

Stefan POSTRZEDNIK
Instytut Techniki Ciepłej Politechniki Śląskiej

UWARUNKOWANIA ORAZ KIERUNKI ROZWOJU JEDNOSTEK NAPĘDOWYCH POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

Streszczenie. Dokonano przeglądu aktualnych oraz przyszłościowych wymagań dotyczących pojazdów samochodowych (ograniczenia oraz limity dotyczące emisji substancji toksycznych) oraz parametrów jakościowych paliw silnikowych. Zwrócono uwagę na podstawowe energetyczne oraz ekologiczne aspekty eksploatacji tłokowych silników spalinowych. Dokonano przeglądu dostępnych źródeł energii, możliwych do wykorzystania w napędach samochodów.

CONDITIONS AND DEVELOPING TRENDS OF ADVANCED CAR DRIVING SYSTEMS

Summary. The paper contents results of the research of present and future requirements concerning the car emission of toxic substances and quality parameters of fuels used as driving force of combustion engines. The basic conditions and emission limits of pollutants from ICE have been characterised. Special attention is paid to the basic energy and ecology parameters and exploitation aspects of combustion engines. Essential review of different energy sources (hybrid vehicles, fuel cells), which can be used in drive systems of cars build today and in the next future is presented.

1. Wprowadzenie

Aktualne problemy przemysłu motoryzacyjnego dotyczą przede wszystkim potrzeby istotnego ograniczenia emisji substancji toksycznych, przy jednoczesnej poprawie efektywności pracy jednostki napędowej pojazdu samochodowego (silnika spalinowego).

Przy opracowywaniu i ocenie nowych konstrukcji silników spalinowych istotny jest dobór kryteriów, ze względu na które tego się dokonuje [1], [4].

Podstawowymi kryteriami branyymi uwagę są między innymi:

- a) wielkość emisji substancji szkodliwych do otoczenia,
- b) efektywność procesów konwersji energii w układzie,
- c) pewność oraz niezawodność pracy stosowanego układu.

Zmniejszenie emisji substancji szkodliwych (obejmujących zarówno składniki gazowe: CO, NO_x, C_mH_n, SO_y, jak również cząstki stałe: sadza, skondensowane węglowodory) silników spalinowych [4], [5] osiąga się poprzez realizację dwóch podstawowych grup przedsięwzięć, w tym:

- **poczynania pierwotne**, inaczej wewnątrzsilnikowe, polegające na wprowadzeniu odpowiednich zmian konstrukcyjno-nastawczych w wybranych podukładach silnika spalinowego (np. w układzie zasilania i przygotowania mieszanki palnej), a także lepszej organizacji procesu spalania oraz

- **poczynania wtórne**, czyli pozasilnikowe, kiedy instaluje się specjalne układy oczyszczania spalin (np. katalizatory wielofunkcyjne, filtry cząstek stałych itp.).

Istotna jest także trzecia grupa, obejmująca optymalizację różnych nastaw i parametrów eksploatacyjnych układów z napędem spalinowym.

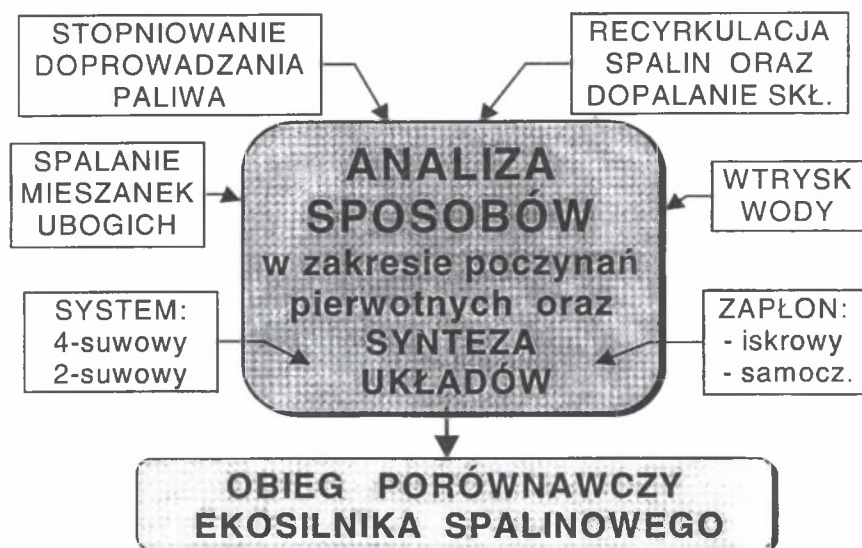
W ramach poczynań pierwotnych znane są powszechnie między innymi następujące sposoby ograniczenia emisji substancji toksycznych [2], [4], w tym:

- ◆ spalanie mieszanek ubogich (przy wysokim nadmiarze tlenu),
- ◆ stopniowanie doprowadzania paliwa (wieloetapowy wtrysk),
- ◆ recyrkulacja (zawracanie) spalin wraz z dopalaniem składników palnych,
- ◆ wprowadzanie (wtrysk) dodatkowych porcji wody do cylindra (w tym także spalanie emulsji paliwowo-wodnych, nawilżanie spalin recyrkulujących oraz powietrza do spalania), inne.

Wymienione elementy poczynań pierwotnych ujęto schematycznie na rys. 1.

Jednoczesne wykorzystanie wszystkich elementów dostępnych w ramach poczynań pierwotnych prowadzi do nowego obiegu tzw. ekosilnika spalinowego [4].

Niezależnie od poczynań pierwotnych wykorzystać należy możliwości dostępne w ramach poczynań wtórnych.



Rys.1. Podstawowe możliwości w zakresie poczynań pierwotnych
 Fig. 1. Basic possibilities in the range of primary doings

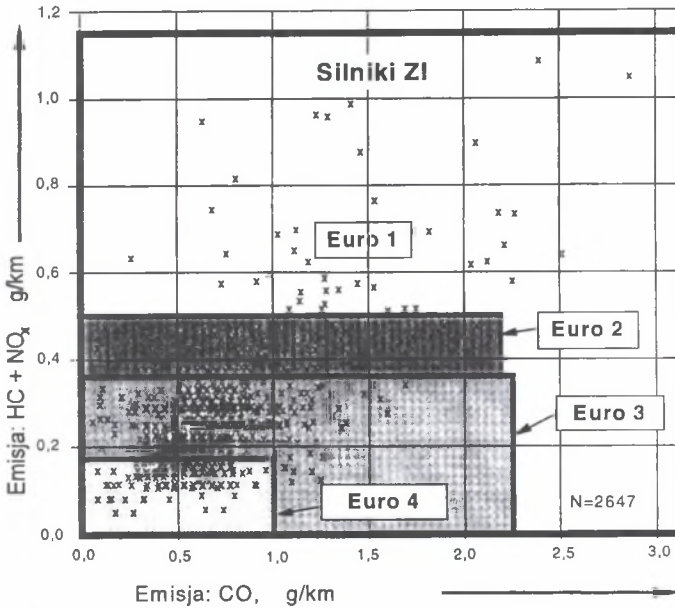
2. Aktualna sytuacja oraz przyszłościowe wymagania dotyczące pojazdów samochodowych oraz paliw silnikowych

2.1. Ograniczenia oraz limity dotyczące emisji substancji toksycznych

Emisja substancji toksycznych pojazdów samochodowych podlega ciągłej kontroli eksploatacyjnej i nie może przekraczać ustalonych limitów [2], [3]. Aktualnie obowiązują limity ujęte w ustaleniach EURO - 2. Od 2000 r. będą obowiązywać przepisy EURO - 3, natomiast po 2005 roku unormowania EURO - 4.

Syntetyczne ujęcie obowiązujących oraz przyszłościowych wymagań dotyczących emisji substancji toksycznych pojazdów samochodowych przedstawiono na rys.2 (dla silników z zapłonem iskrowym ZI) oraz na rys. 3 (dla silników z zapłonem samoczynnym ZS).

Konieczność spełnienia coraz bardziej zaostrzonych wymagań dotyczących wielkości emisji substancji toksycznych pojazdów samochodowych z napędem spalinowym stawia także nowe wymagania odnośnie do jakości stosowanych paliw silnikowych.

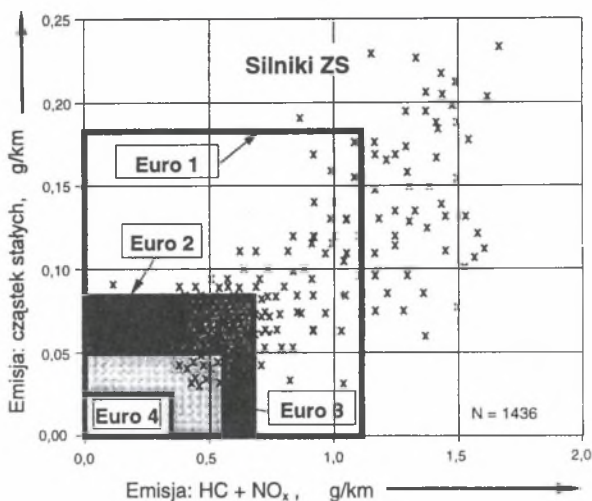


Rys. 2. Limity emisji dotyczące silników z zapłonem iskrowym
 Fig. 2. Emission limits of spark ignition combustion engines

2.2. Aktualne oraz przyszłościowe wymagania dotyczące paliw silnikowych

Zmiany jakościowe paliw silnikowych oferowanych na rynku są wymuszane uwarunkowaniami (nowe zastrzone przepisy) dotyczącymi bezpośrednio ochrony środowiska, a także wynikają z podstawowych wymagań stawianych przez producentów pojazdów samochodowych [2], [3], [5].

Przemysł motoryzacyjny (ACEA) ze swej strony dobrowolnie zobowiązał się do 2008 roku wyprodukować pojazdy samochodowe o znacznie zmniejszonym zużyciu paliwa (w tym poniżej 3 l./100 km w przypadku pojazdów z silnikiem Diesla). Wynika to głównie ze zrozumienia potrzeby ograniczenia emisji dwutlenku węgla CO₂, przyczyniającego się do efektu cieplarnianego. Istotną rolę w tym zakresie odgrywa także konkurencja pomiędzy głównymi koncernami samochodowymi USA, Japonii oraz Niemiec.



Rys. 3. Limity emisji dotyczące silników z zapłonem samoczynnym
 Fig. 3. Emission limits of self ignition combustion engines

Osobnym bardzo ważnym problemem jest zagadnienie pozyskiwania paliw alternatywnych, w tym począwszy od paliw naturalnych (gaz ziemny, CNG, LPG, biogaz) poprzez paliwa o zwiększonej zawartości wodoru, aż do czystego paliwa wodorowego (wynika to między innymi z możliwości zastosowania w niedalekiej przyszłości (firmy podają 2004 r. ?) ogniw paliwowych do napędu pojazdów samochodowych w wydaniu seryjnym.

Na najbliższe lata obowiązują ustalenia (dotyczące zarówno ograniczenia emisji substancji toksycznych do otoczenia, jak również poprawy parametrów jakościowych stosowanych paliw silnikowych) przyjęte już przez Unię Europejską: EURO - 3 od 2000 roku oraz EURO - 4 będące wprowadzane po 2005 roku. Najważniejsze dane [3] w tym zakresie podano w tablicy 1.

Istniejącą sytuację w odniesieniu do benzyny (silniki ZI) w ujęciu całościowym zilustrowano na rys. 4, natomiast w odniesieniu do oleju napędowego (silniki ZS) na rys. 5. Znakami (x) oznaczono tam zagęszczenie dzisiaj eksploatowanych samochodów.

Na uwagę zasługują przede wszystkim już zastrzone oraz nadal rosnące wymagania dotyczące ograniczenia zawartości siarki w paliwie.

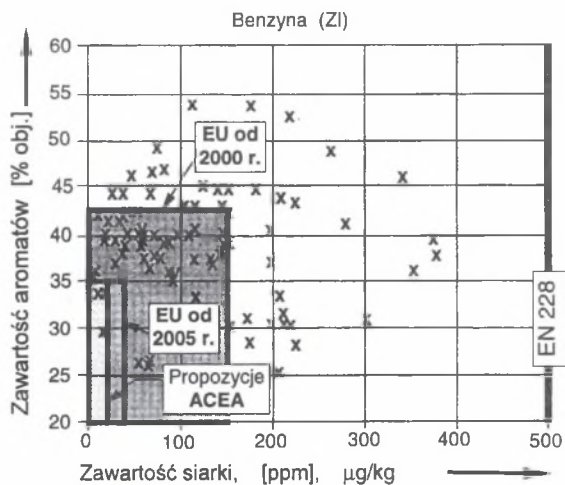
Tablica 1

Wymagania jakościowe dotyczące klasycznych paliw silnikowych –
 ujęte w ramach dyrektyw EURO - 3 oraz EURO - 4

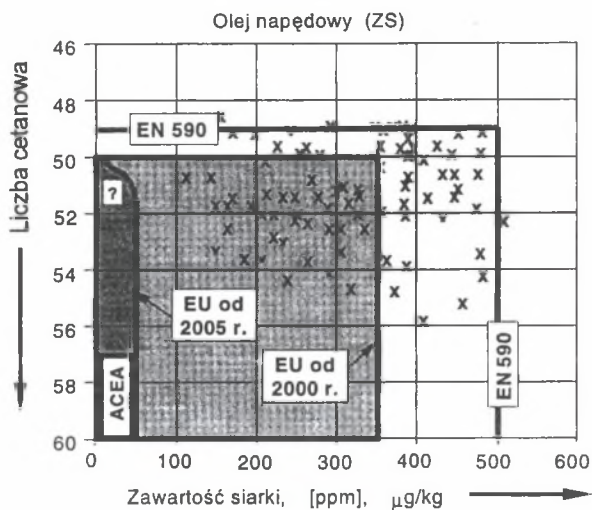
Parametry dotyczące paliwa:	EURO – 3 Od 2000 r.	EURO – 4 Od 2005 r.	Producenci (ACEA)
Benzyna (silniki ZI):			
- ciśnienie par (okres letni), <i>max, kPa</i>	60	60	58
- zawartość benzenu, <i>max, % obj.</i>	1	1	1
- zawartość związków aromatycznych, <i>max, % obj.</i>	42	35 (??)	35 (??)
- zawartość siarki, <i>max, ppm</i>	150	50 (??)	30 (??)
Olej napędowy (silniki ZS):			
- liczba cetanowa, <i>min.</i>	51	51	55 (58)
- gęstość, <i>max, kg/m³</i>	845	845	820 - 840
- zawartość związków aromatycznych, <i>max, % obj.</i>	-	-	10 (??)
- zawartość siarki, <i>max, ppm</i>	350	50 (??)	30 (??)

Znak: (?) - oznacza, że podana wartość jest jeszcze dyskutowana.

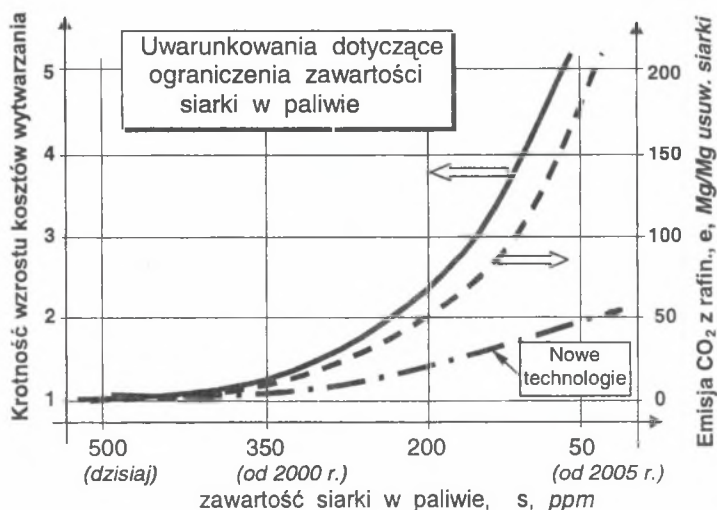
n.b.: np. 50 ppm = 0,005 %



Rys. 4. Aktualny stan oraz przyszłe wymagania dotyczące benzyn
 Fig. 4. Present state and future quality requirements of gasoline



Rys. 5. Aktualny stan oraz przyszłe wymagania dotyczące oleju napędowego
 Fig. 5. Present state and future quality requirements of diesel fuel



Rys. 6. Uwarunkowania dotyczące zawartości siarki w paliwach silnikowych
 Fig. 6. Conditions concerning the sulphur content in engine fuels

Jest to konsekwencją tego, że aby spełnić ustalone ograniczenia dotyczące globalnej emisji pojazdów samochodowych (rys. 2 oraz rys. 3), istnieje potrzeba wyposażenia silników spalinowych w specjalistyczne urządzenia oczyszczania spalin (systemy akumulacyjne DeNO_x , katalizatory, dopalacze, filtry) nowej generacji, których poprawne działanie uwarunkowane

jest brakiem obecności tlenków siarki w spalinach. Wynika to z koncepcji spalania mieszanek ubogich, w systemie GDI (Gasoline Direct Injection).

Dlatego też wymagania stawiane przez producentów pojazdów samochodowych (ACEA) w tym zakresie są znacznie wyższe aniżeli wymagania samego ustawodawcy.

Problem polega między innymi na tym, że nowoczesna generacja katalizatorów akumulujących tlenki azotu NO_x w systemie DeNO_x , a dzięki temu pozwalająca na realizację spalania mieszanek ubogich (samo spalanie mieszanek ubogich, dzięki obniżeniu temperatury spalania powoduje znaczne zmniejszenie ilości powstających tlenków azotu NO_x) nie toleruje obecności siarki w spalinach. Siarka bowiem (podobnie jak dawniej ołów) łatwo odkłada się na powierzchni katalizatora powodując jego "zatrucie", objawiające się spadkiem skuteczności działania układu. Dlatego co pewien czas katalizator musi być "oczyszczany", co czyni się poprzez okresowe wzbogacanie mieszanki palnej. Powoduje to okresowy wzrost emisji. Częstotliwość tej operacji zależy przede wszystkim od zawartości siarki w paliwie.

Z drugiej jednak strony produkcja paliwa bezsiarkowego przyczynia się znacząco do wzrostu kosztów wytwarzania tych paliw, a jednocześnie powoduje wzrost technologicznej emisji dwutlenku węgla CO_2 w samych rafineriach, co pokazano na rys. 6. Dlatego też należy wybrać rozwiązanie optymalne; perspektywicznie wymagane jest zastosowanie nowych technologii produkcyjnych w samych rafineriach.

Zmniejszenie zawartości siarki w paliwie ogranicza także emisję jej tlenków do otoczenia.

3. Energetyczne oraz ekologiczne aspekty eksploatacji tłokowych silników spalinowych

3.1. Pojazd samochodowy jako złożony obiekt energetyczny

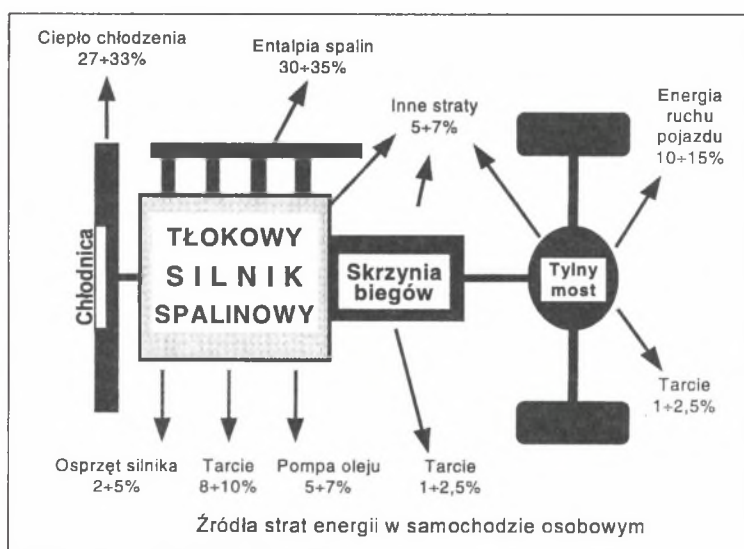
Źródłem napędu większości samochodów dzisiaj eksploatowanych jest tłokowy silnik spalinowy, zasilany klasycznymi paliwami silnikowymi (benzyna, olej napędowy). Procesy konwersji energii w obrębie tłokowego silnika spalinowego podlegają oczywistym uwarunkowaniom, jakie odnoszą się między innymi do silników cieplnych (w tym zależnościom wynikającym z I oraz II zasady termodynamiki). Dalsze procesy dyssypacji energii występują podczas przenoszenia napędu mechanicznego z silnika spalinowego aż do efektywnego ruchu pojazdu. Zagadnienie to ujęto jakościowo - ilościowo na rys. 7.

Energia ruchu pojazdu stanowi ostatecznie około (10 - 15) % energii chemicznej zużytego paliwa, przy czym zgodnie z rys. 7 główne straty występują jednak w obrębie samego silnika spaliny (chłodzenie, strata wylotowa spalin oraz inne składniki).

Energia napędu (ruchu) pojazdu samochodowego związana jest z koniecznością pokonania:

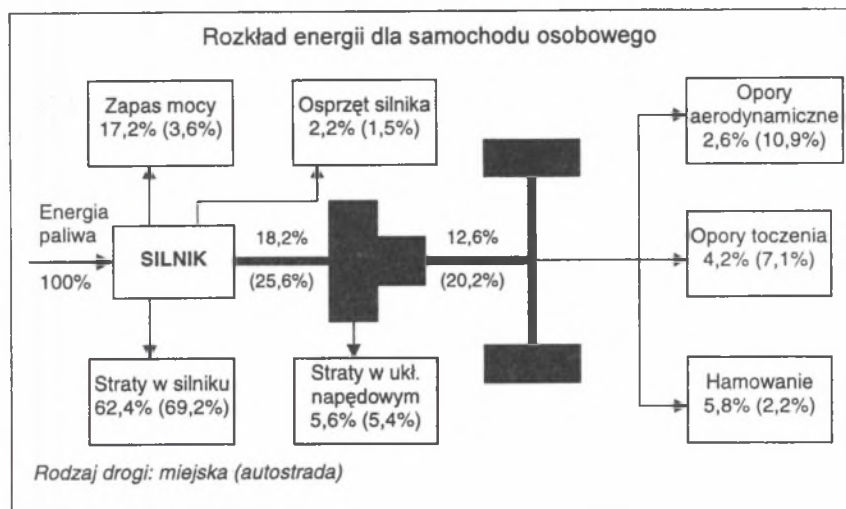
- a) oporów aerodynamicznych,
- b) oporów toczenia oraz zmian energii potencjalnej,
- c) sił bezwładności (przyspieszanie, hamowanie).

Rozdział energii w tym ujęciu pokazano na rys. 8, gdzie uwzględniono dodatkowo rodzaj i miejsce wykorzystania pojazdu (ruch miejski, autostrada).



Rys. 7. Elementy oraz struktura energetyczna napędu samochodu
Fig. 7. Elements and energy structure of the car driving system

Opory aerodynamiczne zależą głównie od ukształtowania karoserii (współczynnik kształtu c_x dla oporu czołowego) oraz budowy całości nadwozia. Efektywnie zależą one także od prędkości ruchu samochodu (jazda na autostradzie).



Rys. 8. Struktura pozyskiwania oraz wykorzystania energii w samochodzie
 Fig. 8. Structure of the energy generation and utilisation in the car

Na opory toczenia istotny wpływ wywiera samo ogumienie, jego przyczepność do podłoża. Istotną sprawą jest jakość kierowania pojazdem samochodowym, ściśle uzależniona od umiejętności kierowcy.

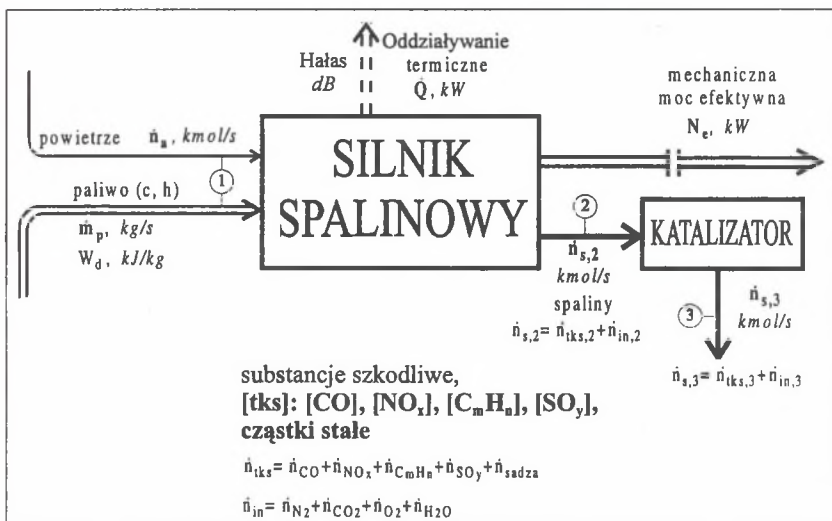
3.2. Ekologiczne aspekty eksploatacji silników spalinowych

Jednym z istotnych zagadnień związanych z eksploatacją silników spalinowych jest ustalenie ich szkodliwego oddziaływania na otoczenie.

Znacząca część (rzędu 40%) obciążenia środowiska życia człowieka substancjami szkodliwymi jest bowiem „zastęgą” motoryzacji.

Wśród wielu związków toksycznych zawartych w spalinach samochodowych wymienić należy przede wszystkim: tlenek węgla CO, tlenki azotu NO_x (w tym: NO, NO₂), węglowodory C_mH_n, tlenki siarki SO_y (w tym SO₂, SO₃), także ozon O₃ oraz cząstki stałe (sadza, węglowodory skondensowane, substancje mineralne) - rys. 9.

Ich powstawanie podczas pracy silnika spalinowego jest m.in. konsekwencją występowania nieodpowiednich warunków przygotowania i spalania paliwa w układzie.



Rys. 9. Silnik spalinowy oraz jego oddziaływanie na otoczenie
Fig. 9. Combustion engine and its influence on the environment

Posługiwanie się wyłącznie składem chemicznym spalin (nawet po dokonaniu jego korekcji do przyjętego stanu odniesienia) jest często niewystarczające do wydania jednoznacznej oceny szkodliwości oddziaływania pracującego silnika spalinowego na środowisko.

Jakość procesów konwersji energii zachodzących w układzie silnika spalinowego charakteryzuje się za pomocą efektywnej sprawności energetycznej η_e układu:

$$\eta_e = \frac{N_e}{\dot{m}_p W_d} \tag{1}$$

gdzie: N_e , kW - moc efektywna silnika spalinowego, oraz

\dot{m}_p , kg/s - strumień masy spalanego paliwa, o wartości opałowej W_d , kJ/kg.

Na strumień substancji spalin \dot{n}_s , kmol/s, który jest proporcjonalny do strumienia spalnego paliwa \dot{m}_p oraz jednostkowej ilości spalin wilgotnych n_s'' , kmol/kg pal., i wyraża się jako:

$$\dot{n}_s = \dot{n}_{ss} + \dot{n}_{H_2O} = n_s'' \dot{m}_p \tag{2}$$

a także:

$$\dot{n}_s = (1 + X_{z,s}) \dot{n}_{ss}, \quad \dot{n}_{ss} = n_{ss}'' \dot{m}_p$$

składa się suma dwóch strumieni (rys.1) składowych:

$$\dot{n}_s = \dot{n}_{\text{tks}} + \dot{n}_{\text{in}} \quad (3)$$

gdzie: \dot{n}_{tks} , *kmol/s* - strumień substancji toksycznych, natomiast

\dot{n}_{in} , *kmol/s* - strumień substancji inertnych,

\dot{n}_{ss} , *kmol/s* - strumień spalin suchych, $X_{z,s}$ - molowy stopień zawilżenia spalin.

Strumień substancji szkodliwych zanotować można jako sumę:

$$\dot{n}_{\text{tks}} = \dot{n}_{\text{CO}} + \dot{n}_{\text{NO}_x} + \dot{n}_{\text{C}_m\text{H}_n} + \dot{n}_{\text{SO}_y} (+\dot{n}_{\text{st}}) \quad (4)$$

natomiast substancji toksycznie obojętnej (inertnych) odpowiednio:

$$\dot{n}_{\text{in}} = \dot{n}_{\text{O}_2} + \dot{n}_{\text{CO}_2} + \dot{n}_{\text{N}_2} + \dot{n}_{\text{H}_2\text{O}} \quad (5)$$

Sytuację uważa się za optymalną, gdy maleje (znika) strumień $\dot{n}_{\text{tks}} \rightarrow 0$.

Strumień każdej *i*-tej substancji szkodliwej $\dot{n}_{\text{tks},i}$ może być wyrażony poprzez jej udział $[\text{tks}_i]$ w spalinach suchych:

$$\dot{n}_{\text{tks},i} = [\text{tks}_i] \dot{n}_{\text{ss}} \quad (6)$$

Po dokonaniu sumowania strumieni składników uzyskuje się:

$$\dot{n}_{\text{tks}} = \sum_{i=1}^n \dot{n}_{\text{tks},i} = \dot{n}_{\text{ss}} \sum_{i=1}^n [\text{tks}_i] \quad (7)$$

Równanie (7), po wykorzystaniu zależności (2), można zanotować jako

$$\dot{n}_{\text{tks}} = \dot{m}_p n_{\text{ss}}^* \sum_{i=1}^n [\text{tks}_i] \quad (8)$$

a następnie po uwzględnieniu wzoru (1) w postaci:

$$\dot{n}_{\text{tks}} = \frac{N_e}{\eta_e W_d} n_{\text{ss}}^* \sum_{i=1}^n [\text{tks}_i] \quad (9)$$

Zgodnie ze wzorem (8) zmniejszenie zużycia paliwa \dot{m}_p prowadzi w prostej linii do ograniczenia strumienia substancji szkodliwych emitowanych do otoczenia.

Obniżenie zużycia paliwa \dot{m}_p , przy zapewnieniu wymaganego efektu użytecznego N_e , może być osiągnięte jedynie poprzez zwiększenie sprawności efektywnej η_e - co wynika z równania (1). Wyrazem tego jest także bezpośrednio wzór (9).

Wzrost sprawności energetycznej η_e urządzeń posiada więc podwójne znaczenie: ekonomiczne - gdyż przyczynia się do zmniejszenia zużycia paliwa, a więc do obniżenia kosztów eksploatacyjnych, a także ekologiczne - przyczyniając się do ograniczenia emisji substancji toksycznych emitowanych do otoczenia przez silnik spalinyowy.

3.3. Zagadnienie emisji dwutlenku węgla

Dwutlenek węgla CO_2 należy do produktów zupełnego i całkowitego spalania paliw silnikowych. Globalnie biorąc, nie należy on więc do grupy substancji toksycznych, lecz coraz częściej zalicza się go do grupy tzw. substancji szkodliwych. Dwutlenek węgla jest w znacznej mierze (w ok. 50%) odpowiedzialny za tzw. efekt cieplarniany (szklarniowy). Obserwuje się bowiem systematyczny wzrost zawartości dwutlenku węgla w atmosferze ziemskiej; jeszcze na początku XX w. wynosiła ok. 0.03%, aktualnie dochodzi do 0.045%.

Oszacować można łatwo, że spalanie jednostkowej ilości (1 kg) tzw. paliwa silnikowego ($c = 0.85$, $h = 0.15$) daje w efekcie około

$$e_{\text{CO}_2} = 0.85 \frac{44}{12} = 3.12 \text{ kg CO}_2 / \text{kg pal.}$$

Wielkość strumienia materii dwutlenku węgla emitowanego do otoczenia jest więc ściśle związana ze strumieniem (razy: 3,12) zużywanego paliwa - co wynika także ze wzoru (8).

Opracowana została światowa strategia postępowania, prowadząca do radykalnego obniżenia emisji dwutlenku węgla w skali globalnej. Jej realizacja wymaga zmniejszenia ilości spalanych paliw, co może być osiągnięte w pierwszej kolejności na drodze doskonalenia (wzrost sprawności - wzór (9)) samych procesów konwersji energii spalanych paliw. Duże możliwości istnieją także w stosowaniu paliw alternatywnych, w tym także pochodzenia roślinnego, a głównie paliw o większej zawartości wodoru.

Najbardziej zachęcającym sposobem pozyskiwania wodoru jest elektroliza wody, przy wykorzystaniu energii elektrycznej wytwarzanej na bazie źródeł odnawialnych.

Opanowanie techniki pozyskiwania paliwa wodorowego powinno być niewątpliwie celem niedalekiej przyszłości. Na tej podstawie myśli się poważnie o zastosowaniu ogniów paliwowych do napędu pojazdów samochodowych. Zawartość wodoru (udziały wagowe) w powszechnie dostępnych dzisiaj paliwach kształtuje się następująco (tablica 2):

Tablica 2

Przeciętny udział wagowy wodoru w paliwach

Rodzaj paliwa	Zawartość wodoru (H ₂ , %, wagowo)	Uwagi
Benzyna	13,0 + 14,0	Dostępne na rynku
Olej napędowy	13,5 + 14,8	Dostępne na rynku
Paliwo silnikowe (ogólnie)	13,0 + 15,0	Dostępne na rynku
Metanol	~ 12,5	brak sieci, koszty: ↑↑
Etanol	~ 13,1	brak sieci, koszty: ↑
Gaz ziemny (CNG, 20 MPa)	~ 25,1	sieć częściowa, koszty: ↑↑↑
Propan-butan (LPG)	~ 17,7	Szeroka sieć, koszty: ↓

Z zestawienia wynika, że najbardziej uwodornionym paliwem jest gaz ziemny (CNG), a następnie tzw. gaz płynny (LPG).

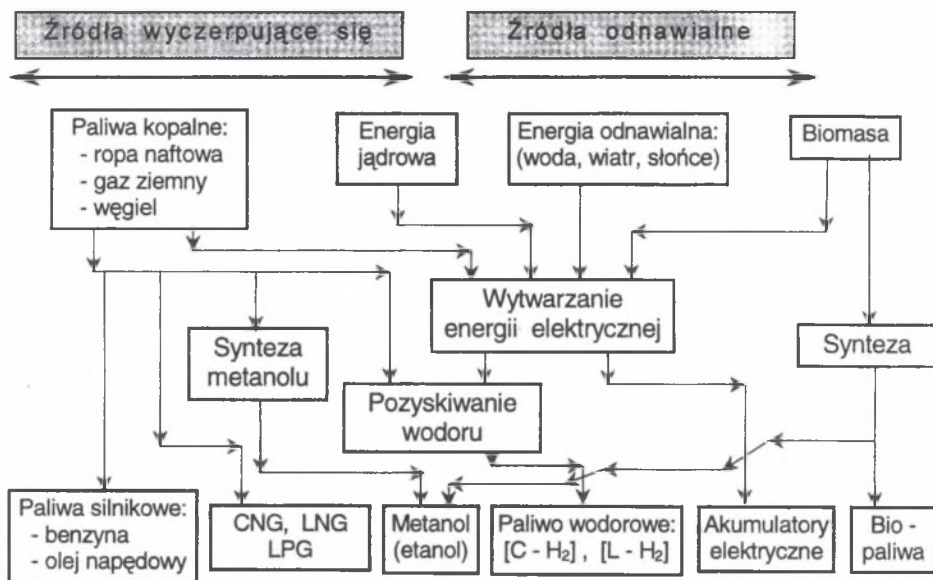
4. Źródła energii możliwe do wykorzystania w napędach samochodów

4.1. Wykorzystanie wyczerpywalnych oraz odnawialnych źródeł energii

Paliwa stosowane do napędów pojazdów samochodowych (wykorzystywane dzisiaj oraz możliwe do wykorzystania w przyszłości) pochodzą z nieodnawialnych (wyczerpywalnych), jak również odnawialnych źródeł energii. Przegląd możliwości w tym zakresie pokazano na rys. 10.

Paliwem przyszłościowym określa się dzisiaj paliwa wodorowe, które mogą być pozyskiwane ze źródeł nieodnawialnych (przetwarzanie paliw kopalnych), jak również ze źródeł odnawialnych (poprzez energię elektryczną, elektrolizę wody).

Przewiduje się, że wodór może być magazynowany w formie gazowej (gaz sprężony, [C - H₂], p = 25 MPa), albo w fazie ciekłej ([L - H₂], przy T = -253°C). Utylizacja paliw wodorowych powinna następować poprzez szersze zastosowanie ogniw paliwowych.



Rys. 10. Możliwości wykorzystania różnych źródeł energii pierwotnej
 Fig. 10. Utilisation possibilities of different primary energy sources

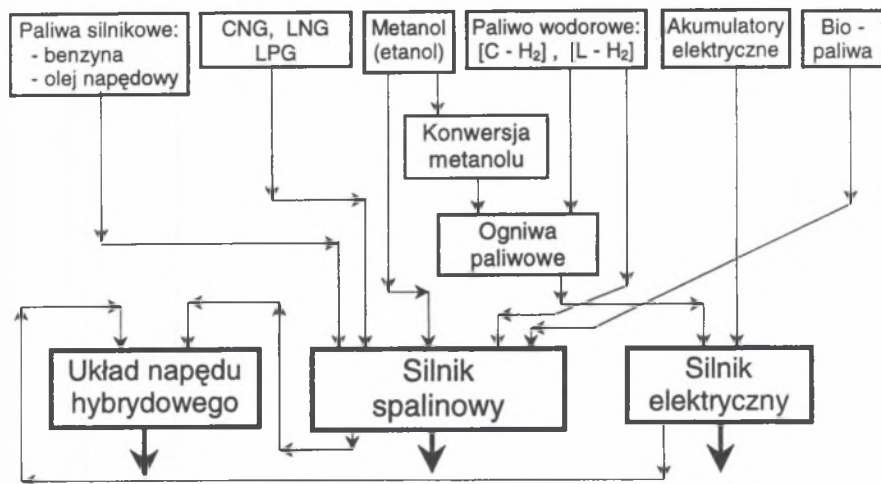
4.2. Podstawowe układy wykorzystania pozyskanych paliw

Pozyskane paliwa silnikowe powinny być wykorzystane w sposób optymalny. Rodzaj oraz jakość paliw muszą być ściśle powiązane ze stosowanymi układami ich utylizacji; nowoczesne rozwiązania silników wymagają zasilania paliwami bardziej szlachetnymi, oraz o lepszej jakości.

Powiązanie proponowanych rodzajów napędów pojazdów samochodowych ze źródłami energii paliw stojących do dyspozycji (rys. 10) pokazano na rys. 11.

Współczesne badania w tym zakresie koncentrują się głównie nad zastosowaniem układów hybrydowych (silnik spalinowy współpracujący z silnikiem elektrycznym, przy wykorzystaniu akumulatorów energii elektrycznej), których stosowane rozwiązania pokazano na rys. 12.

Stanowiąc to może istotny krok do wyprodukowania pojazdów samochodowych z minimalną emisją substancji toksycznych (tzw. pojazdy: ULEV - ultra low emission vehicles). Przewiduje się, że w przyszłości sam silnik spalinowy może zostać zastąpiony ogniwami paliwowymi (z tzw. "zimnym spalaniem"), co wymaga jednak szerszej dostępności paliw wodorowych.



Rys. 11. Wykorzystanie użytecznych form energii jako energii napędowej silników
 Fig. 11. Utilisation of useful form of energy as driving source of engines

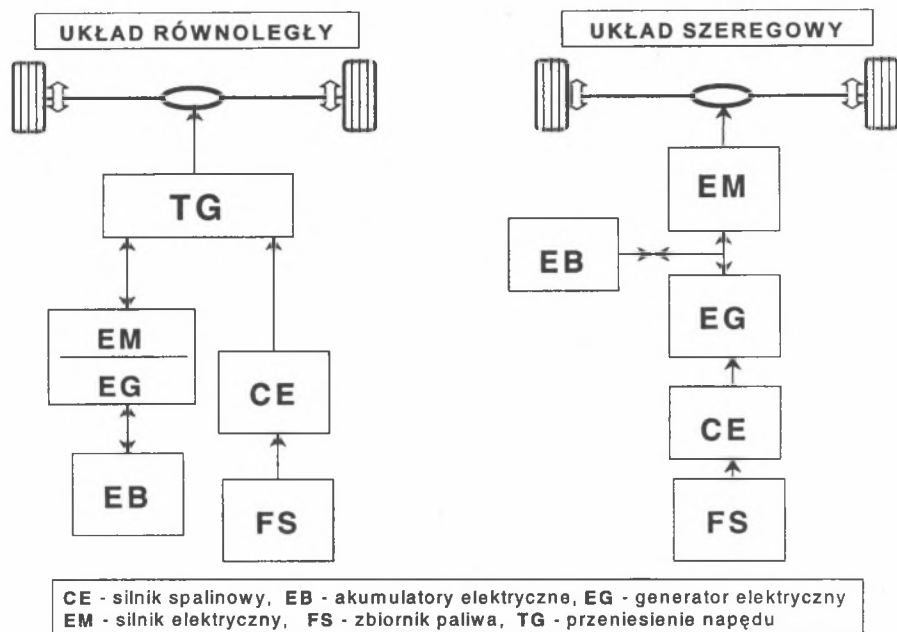
W miejsce silnika spalinowego zainstalować można np. turbinę gazową, albo ogniwo paliwowe. Powszechne zastosowanie ogniw paliwowych prowadzić będzie do wyprodukowania pojazdów z zerową emisją substancji toksycznych (tzw. pojazdy: ZEV - zero emission vehicle).

Układy szeregowe i równoległe posiadają zarówno wiele zalet, jak i wad. Układ równoległy pozwala kierowcy dysponować większą mocą w danym momencie jazdy.

Napędy hybrydowe wykazują wiele zalet w stosunku do napędów tradycyjnych; wymienić można kilka najważniejszych z nich:

- silnik spalinowy doбираny jest według średniego zapotrzebowania mocy (nie musi uwzględniać obciążenia szczytowego), dzięki czemu znacznie mniejsza jest jego masa,
- efektywność wykorzystania paliwa ulega zwiększeniu (silnik może pracować w punkcie optymalnym, np. przy maksymalnej sprawności),
- emisja substancji toksycznych ulega ograniczeniu do minimum,
- istnieje możliwość odzyskania części energii podczas hamowania pojazdu, co pozwala na minimalizację energii napędowej (pracy) samochodu,
- silnik spalinowy może być zasilany także paliwami alternatywnymi (często tańszymi).

W ten sposób efektywność pracy rzeczywistego napędu hybrydowego może prawie dwukrotnie być wyższa od napędu tradycyjnego (bazującego jedynie na silniku spalinowym).



Rys. 12. Podstawowe schematy napędów hybrydowych
 Fig. 12. Basic schemes of hybrid configurations

LITERATURA

1. Carpetis C., Nitsch J.: Neue Antriebskonzepte im Vergleich. MTZ, (60), 2, 1999.
2. Merksiz J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Tom I, Tom II, Poznań, 1999.
3. Nierhaue B.: Neue Herausforderungen an die heutige und zukünftige Kraftstoffversorgung des Straßenverkehrs. ATZ, (101), 3, 1999.
4. Postrzednik S.: Obieg porównawczy ekosilnika spalinowego. Polska Akademia Nauk w Krakowie, Komisja Naukowo - Problemowa Motoryzacji, INTER-KONMOT'98. Zeszyt 15, s. 65-73, Kraków 1998.

5. Żmudka Z., Postrzednik S.: Toxicity Parameters of Internal Combustion Engines and their Changes within Catalyst. Section 19: Internal Combustion Engines. Florence World Energy Research Symposium: „Clean energy for the new century” - FLOWERS'97. Florence, Italy, 1997.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy Jaskólski

Abstract

Today's motor car has been developed over last 100 years. It has a support infrastructure and services. Most major manufactures have either introduced, or are planning to introduce, some kind of electric vehicle to the market.

The paper contents results of the research of present and future requirements concerning the car emission of toxic substances and quality parameters of fuels used as driving force of combustion engines (as: EURO - 2, EURO - 3, EURO - 4). The basic conditions and emission limits of pollutants from ICE have been characterised. The outlet gases from internal combustion contain chemical compounds which have an adverse impact (which is greatest in conurbation) on the environment. The emission of ICE effects in the form of acidification, carcinogenic emission and in special cases the greenhouse effect. Fossil fuels are likely to predominate in the vehicle propulsion area within the foreseeable future. A fuel powered combustion engine and an electric motor with batteries commonly known as a hybrid enables to achieve emission-free operation areas within the whole range of the engine work. There are three basic methods by which engine emission can be controlled and diminished: by the optimal preparing of combustion mixture and design of the combustion process, by using aftertreatment devices in the exhaust system, and less by optimising choice of the operating parameters. Special attention is paid to the basic energy and ecology parameters and exploitation aspects of combustion engines. At the end of the work is presented a essential review of different energy sources, which can be used in drive systems of cars build today and in the next future.