łączna produkcja około 11 000 egz.



Rys. 21. Citroen Avant 11 B



Rys. 22. Panhard Dynamic

#### 9.4. Czechosłowacja

Czechosłowackie fabryki produkowały znaczne ilości samochodów i innego sprzętu np. traktorów rolniczych w okresie międzywojennym, a następnie po aneksji państwa przez Niemców przez okres II wojny światowej [1,10,18,27].

Były to m.in.: samochody ciężarowe z fabryki Tatra np. typu Tatra T-27G, (także wywrotka), typu Tatra T-81G, z fabryki Skoda np. samochody ciężarowe typu Skoda 506 G, Skoda 256 G, samochody osobowe typu: Skoda Popular, Skoda Raptor, z fabryki Praga np. samochód ciężarowy typu Praga RNG [1,10,26,27]. W w/w fabrykach produkowano również autobusy. Do analizy porównawczej autorzy przedstawiają samochód osobowy typu Tatra 52 – ryc. 23 [28] z podstawową charakterystykę techniczną.



Rys. 23. Samochód osobowy Tatra 52

#### Samochód osobowy Tatra 52

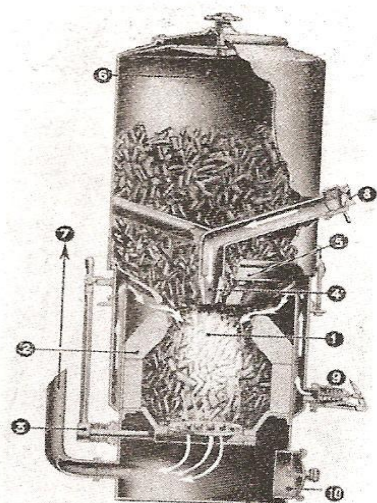
- silnik Tatra 52, 4-ro cylindrowy w układzie boxer, czterosurowy, OHV.
- moc 22 kW przy 3000 obr/min., pojemność 1911 cm<sup>3</sup>.
- stopień sprężania 4,9:1.
- pojemność układu smarowania 5 l.
- kolejność zapłonu 1-2-3-4.
- zasilanie gaźnikowe gaźniki typu: Zenith 30T, (U-30), Solex 30.
- ładowność 590 – 600 kg.
- długość: 1300 mm, szerokość: 2200 mm, wysokość: 2770 - 3170 mm.
- instalacja elektryczna 12V, zapłon akumulatorowy systemu Bosch.
- wersje: limuzyna, kabriolet, wagon.
- lata produkcji 1934-1938.

#### 9.5. Inne kraje europejskie

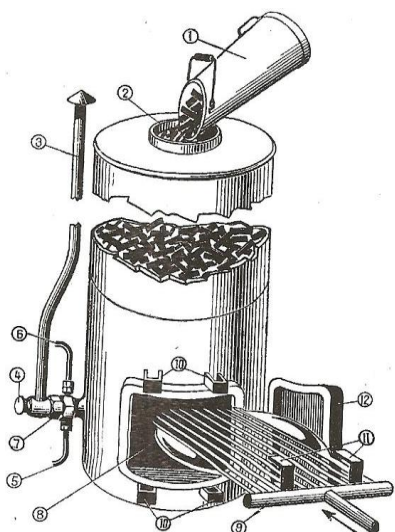
Ze szczególnym rozmachem wdrażano nową technologię napędu w transporcie Szwecji. W 1939 r. w kraju tym było około 1500 ciężarówek na gaz; trzy lata później ich liczba wzrosła do 28500, a ponadto z biomasy korzystało 35000 samochodów osobowych, 3400 autobusów i 15000 traktorów. Ogółem ponad 90% wszystkich środków transportu w Szwecji pracowało na gazie gazogeneratorowym. W krajach skandynawskich eksploatowano stosunkowo licznie samochody osobowe firm: Ford, Pontiac, Packard. W literaturze przedmiotu udokumentowana jest produkcja i montaż samochodów z gazogeneratorami w tym samochodów osobowych w krajach europejskich np. Włochy samochody osobowe typu Lancia, Bugatti, Szwecji typu Volvo, Szwajcarii typu Saurer, Wielkiej Brytanii typu Matford m.in. w [7,18,25,26,27], także w Polsce [13,26,27].

#### 10. PRZYKŁADOWE WARIANTY KONSTRUKCYJNE GAZOGENERATORÓW

Do samodzielnych analiz techniczno-eksploatacyjnych autorzy proponują gazogenerator firmy Panhard – rys. 24 [28], oraz gazogenerator firmy Gohin – Paulenc – rys. 25 [28].



Rys. 24. Gazogenerator Panhard



Rys. 25. Gazogenerator Gohin Paulenc

## 11. PODSTAWOWE ZASADY OBSŁUGI GAZOGENERATORÓW

Obsługa gazogeneratora i prawidłowego działania instalacji wymagała dużych umiejętności od kierowcy. Samo uruchomienie trwało stosunkowo szybko, jednak doprowadzenie gazogeneratora do optymalnych warunków aby można było rozpocząć jazdę wymagało średnio 20-30 minut.

Samo uruchomienie wymagało użycia wentylatora, oraz odpowiedniej podpałki (podsypki). Sprawdzano jakość gazu organoleptycznie po kolorze: kolor gazu żółty w trakcie rozpalania, kolor niebieski (odcień niebieskiego) można rozpaścić, płomień czerwony (jasnoczerwony) można wyłączyć wentylator i uruchomić silnik.

Ważną czynnością było uzupełnianie drewna w gazogeneratorze w trakcie jazdy po przejechaniu określonej ilości kilometrów, w związku z tym przy otwieraniu klapy trzeba było zachować ostrożność i odwracać głowę – ryc. 26 [28], gdyż po jej otwarciu bardzo często płomień (dym) buchał w górę..



Rys. 26. Obsługa instalacji



Rys. 27. Uzupełnianie paliwa

Pilnowano aby w trakcie jazdy nie wypalać całego zapasu drewna, nie wygaszać gazogeneratora, gdyż jego powtórne załadowanie i uruchomienie było skomplikowane i czasochłonne. Zużycie drewna wahało się w ilości 0,8-1,0 kg na kilometr i bezpośrednio zależało od jego gatunku, stopnia jego suchości, sposobu jazdy kierowcy, stanu technicznego gazogeneratora (m.in. szczelności) – ryc. 27 [28], rodzaju drogi itp.

## 17. PODSUMOWANIE

W artykule głównymi kryteriami odniesienia do rozwoju techniki motoryzacyjnej był fakt szerokiego zastosowania gazu generatorowego jako paliwa do samochodów osobowych produkcji seryjnej.

Artykuł powstał w oparciu o dostępne dane literaturowe i internetowe, głównie obcojęzyczne, znaczne rozproszone, także o dostępne, ale niepełne dane fabryczne (większość ówczesnych fabryk i zakładów już od wielu lat nie istnieje, bądź produkuje inne, nowoczesne samochody i urządzenia).

Autorzy przedstawili tylko zarys wybranych wiadomości techniczno - eksploatacyjnych dla wybranych samochodów osobowych produkowanych i eksploatowanych w różnych warunkach przedwojennych, podczas II wojny światowej, również po wojnie, samochodów osobowych produkowanych przez kraje głównie europejskie, w tym również po zajęciu danego państwa przez Niemcy.

Niniejszy artykuł nie wyczerpuje tematu kompleksowo m.in. ze względu na jego obszerność. Autorzy starali się zebrać i opracować temat w sposób praktyczny i zrozumiały technicznie.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bishop Ch., *The Encyclopedia of Weapons of World War II*. New York, Noble Books, 1998.
2. *Deutsche Fotothek/de.wikipedia.org* - Creative Commons Lizenz.
3. Doyle D., *Niemieckie pojazdy II wojny światowej*. Wydawnictwo Vesper, Poznań 2012.
4. Hagos F.Y., Aziz A.R.A, Sulaiman S.A.: *Trends of syngas as a fuel in internal combustion engines*. Adv. Mech. Eng. Article ID 401587, 2014.
5. Hetmańczyk I., Hepner W.: *Gaz generatorowy – biopaliwo z tradycjami*. Inżynieria Rolnicza, 4 (139), t. 1 (2012). <http://www.gazogenerator.ru/>.
7. La Fontaine H, Zimmerman P., *Drewno zamiast benzyny*. Wydawnictwo Złote Myśli, Gliwice 2008.
8. Mayer-Stein H. G., *Volkswagen Militarfahrzeuge 1928-1948*. Podzun-Pallas Verlag Friedberg, 1993.
9. Oswald W., *Deutsche Autos 1920–1945*. MotorbuchVerlag, 10. Auflage, Stuttgart 1996.
10. Pejcoch I., *Ceskoslovenske pasove delostrelecke tahace*. Vydavatelstvo Ares, Praha. Rok wydania 2007.
11. Pignato N., Cappellano F., *The vehicles tactical and logistic of the Royal Italian Army until 1943*. Army – Historical Office, Roma 2005.
12. Reinhard F., *Truks of the Wehrmacht*. Schiffer Publishing. Atylen, PA 1994.
13. Rummel A., *Polskie konstrukcje i licencje motoryzacyjne 1922-1980*. WKiŁ Warszawa 1980.
14. Sawicki R., *Volkswagen w II wojnie światowej*. Books International, Warszawa.
15. Shugurovs L., book *Avtomobili Rossii i SSSR*. Moscow 1993.
16. Tokarew A., *Gazogienieratomyje Awtomobili*. <http://reslib.com/book/31023>.
17. Tuszyński A., *Samochód nowoczesny*. Wydawnictwo Trzaska, Evert i Michalski. Biblioteka Techniczna 1948, tom 3. Warszawa 1948.
18. Strona internetowa: *axishistory forum*.
19. Strona internetowa: *gazogenes.superforum.fr*.
20. Werner Kroll: *Der Gasgenerator. Fach-und Schulungsbuch*. Verlag G. Kliemt, Nossen/Berlin 1943.
21. J. Williamson J., *German half-trackvehicles 1939-1945*. Wyd. Almark Publishing Co., Londyn, 1972
22. Vauvillier F., Tauraine J.M., *L'automobile sous l'uniforme 1939-40*. Massin 1992.
23. Woźniak D., i inni., *Sprzęt zabezpieczenia i ewakuacji wojsk niemieckich podczas II wojny światowej- zarys*. Miesięcznik Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 7-8/2017. Wydawnictwo INW Spatium, Radom 2017. Płyta CD.
24. Woźniak D., i inni., *Polski sprzęt wojskowy ewakuacyjno-naprawczy w okresie międzywojennym aspekty techniczne*. Miesięcznik Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 7-8/2017. Wydawnictwo INW Spatium, Radom 2017. Płyta CD.
25. Wikipedia org.pl.
26. Woźniak D., Ciekot Z., Kukielka L., *Zastosowania gazu generatorowego w technice motoryzacyjnej jako jeden z determinantów jej rozwoju – część I*. Monografia: Rozwój, eksploatacja, przechowywanie i ochrona balistyczna środków transportu – nowe trendy. WITPiS, Warszawa/Sulejówek, 2017.
27. Woźniak D., Ciekot Z., Kukielka L., *Zastosowania gazu generatorowego w technice motoryzacyjnej jako jeden z determinantów jej rozwoju – część II*. Monografia: Rozwój, eksploatacja, przechowywanie i ochrona balistyczna środków transportu – nowe trendy. WITPiS, Warszawa/Sulejówek, 2017.
28. *Zdjęcia, materiały i analizy autorów*.
  29. Woźniak D., Kukielka L., *Kompozyty w technice w aspektach materiałów nowej generacji*. XVII Motorization Forum. Słupsk 2014. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe no 6/2014. Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2014, s. 292-296 CD.
  30. Woźniak D., Kukielka L.: *Logistyka opakowań w transporcie drogowym*. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 5, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2011, s. 430-438.
  31. Woźniak D., Kukielka L.: *Niektóre aspekty logistyki transportu*. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 5, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2011, s. 439-446.
  32. Woźniak D., Kukielka L.: *Niektóre aspekty transportu kontenerowego w wojsku*. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 5, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2011, s. 455-463.
  33. Woźniak D., Kukielka L., Woźniak J.: *Praktyczna identyfikacja wybranych aspektów zużycia i awarii w wojskowych pojazdach mechanicznych*. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 5, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, nr 5, 2012, s. 478-487.
  34. Woźniak D., Kukielka L., Woźniak J.: *Ekologistyka w eksploatacji pojazdów wojskowych-niektóre aspekty*. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe, nr 5, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, nr 5, 2012, s. 500-507.
  35. Woźniak D., Kukielka L., Woźniak J.: *Wybrane aspekty zużycia kawatacyjnego w silnikach spalinowych*. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 5, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, nr 5, 2012, s. 517-525.
  36. Woźniak D., Kukielka L.: *Wybrane aspekty przewozu ładunków w transporcie*. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 10, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2013, s. 298-302.
  37. Woźniak D., Kukielka L., Woźniak J.: *Packaging logistics in road transport*. Technika, Eksploatacja,

- Systemy transportowe nr 10, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2013, s. 282-285.
38. Woźniak D., Kukielka L., Woźniak J.: Some aspects of transport logistics. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 10, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2013, s. 278-281.
  39. Woźniak D., Kukielka L.: Eksploatacja pojazdów w warunkach terenowych, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 6, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2014, s. 303-309.
  40. Woźniak D., Kukielka L.: Silniki rowerowe: wybrane aspekty, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 6, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2014, s. 297-302.
  41. Woźniak D., Kukielka L.: Polskie motocykle okresu przedwojennego, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 6, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2015, s. 259-271.
  42. Woźniak D., Kukielka L., Woźniak J.: Urządzenia techniczne w przechowywaniu sprzętu wojskowego, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 6, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2015, s. 284-291.
  43. Woźniak D., Gotowała K., Woźniak J.: Motorcycles – chosen aspects of army exploitation, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 6, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2016, s. 158-167.
  44. Woźniak D., Kukielka K., Woźniak J.: Exploitation wearing and car element malfunctions, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 6, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2016, s. 168-173.
  45. Woźniak D., Kukielka K., Woźniak J.: Four-wheeled motorcycles – chosen aspects of army exploitation, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 6, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2016, s. 174-181.
  46. Woźniak D., Kukielka L., Woźniak J., Ciekot Z.: Chosen elements of army maintenance-repair infrastructure, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe nr 6, Wydawnictwo INW Spatium, Radom, 2016, s. 182-195.

## Producer-gas powered passenger cars - chosen technical and exploitation aspects

*This article presents chosen types of passenger cars exploited by the civil sector, as well as by the war sector, during World War II. The basic criterion applied in the article was the usage of producer gas as fuel for driving this type of vehicles. These were produced in various countries and the need for this type of constructions and production was forced, inter alia, by the fuel crisis, as well as by the lack of fuel, liquid fuels, which were used for the needs of the war. The article includes figures and diagrams which graphically illustrate the presented topic*

**Key words:** *producer gas, gas generators, vehicle construction units, civil applications, military applications, development of automotive industry.*

### Autorzy:

mgr inż. **Dariusz Woźniak** – Stowarzyszenie Rzeczoznawców Techniki Samochodowej i Ruchu Drogowego w Warszawie.

dr inż. **Zbigniew Ciekot** – Wojskowy Instytut Techniki Panczernej i Samochodowej Sulejówek.

prof. dr hab. inż. **Leon Kukielka** – Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska.

mgr inż. **Łukasz Iwaniec** – Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska.