

SPIS TREŚCI

Ważniejsze stosowane oznaczenia	9
1. WPROWADZENIE – SILNIKI SPALINOWE JAKO MASZyny CIEPLNE	13
1.1. Silniki cieplne oraz maszyny robocze	13
1.2. Zastosowanie silników oraz aspekty eksploatacyjne	15
1.3. Elementy budowy układu tłokowo-korbowego silnika spalinowego	17
1.4. Cykliczność pracy tłokowych silników spalinowych	25
1.5. Rozwiązanie funkcjonalne oraz kinematyka klasycznego układu tłokowo-korbowego	31
1.6. Elementy kinematyki układu tłokowo-korbowego z mimośrodowym przesunięciem osi cylindra	37
1.7. Uwarunkowania poprawnej pracy silników spalinowych	40
2. TERMODYNAMICZNY OBIEG SILNIKA CIEPLNEGO	48
2.1. Ogólna charakterystyka obiegu silnika – podstawowe parametry	48
2.2. Realizacja oraz podstawowe parametry rzeczywistych obiegów tłokowych silników spalinowych	57
2.3. Podstawowe aspekty regulacji obciążenia silników spalinowych ...	63
2.4. Wielkość dawki paliwa oraz jej uwarunkowania	69
2.5. Parametry pracy silnika pod różnymi obciążeniami	72
2.5.1. Wybrane relacje pomiędzy parametrami eksploatacyjnymi silnika	72
2.5.2. Parametry pracy silnika w bazowym oraz przy dowolnym obciążeniu	77
2.6. Elementy kontroli procesu spalania; rola stosunku nadmiaru tlenu	79
2.6.1. Parametry oraz substraty i produkty procesu spalania	79
2.6.2. Stosunek nadmiaru powietrza oraz parametry, które go determinują	81
2.6.3. Parametry emisji substancji szkodliwych procesu spalania	89
3. TEORETYCZNE OBIEGI PORÓWNAWCZE TŁOKOWYCH SILNIKÓW SPALINOWYCH	91
3.1. Tłokowy silnik powietrzny (<i>jako najprostszy silnik tłokowy</i>)	91
3.2. Obieg Otto, jako teoretyczny obieg porównawczy silnika ZI	99
3.3. Obieg Diesla jako obieg porównawczy silnika ZS wolnoobrotowego	108

3.4. Obieg Seiligera-Sabathe'a, jako uniwersalny teoretyczny obieg porównawczy tłokowego silnika spalinowego	118
3.5. Teoretyczny obieg porównawczy Seiligera-Sabathe'a-Eichelberga	132
3.6. Struktura oraz analiza efektywności eko-obiegu silnika spalinowego	148
3.6.1. Wprowadzenie – podstawowe kryteria oceny silników spalinowych	148
3.6.2. Koncepcja teoretycznego eko-obiegu porównawczego	150
3.6.3. Podstawowe zależności stechiometryczne	154
3.6.4. Analiza energetyczna układu; praca oraz sprawność eko-obiegu	157
3.7. Celowość realizacji doładowania silników spalinowych	161
3.8. Obiegi specjalne: obieg Millera (Atkinsona) oraz jego aplikacje	167
4. POZYSKIWANIE PRACY W UKŁADZIE TŁOKOWO-KORBOWYM ORAZ JEJ WYKORZYSTANIE	180
4.1. Parametry czynnika roboczego w układzie cylinder – tłok	180
4.2. Pozyskiwanie pracy w układzie tłokowo-korbowym	182
4.3. Wykorzystanie rozwiniętego wykresu indykatorowego	186
4.4. Praca wymiany ładunku i jej wpływ na efektywność pracy silnika	198
4.4.1. Ogólna charakterystyka zagadnienia wymiany ładunku	198
4.4.2. Czynniki wpływające na wielkość pracy wymiany ładunku	200
4.4.3. Praca obiegu z uwzględnieniem pracy wymiany ładunku	204
4.4.4. Wpływ obciążenia silnika na pracę obiegu, względną pracę wymiany ładunku oraz sprawność energetyczną obiegu silnika ...	215
4.4.5. Wpływ obciążenia silnika na straty w procesie wymiany ładunku	221
4.5. Rozwój oraz organizacja układów niezależnego sterowania ruchem zaworów silnika spalinowego	225
4.5.1. Rozwiązania klasyczne, aktualnie stosowane oraz wdrażane rozwiązania	225
4.5.2. Rozwiązania przewidywane do wdrożenia w najbliższej przyszłości – sterowanie zaworami dolotowymi	231
4.5.3. Dookonalenie realizacji wymiany ładunku metodą niezależnego sterowania ruchem zaworów wylotowych oraz dolotowych	235
4.6. Współczesne paliwa oraz ich przydatność do napędu silników	243
4.6.1. Paliwa silnikowe – ich własności oraz właściwości	243
4.6.2. Aktualne oraz przyszłościowe wymagania dotyczące paliw silnikowych	251
4.6.3. Charakterystyka wybranych paliw płynnych, paliwa alternatywne	256
4.6.4. Wykorzystanie wyczerpywalnych oraz odnawialnych źródeł energii	264
4.7. Wypalanie dawki paliwa oraz generacja ciepła w układzie	268
4.7.1. Dawka energii chemicznej paliwa oraz jej konwersja	268
4.7.2. Elementy do sporządzania bilansu energii wypalania paliwa	270

4.7.3. Sporządzanie oraz wykorzystanie bilansu energii wypalania paliwa	271
4.7.4. Elementy dwustrefowego modelu wypalania paliwa	278
4.8. Zagadnienia związane z napędem samochodu	282
4.8.1. Struktura energetyczna napędu samochodu	282
4.8.2. Źródła energii możliwe do wykorzystania w napędach samochodów	284
5. SKŁAD SPALIN SILNIKOWYCH	292
5.1. Źródła emisji oraz ogólny podział składników spalin	292
5.2. Określenie składu spalin	294
5.3. Strumień spalin oraz substancji toksycznych	296
6. EMISJA SPALIN	298
6.1. Sposoby wyrażania emisji składników spalin	298
6.2. Względne wskaźniki jednostkowej emisji substancji szkodliwych i wskaźniki toksyczności spalin	298
7. PROBLEMATYKA WYKORZYSTANIA SKŁADU SPALIN DO WYZNACZANIA PARAMETRÓW PRACY SILNIKA	303
7.1. Analiza stechiometryczna procesu spalania	303
7.2. Liczby wpływowe modelu	306
7.3. Uzgadnianie równań bilansowych pierwiastków uczestniczących w procesie spalania przy zastosowaniu rachunku wyrównawczego	309
8. ODDZIAŁYWANIE TRANSPORTU SAMOCHODOWEGO NA ŚRODOWISKO	315
8.1. Kierunki negatywnego oddziaływania motoryzacji na środowisko ..	315
8.2. Globalna emisja głównych substancji szkodliwych, w tym ze środków transportu, w Polsce	316
8.3. Wybrane dane w zakresie wypadków komunikacyjnych	320
9. STAN PRAWNY DOTYCZĄCY BADAŃ TECHNICZNYCH EKSPLOATOWANYCH POJAZDÓW W ZAKRESIE OCHRONY ŚRODOWISKA (PRZEPISY OBOWIĄZUJĄCE W POLSCE)	324
9.1. Zakres badań kontrolnych	324
9.2. Hałas zewnętrzny	324
9.3. Emisja zanieczyszczeń gazowych z silnika o zapłonie iskrowym ..	325
9.4. Zadymienie spalin z silnika o zapłonie samoczynnym	326

10. UWARUNKOWANIA PRAWNE DOTYCZĄCE BADAŃ HOMOLOGACYJNYCH SAMOCHODÓW I SILNIKÓW, W ZAKRESIE EMISJI SUBSTANCJI SZKODLIWYCH, WEDŁUG PRZEPISÓW UNII EUROPEJSKIEJ	327
10.1. Klasyfikacja pojazdów samochodowych	327
10.2. Badania homologacyjne samochodów osobowych oraz lekkich samochodów ciężarowych o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3500 kg	329
10.2.1. Normy emisji substancji szkodliwych	329
10.2.2. Test badawczy emisji	338
10.2.3. Układ EOBD	341
10.2.4. Emisja dwutlenku węgla CO ₂	342
10.3. Badania homologacyjne silników o zapłonie samoczynnym stosowanych do napędu samochodów ciężarowych, o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3500 kg oraz autobusów	344
10.3.1. Normy emisji substancji szkodliwych	345
10.3.2. Test badawczy emisji substancji szkodliwych w ustalonych stanach pracy silnika (ESC – ang. <i>European Stationary Cycle</i>)	347
10.3.3. Test badawczy emisji substancji szkodliwych w nieustalonych warunkach pracy silnika (ETC – ang. <i>European Transient Cycle</i>)	350
10.3.4. Test badawczy zadymienia spalin przy zmiennym obciążeniu silnika (ELR – ang. <i>European Load Response</i>)	353
11. WYBRANE METODY OGRANICZANIA EMISJI SUBSTANCJI SZKODLIWYCH	355
11.1. Klasyfikacja metod zmniejszania emisji (przedsięwzięcia pierwotne i wtórne)	355
11.2. Technika katalitycznego oczyszczania spalin	356
11.3. Reaktory zasobnikowe dla redukcji NO _x w silnikach ZI zasilanych mieszanką ubogą	365
11.4. Problematyka stosowania reaktorów katalitycznych w silnikach ZS	367
11.5. Filtry cząstek stałych	374
12. PROGNOZY ROZWOJU JEDNOSTEK NAPĘDOWYCH POJAZDÓW	385
LITERATURA	387