

PALIWA SILNIKOWE

Rodzaje paliw

a) paliwa konwencjonalne

- benzyny silnikowe
- oleje napędowe

b) paliwa alternatywne

Benzyny silnikowe

Dodatki do benzyn

a) inhibitory utleniania

- zapobiegają i hamują proces starzenia benzyny

b) inhibitory korozji

c) detergenty

- zmniejszają zanieczyszczenie osadami układu zasilania i dolotowego oraz komór spalania

d) deemulgatory

- zapobiegają tworzeniu stabilnej emulsji wody z benzyną

e) inne dodatki (alkohole, etery)

Cechy benzyn

a) lotność

- skłonność do parowania

b) liczba oktanowa

- określa właściwości przeciwstukowe

c) gęstość

- ok. $0,75 \text{ kg/dm}^3$ w temp. 15°C

d) wartość opałowa

- benzyny – ok. 43 MJ/kg
- mieszanki – ok. 3700 kJ/m^3

e) trwałość chemiczna

Lotność benzyn

a) zbyt duża

- nadmierne wzbogacenie mieszanki
- oblodzenie miejsca dostarczania paliwa do układu dolotowego (w niskich temperaturach)
- powstawanie korków parowych w przewodach paliwa
- zakłócenia pracy układu odpowietrzania zbiornika paliwa
- zwiększenie strat benzyny podczas jej magazynowania
- wzrost zanieczyszczenia środowiska

b) zbyt mała

- problemy z uruchomieniem silnika i jego równomierną pracą podczas nagrzewania

Liczba oktanowa (LO)

- odporność na spalanie stukowe w silniku samochodu osobowego podczas jazdy
- wartość – 0 – 120

Metody otrzymywania benzyny o zadanej LO

- ◎ metoda technologiczna – zmieszanie w odpowiednich proporcjach produktów przeróbki ropy naftowej
- ◎ dodawanie substancji przeciwstukowych (antydetonatorów)
 - czteroetylek ołowiu (CEO)
 - alkohol etylowy (etanol)
 - eter metylo-tetr-butyłowy (MTBE)
 - eter etylo-tetr-butyłowy (ETBE)

Oleje napędowe

Dodatki do olejów

a) depresatory

- obniżają temperaturę krzepnięcia

b) inhibitory korozji

c) zapobiegające powstawaniu osadów na elementach układu wtryskowego

d) polepszające właściwości smarne

e) deaktywatory metali

f) przeciwpieniące

g) przeciwutleniające

Cechy olejów

a) gęstość

- ok. $0,85 \text{ kg/dm}^3$ w temp. 15°C

b) lepkość

c) właściwości niskotemperaturowe

d) lotność

- skłonność do parowania

e) liczba cetanowa

- zdolność do samozapłonu

f) wartość opałowa

- oleju – ok. 43 MJ/kg
- mieszanki – ok. 3700 kJ/m^3

Właściwości niskotemperaturowe

a) temperatura mętnienia

- początek wydzielania pierwszych kryształów parafin

b) temperatura zablokowania zimnego filtra paliwa

- 0°C – dla oleju napędowego letniego
- - 10°C – dla oleju napędowego przejściowego
- - 20°C – dla oleju napędowego zimowego
- - 44°C – dla oleju napędowego arktycznego

Liczba cetanowa (LC)

- porównanie spalania w silniku wzorcowym badanego paliwa i paliwa wzorcowego (mieszanina cetanu i α -metylnaftalenu)
- wartość – 45 – 55
- zależność między LO i LC

$$LC = 0,5 * (120 - LO)$$

Paliwa alternatywne

Paliwa alternatywne

a) paliwa gazowe

- LPG
- CNG
- wodór

b) alkohole

c) oleje roślinne i estry wyższych kwasów tłuszczowych

LPG

- skroplony gaz węglowodorowy
- *liquified petroleum gas*
 - propan, butan, etan
 - skraplanie w temp. – 40°C lub ciśnieniu 0,2 MPa
 - wartość opałowa ok. 20% mniejsza niż benzyny
 - LO = 105-110

Cechy LPG

a) zalety

- duża LO
- łatwe mieszanie z powietrzem
- czystsze spalanie
- nierozcieńczanie oleju silnikowego
- mniej toksyczne spaliny

b) wady

- nie chłodzi zaworów dolotowych
- wyższa temperatura spalania
- większe zużycie paliwa
- mniejsza moc i moment obrotowy silnika

CNG

- sprężony gaz ziemny
- *compressed natural gas*
 - metan (85-99%), etan, propan, butan
 - ciśnienie 20 MPa
 - wartość opałowa ok. 20% mniejsza niż benzyny
 - LO = 130

Cechy CNG

a) zalety

- duża LO
- czyste spalanie
- niewymywanie filmu olejowego ze ścianek cylindra
- większe bezpieczeństwo eksploatacji

b) wady

- konieczność wysokiego sprężania
- większe zużycie paliwa
- mniejsza moc i moment obrotowy silnika

Alkohole

a) metanol (CH_3OH)

- z gazu ziemnego, węgla kamiennego, drewna, torfu, odpadów organicznych (biomasy)

b) etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

- z ziemniaków, zboża

Cechy alkoholi

a) zalety

- duża odporność na spalanie stukowe
- możliwość pracy silnika przy większej prędkości obrotowej lub mniejszym kącie wyprzedzenia zapłonu
- możliwość zasilania ubogimi mieszankami

b) wady

- większe zużycie paliwa
- utrudnione uruchamianie zimnego silnika
- skłonność do tworzenia korków parowych

Podstawowe parametry metanolu, etanolu i benzyn silnikowych

Paliwo	Metanol	Etanol	Benzyna silnikowa
Skład (% masy):			
– węgiel	37,5	52,0	85...89
– wodór	12,5	13,0	12...15
– tlen	50,0	35,0	0...2,7
Gęstość w temp. 15°C (kg/m ³)	796	793	720...760
Wartość opałowa (MJ/kg)	19,5	26,8	43
(MJ/dm ³)	15,7	21,2	31,5
Wartość opałowa mieszanki stechiometrycznej (kJ/m ³)	3860	3850	3700
Ciepło parowania (kJ/kg)	1100	910	350...380
Temperatura wrzenia (°C)	64,7	78,3	30...215
Prężność par (kPa)	32	16–18	45...105
Liczba oktanowa LOB	107	108	95...98
Teoretyczne zapotrzebowanie powietrza (kg pow./kg pal.)	6,52	9,0	14,8
Dolna granica zapalności mieszanki z powietrzem (% obj.)	1,92	2,06	1,16
Maksymalna prędkość spalania mieszanki (m/s)	55	55	40
Temperatura zapłonu (w zamkniętym tyglu) (°C)	11,2	12,9	– 43
Granice zapalności w mieszaninie z powietrzem (% obj.)	3,5...40	4,3...19	1,4...7,6

Cechy mieszanin benzynowo-alkoholowych

a) **zalety**

- lepsza odporność na spalanie stukowe
- brak konieczności stosowania dodatków zapobiegających krystalizacji wody
- czystsze spaliny

b) **wady**

- większe zużycie paliwa
- możliwość rozwarstwienia mieszaniny w obecności wody i przy obniżeniu temperatury mieszaniny
- zwiększenie emisji tlenków azotu w spalinach
- większa agresywność korozyjna
- trudny rozruch zimnego silnika

Oleje roślinne

- a) olej rzepakowy
- b) estry metylowe RME
 - jako 5-cioprocentowy dodatek w biodieslu

Podstawowe parametry oleju napędowego, oleju rzepakowego oraz rzepakowego estru metylowego (RME)

Paliwo	Olej napędowy	Olej rzepakowy	RME
Gęstość (kg/m ³)	820 ... 850	920	860 ... 900
Lepkość kinematyczna w temp. 40°C (mm ² /s)	1,5 ... 4,5	30 ... 43	4,0 ... 6,3
Liczba cetanowa	45 ... 55	51	49 ... 56
Wartość opałowa (MJ/kg)	42 ... 45	37,0 ... 37,5	37 ... 39
Zawartość siarki (mg/kg)	350	10	10 ... 25
Temperatura zablokowania zimnego filtra paliwa (°C)	−20 (paliwo zimowe)	13 ... 20	−13 ... −5

Wady oleju rzepakowego

- a) unieruchomienie elementów tłoczących aparatury wtryskowej
- b) zakoksowanie i zatykanie otworów rozpylaczy
- c) większa skłonność do powstawania nagaru w komorze spalania
- d) trudny rozruch zimnego silnika w obniżonej temperaturze otoczenia

Wodór

☉ zalety

- nieograniczone zasoby
- bardzo duża wartość opałowa
- łatwy rozruch, zasilanie ubogimi mieszankami
- mało szkodliwe spaliny

☉ wady

- bardzo mała gęstość
- bardzo wybuchowy
- trudności w przechowywaniu

Wodór

Główne parametry wodoru i benzyn silnikowych

Paliwo		Wodór	Benzyna silnikowa
Wartość opałowa	(MJ/kg) (MJ/m ³)	120 10,77	43 34 500
Teoretyczne zapotrzebowanie powietrza	(kg pow. /kg pal.)	36,6	14,8
Wartość opałowa mieszanki stechiometrycznej	(MJ/m ³)	2,97...3,17	3,70
Liczba oktanowa	LOB	80	95...98
Gęstość w temp. 20°C	(kg/m ³)	0,084	720...750
Granice zapalności	(% obj.)	4...77	1,16...7
Prędkość spalania laminarnego	(m/s)	2,7...3,15	0,3...0,6
Temperatura samozapłonu	(°C)	585	480...550
Temperatura wrzenia	(°C)	– 253	35...215
Minimalna energia zapłonu	(mJ)	0,02	0,24