

# Diagnostyka techniczna pojazdów samochodowych

Materiały opracowano na podstawie: Auto kult, Inter cars, Hella Gutmann, Bosch, Delphy, Pico.  
Przytoczone definicje i wzory są szeroko stosowanymi pojęciami wykorzystywanym w diagnostyce technicznej.

# Diagnostowanie klimatyzacji, pomiar zadymienia spalin

# Diagnostowanie klimatyzacji

## **Gorące powietrze z dysz nawiewowych (usterka układu ogrzewania lub mieszalnika)**

Nie zawsze usterka leży po stronie układu klimatyzacji. Jeżeli gruba rura wychodząca z parownika ma temperaturę 2-5 °C, to znaczy, że parownik jest zimny, a za nim jest chłodne powietrze, czyli klimatyzacja działa prawidłowo. Jeżeli przy takiej temperaturze parownika z dysz wydostaje się ciepłe powietrze, usterki należy szukać w układzie ogrzewania. Schłodzone w klimatyzacji powietrze jest podgrzane i dopiero takie dociera do kabiny pasażerskiej

## **Niedostateczne chłodzenie (za mała ilość powietrza wtłaczanego do kabiny)**

Jeżeli w aucie znajduje się filtr kabinowy, bezwzględnie trzeba sprawdzić jego jakość i najprawdopodobniej wymienić. Zanieczyszczony filtr znacznie blokuje napływ powietrza do kabiny pasażerskiej. Wnętrze pojazdu jest chłodzone przez zastąpienie gorącego i zużytego powietrza chłodnym i czystym. Zanieczyszczony filtr blokuje wprowadzenie odpowiedniej ilości powietrza do kabiny. Mimo że z dysz płynie chłodne powietrze, jego ilość nie wystarcza do wychłodzenia kabiny. Wymagane jest również sprawdzenie dmuchawy wewnętrznej powietrza. Musi ona pracować ze wszystkimi prędkościami, a z dysz nawiewowych musi lecieć silny strumień powietrza.

# Diagnostowanie klimatyzacji

## **Klimatyzacja nie daje się uruchomić (brak lub zbyt mała ilość czynnika, usterka w sterowaniu elektrycznym)**

Jeżeli mimo włączenia klimatyzacji sprężarka nie zostaje uruchomiona, należy podłączyć manometry. Całkowity brak czynnika roboczego wskazuje na znaczne rozszczelnienie układu klimatyzacji. Jeżeli manometry wskazują za niskie ciśnienie, należy rozpocząć czynności serwisowe związane z obsługą czynnika stacją klimatyzacji. Dopiero gdy ciśnienia wewnątrz układu wrócą do normy, czujniki zezwolą na uruchomienie sprężarki. Gdy ciśnienie jest normalne w zależności od temperatury ciśnienie niskie powinno wynosić (0,5-3,5 bara) na wysokim (9-28 barów).

## **Głośna praca "silnika" po włączeniu klimatyzacji**

Głośna praca oznacza głośną/uszkodzony kompresor. Uszkodzony kompresor może nie pompować i/lub sprężać czynnika. Należy osłuchać sprężarkę. Zużyte mogą być zewnętrzne łożyska koła pasowego sprzęgła sprężarki. Można je wymienić za pomocą specjalnych kluczy i ściągaczy. Jeżeli hałas pochodzi z wnętrza sprężarki, zalecane jest oddanie jej do regeneracji lub wymiana na nową. Przed wymianą zawsze należy sprawdzić czystość wnętrza układu. Zalecane jest płukanie układu. Po zatarciu sprężarki nie wolno montować nowej bez przeprowadzenia wcześniejszego płukania. Po wyeliminowaniu usterek niewymagających specjalnych testów, przyszedł czas na bardziej zaawansowaną kontrolę. Podstawowy test jest wykonywany na pracującym układzie klimatyzacji. Obserwując zachowanie temperatur i ciśnień, można wnioskować jaka usterka występuje w układzie.

# Wykrywanie nieszczelności w układzie klimatyzacji

Klimatyzacja jest układem delikatnym i bardzo wrażliwym na nieszczelności. Nawet niewielkie uszkodzenia elementów, spowodują bardzo szybki ubytek gazu. Zbyt mała ilość gazu prowadzi do spadku wydajności chłodzenia, a w najgorszym doprowadzi do awarii kompresora klimatyzacji.

Do wykrywania nieszczelności używa się hydrogenu, oraz elektronicznego wykrywania wodoru. Hydrogen stosowany do poszukiwania miejsc ucieczki gazu, to mieszanina wodoru (5%) i azotu (95%). Ponieważ wodór ma cząsteczkę dużo mniejszą niż czynnik chłodniczy, to metoda daje 100% pewności, że układ po naprawie będzie szczelny

# Wykrywanie nieszczelności hydrogenem

- 1) Napełniamy układ hydrogenem do wartości 10 bar. Do tego celu wykorzystujemy port serwisowy układu (niskiego lub wysokiego ciśnienia)
- 2) Po napełnieniu uruchamiamy elektroniczny wykrywacz wodoru (na największą czułość) i przykładamy do miejsc potencjalnych nieszczelności. Ważne aby sondę czujnika trzymać powyżej elementu, ponieważ wodór jako lżejszy będzie unosił się do góry
- 3) Detektor sygnalizuje nieszczelność sygnałem dźwiękowym oraz wyświetlaczem diodowym, przy czym im więcej diod jest zapalonych tym większy jest ubytek gazu,
- 4) Należy zmniejszyć czułość detektora aby było możliwe dokładne zlokalizowanie uszkodzenia
- 5) W celu potwierdzenia nieszczelności uszkodzone miejsce, które wskazał detektor spryskujemy pianką do wykrywania nieszczelności, a następnie obserwujemy rosnące pęcherzyki gazu

# Wykrywanie nieszczelności barwnikiem UV

- Lokalizujemy port od niskiego ciśnienia i ściągamy zabezpieczenie,
- Włączmy klimatyzację i ustawiamy na najniższą temperaturę,
- Wprowadzamy barwnik UV za pomocą specjalnego złącza do obwodu niskiego ciśnienie ilość barwnika to około 5 -7 ml,
- Pozostawiamy pracujący układ na 45 minut w celu rozprowadzenia barwnika
- Za pomocą lampy poszukujemy nieszczelności



# Wykrywanie nieszczelności układu za pomocą azotu





# Wykrywanie nieszczelności układu za pomocą azotu

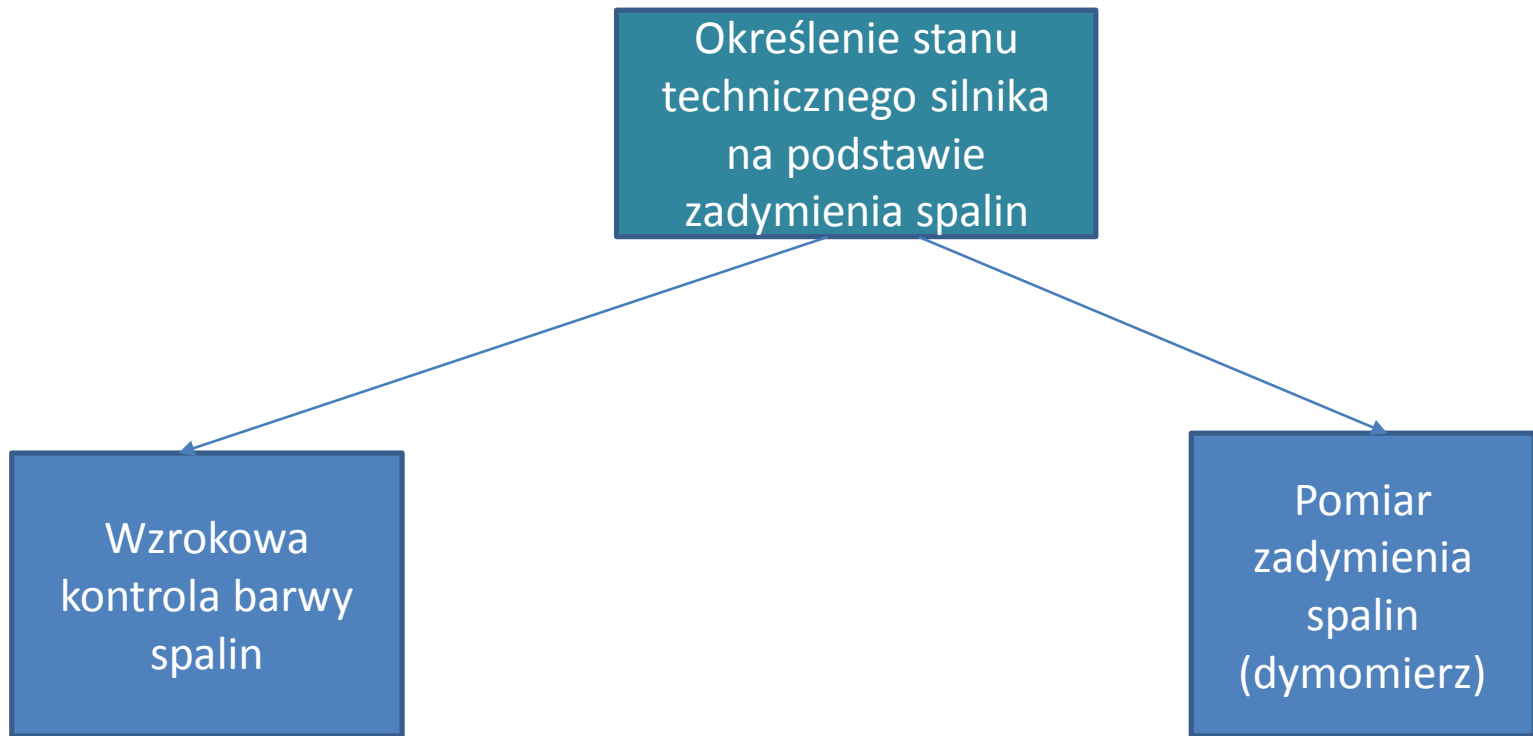
- Sprawdzić typ sprężarki
- Podłączamy azot to zegarów analogowych
- Podłączamy przewód niskiego i wysokiego ciśnienia do układu klimatyzacji
- Ustawiamy ciśnienie na reduktorze w zależności od typu sprężarki (8 bar dla zaworu sterowanego PWM lub 13 bar dla pozostałych)
- Otwieramy na manometrze zawór wysokiego ciśnienia
- Po 5 min. Otwieramy zawór niskiego ciśnienia w celu wyrównania ciśnień
- Wykonujemy 4 testy po 0,5 godziny, za każdym razem zapisujemy ciśnienie początkowe, ciśnienie aktualne i różnice pomiędzy tymi ciśnieniami

# Pomiar zadymienia spalin

Zadymienie spalin – jest wynikiem obecności w nich cząstek stałych (głównie sadzy)

- Przy zawartości sadzy 100-300 (mg/m<sup>3</sup>) zadymienie spalin staje się widoczne. Czarny dym pojawia się przy stężeniu ok. 500 (mg/m<sup>3</sup>).
- Zwiększeniu zadymienia spalin towarzyszy zwykle wzrost pozostałych składników toksycznych (CO<sub>2</sub>, CO, HC, NO<sub>x</sub>)
- Pomiar zadymienia spalin jest jedynym wymaganym w kraju pomiarem przy okresowych badaniach technicznych pojazdów z silnikami o ZS.
- Przyrządy do pomiaru zadymienia spalin to dymomierze optyczne wykorzystujące w działaniu zjawisko pochłaniania promieniowania widzialnego (światła) w gazach.

# Ocena stanu technicznego pojazdu na podstawie zadymienia spalin



# Wzrokowa kontrola barwy spalin

Zabarwienie czarne lub brunatne

Czarny dym w rurze wydechowej może pojawić na krótko w chwili krótkotrwałego obciążenia silnika lub po gwałtownym naciśnięciu pedału przyspieszenia – zjawisko normalne

- Zbyt mały kąt wyprzedzenia wtrysku (zużycie elementów napędu pompy),
- Niewłaściwa regulacja kąta wyprzedzenia wtrysku,
- Niewłaściwe rozpylenie paliwa przez wtryskiwacz – za niskie ciśnienie wtrysku, nieszczelność rozpylacza, lub przewodów wysokiego ciśnienia,
- Nieprawidłowe ustawienie rozrządu lub niewłaściwe luzy zaworów,
- Znaczne zanieczyszczenie filtra powietrza,
- Nadmierne zużycie gładzi cylindrów i pierścieni tłokowych lub zapieczenie pierścieni tłokowych

# Wzrokowa kontrola barwy spalin

Zabarwienie niebieskie lub  
stalowoniebieskie

- Spalanie nadmiernej ilości oleju – nadmierne zużycie gładzi cylindrów i pierścieni tłokowych lub zbyt wysokiego poziomu oleju w misce olejowej,
- Przechłodzenie silnika.

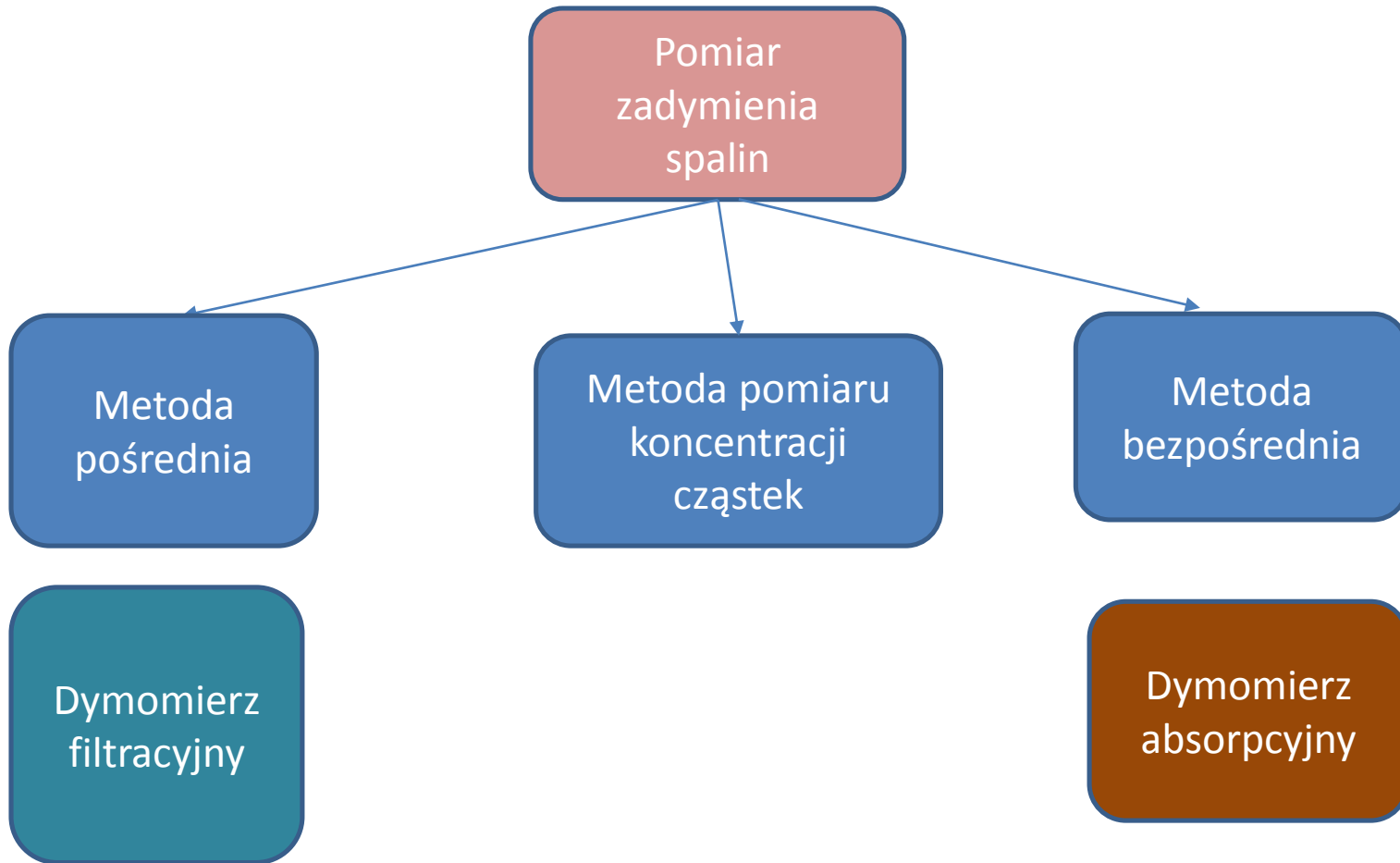
# Wzrokowa kontrola barwy spalin

Zabarwienie  
białe lub  
jasnoszare

- Przenikanie do komory spalania wody z układu chłodzenia, wskutek uszkodzenia uszczelki lub pęknięcia cylindra ( głowicy),
- Stosowanie paliwa o zbyt małej liczbie cetanowej,
- Przechłodzenie silnika

Biały dym może wystąpić podczas pracy silnika w niskich temperaturach otoczenia lub kiedy następuje skroplenie pary wodnej zawartej w spalinach – zjawisko normalne

# Pomiar zadymienia spalin



Nie nadaje się do pomiaru zadymienia  
w metodzie swobodnego przyspieszania

# Metoda swobodnego przyspieszania

- Polega na symulowaniu rzeczywistych warunków pracy silnika, poprzez obciążenie własną bezwładnością.
- W tym celu rozpędza się silnik od prędkości biegu jałowego do maksymalnej prędkości obrotowej przy maksymalnym wydatku pompy wtryskowej.
- Po osiągnięciu maksymalnych obrotów puszcza się pedał przyspieszenia.
- Rejestruje się maksymalną wartość zadymienia podczas tego procesu



# Na miarodajność przeprowadzenia pomiaru zadymienia ma wpływ wiele czynników:

- sposób mocowania sondy poboru spalin w rurze wydechowej,
- miejsce poboru spalin w układzie wydechowym,
- temperatura spalin i stopień ich ochłodzenia w układzie wydechowym,
- stan cieplny silnika,
- stopień kondensacji pary wodnej w zassanych do przyrządu spalinach,
- nadciśnienie spalin dopływających do dymomierza w czasie pomiaru.

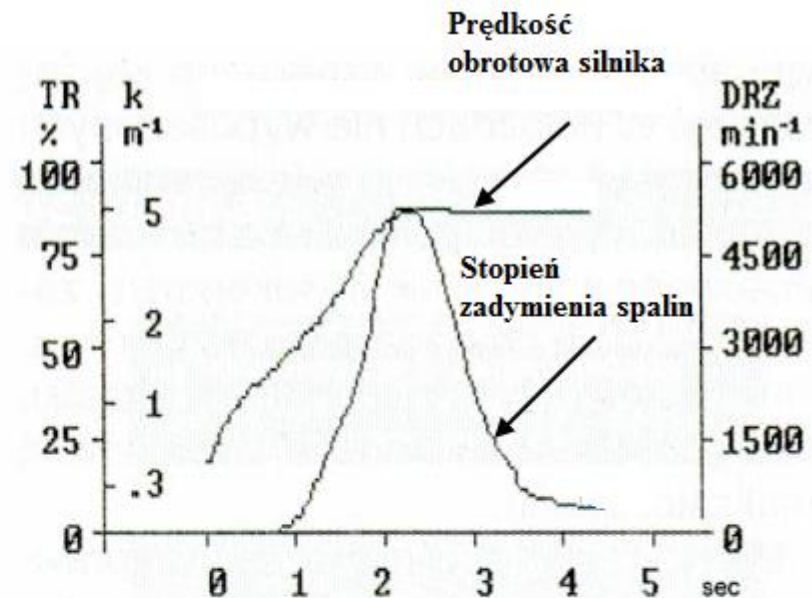
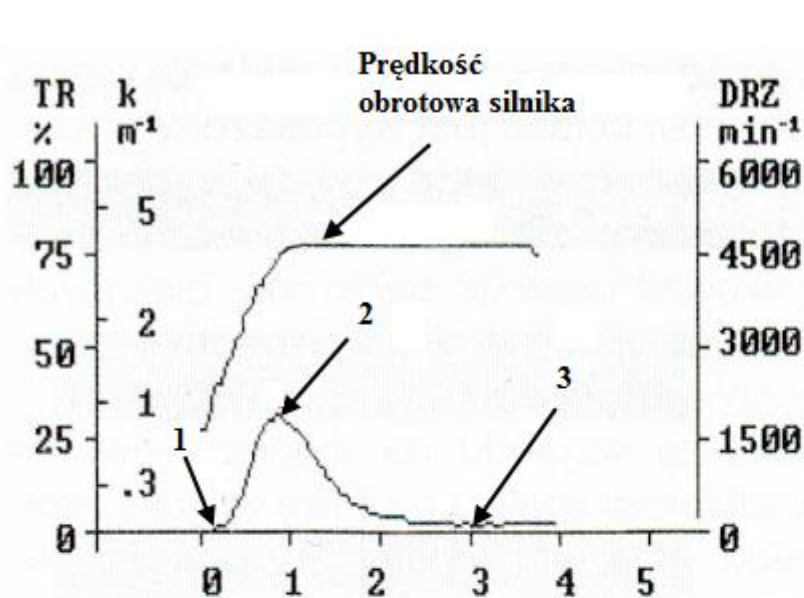
# Aby pomiar był prawidłowy należy spełnić następujące warunki:

- prawidłowo wyregulowany luz zaworowy,
- wykonana obsługa techniczna filtra powietrza,
- kompletny układ wydechowy, całkowicie szczelny aż do miejsca poboru spalin (w razie konieczności dla potrzeb pomiaru dopuszcza się szczelne przedłużenie układu wydechowego)
- silnik nagrany do normalnej temperatury pracy (min. 70°C dla oleju silnikowego, min. 80°C dla płynu chłodzącego),
- układ wydechowy oczyszczony przez kilkakrotne szybkie naciśnięcie pedału przyspieszenia, a następnie pracę silnika z podwyższoną prędkością obrotową (około 1 minuty),
- zachowany jednakowy sposób przyspieszania silnika podczas kolejnych pomiarów, pomiar wykonany w temperaturze dodatniej (temperatura otoczenia powinna być wyższa niż 5°C),
- sonda dymomierza wprowadzona do rury wydechowej możliwie centrycznie, na wymaganą głębokość (równą minimum trzem średnicom wewnętrznym rury).

# Dymomierz filtracyjny

Działanie dymomierza filtracyjnego polega na zassaniu pompą określonej porcji spalin z rury wydechowej i przepuszczeniu jej przez papier (bibułę) filtracyjną. Stopień zaciemnienia papieru jest oceniany za pomocą optycznego układu pomiarowego i stanowi miernik zawartości sadzy w spalinach. Dymomierze filtracyjne nadają się tylko do pomiarów zadymienia spalin w ustalonych warunkach pracy silnika i praktycznie są obecnie coraz rzadziej stosowane. Z uwagi na różny sposób pobierania próbki spalin dymomierze filtracyjne można podzielić na dymomierze z pompą tłokową i dymomierze z pompą przeponową. Dymomierzy filtracyjnych z pompą tłokową nie można używać do pomiaru zadymienia spalin metodą swobodnego przyspieszania silnika ze względu na trudności w pobraniu reprezentatywnej próbki i wynikającą stąd zbyt małą dokładność pomiaru (niemożliwe ustalenie optymalnej chwili włączenia pompy, za długi czas pobierania próbki). Do tego celu można jednak zastosować dymomierze filtracyjne z pompą przeponową sterowane mikroprocesorem.

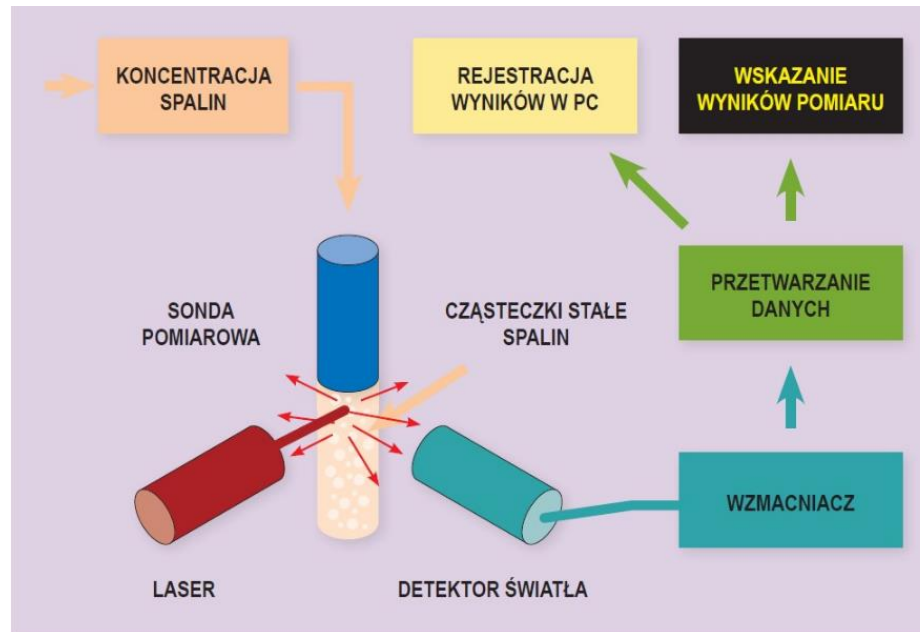
# Przebieg zadymienia spalin i prędkości obrotowej przy swobodnym przyspieszeniu



Typowy przebieg zadymienia spalin:  
1- zadymienie na biegu jałowym, 2 – zadymienie przy pełnym obciążeniu, 3- zadymienie przy regulatorowej prędkości obrotowej

Otwarcie zaworu EGR powoduje wzrost stopnia zadymienia spalin. Długi czas rozpędzania silnika 2 s wskazuje na zbyt małą moc silnika

# Badanie spalin metodą koncentracji cząstek



# Pomiar toksyczności spalin

Analiza spalin jest diagnostyczną metodą pomiarową (stosowaną w czasie badania silników o zapłonie iskrowym), która umożliwia dokładne określenie ilości poszczególnych składników spalin w wydalanych do otoczenia gazach spalinowych. Pomiar ten polega na ilościowym określeniu objętościowego udziału składników spalin w mieszaninie gazów spalinowych metodami opartymi na własnościach fizycznych lub chemicznych poszczególnych składników wchodzących w skład mieszanin gazowych.

Metodą analizy spalin mierzy się następujące składniki spalin:

- tlenek węgla CO,
- dwutlenek węgla CO<sub>2</sub>,
- węglowodory CH,
- tlenki azotu NO<sub>x</sub>,
- tlen O<sub>2</sub>.

# Sposób przeprowadzenia pomiaru

Analizę spalin w celach diagnostycznych wykonuje się na stojącym pojeździe z włączonym sprzęgłem i dźwignią zmiany biegów w położeniu neutralnym podczas pracy silnika na biegu luzem. Urządzenie rozruchowe i wszystkie odbiorniki energii elektrycznej powinny być wyłączone, a hamulec postojowy włączony. W rurę wydechową badanego silnika wprowadza się sondę poboru spalin połączoną przewodem elastycznym z analizatorem spalin. Przed pomiarami analizator spalin musi być przygotowany do pracy zgodnie z wymaganiami jego instrukcji obsługi. Przyrząd i jego układy pomiarowe muszą być nagrzane do odpowiedniej temperatury, zapewniającej wymagane wartości stabilności wskazań, a ponadto muszą być cechowane i korygowane przed każdym pomiarem. Sprawdzeniu podlega również szczelność wszystkich połączeń między sondą poboru spalin i analizatorem. Istotne znaczenie mają również stan cieplny silnika i zagłębienie sondy w rurze wydechowej.

# Minimalne głębokości wprowadzenia sady pomiarowej dla określenia stanu i lokalizacji uszkodzeń silnika

- 800 mm dla  $n = 650$  obr./min.,
- 650 mm dla  $n = 750$  obr./min.,
- 500 mm dla  $n = 1000$  obr./min.,
- 400 mm dla  $n = 1500$  obr./min.,
- 100 mm dla  $n = 2500$  obr./min.

Podczas badań prowadzonych na stacji sonda pomiarowa powinna być włożona na długość:

- 300 mm dla silnika czterosuwowego
- 750 mm dla silnika dwusuwowego



# Na dokładność pomiarów ma wpływ:

- Cechy konstrukcyjne i charakterystyka pracy układu zasilania,
- Właściwy luz zaworowy – niewłaściwa wartość luzu zaworowego zmienia warunki tworzenia i spalania mieszanki ,
- Temperatura oleju silnikowego,
- Szczelność układów dolotowego i wylotowego
- Prędkość obrotowa silnika.

**Cechy konstrukcyjne i charakterystyka pracy układu zasilania** zależą od jego rodzaju: gaźnikowy czy wtryskowy, z katalizatorem czy bez katalizatora, z sondą lambda czy bez sondy, z sondą podgrzewaną czy bez podgrzewania itp. Dodatkowo należy uwzględnić dotychczasowy czas pracy tych urządzeń podczas eksploatacji samochodu. Nowy katalizator uzyskuje wymaganą skuteczność pracy w temperaturze od 240 °C do 270 °C. Im większy przebieg ma samochód, tym wyższej temperatury wymagają katalizator i sonda lambda. Przykładowo, po przebiegu około 80.000 km wymagana temperatura początku pracy katalizatora wynosi od 330 °C do 380 °C. Z tego powodu dopuszczalne okresy prawidłowej pracy mierzone przebiegiem wynoszą dla:

- sondy lambda nieogrzewanej: 80.000 km,
- sondy lambda ogrzewanej: 160.000 km,
- katalizatora: 80.000 km.

# Procedura dogrzewania katalizatora

- utrzymać przez około 2 minuty prędkość obrotową silnika pomiędzy 2500 a 3000 obr./min.,
- zdecydowanie nacisnąć na pedał przyspieszenia i zwiększyć prędkość obrotową do około 4000 obr./min., po czym zwolnić nacisk na pedał gazu aż do uzyskania obrotów biegu jałowego, następnie powrócić do utrzymania stałej prędkości obrotowej z zakresu 2500 do 3000 obr./min.,
- kilka razy powtórzyć wymienione wyżej czynności.

# Temperatura silnika

Istotnym warunkiem wstępnym, którego należy przestrzegać podczas wykonywania analizy spalin, jest temperatura silnika. Silnik przygotowany do wykonania analizy spalin powinien mieć temperaturę oleju wynoszącą min. 70°C i temperaturę płynu chłodzącego silnika min. 80°C. Wymaganą minimalną temperaturę dla wykonania analizy spalin określa także instrukcja danego pojazdu. Temperaturę oleju silnikowego mierzy się specjalną sondą analizatora wkładaną do miski olejowej w miejsce wskaźnika poziomu oleju lub miarkę poziomu oleju. Jeżeli wyposażenie analizatora nie zawiera takiej sondy, to można zastępczo przyjąć, że temperatura płynu chłodzącego silnika jest prawidłowa, gdy włączył się wentylator chłodnicy. Uzyskanie przez silnik wymaganej temperatury pracy jest konieczne, aby proces spalania przebiegał prawidłowo. Wpływ temperatury silnika na wyniki pomiaru emisji zanieczyszczeń gazowych jest różny i zależy od rodzaju układu zasilania.

# Nieszczelności w układzie wydechowym

Warunkiem prawidłowego wykonania analizy spalin jest sprawdzenie kompletności i szczelności układu dolotowego (wraz ze wszystkimi układami połączonymi z kolektorem dolotowym) oraz wylotowego. Nieszczelność układu wylotowego w istotny sposób wpływa na skład spalin. Im bliżej silnika występuje miejsce nieszczelności, tym jest większy jej wpływ na pracę silnika

# Przebieg analizy spalin

Przygotowania analizatora spalin do pracy zgodnie z instrukcją obsługi (nagrzewanie przyrządu, kalibracja wskazań, sprawdzenie szczelności drogi gazowej).

2. Podłączenia miernika prędkości obrotowej i temperatury oleju silnikowego.
3. Uruchomienia silnika i sprawdzenia szczelności układu wydechowego.
4. Nagrzania silnika do wymaganej temperatury pracy (temperatura oleju silnikowego lub cieczy chłodzącej).
5. Włożenia sondy poboru spalin na wymaganą głębokość do rury wydechowej.
6. Odczytania lub zarejestrowania wartości mierzonych parametrów analizy spalin (CO, CO<sub>2</sub>, CH, O<sub>2</sub>, λ i AFR) i obserwowania ich zmiany:
  - przy ustalonej prędkości obrotowej biegu jałowego nbj,
  - przy ustalonej prędkości obrotowej biegu luzem w wybranym przedziale prędkości obrotowych silnika (2000 ÷ 3000 obr./min.),
  - podczas gwałtownego przyspieszania silnika od prędkości biegu jałowego do prędkości maksymalnej,
  - podczas zmniejszania prędkości obrotowej od wartości maksymalnych do obrotów biegu jałowego.
7. Dokonania oceny wyników pomiaru analizy spalin i ustalenia diagnozy w zakresie:
  - ogólnego stanu układu zasilania paliwem (zdatny, niezdatny),
  - sprawności działania gaźnika i jego urządzeń,
  - regulacji stężenia tlenu węgla i węglowodorów na biegu jałowym,
  - sprawności działania katalizatora i sondy lambda oraz układu wtryskowego benzyny.

# Graniczne wartości emisji toksycznych związków

Pojazd	Prędkość obrotowa silnika	Zawartość CO w % objętości spalin, CH w ppm (cząstki na milion) oraz $\lambda$ dla pojazdu zarejestrowanego po raz pierwszy							
		do 30.09.1986	od 1.10.1986 do 30.06.1995	od 1.07.1995 do 30.04.2004			od 1.05.2004		
		CO	CO	CO	CH	$\lambda$	CO	CH	$\lambda$
Motocykl	Bieg jałowy	5,5	4,5	4,5	-	-	4,5	-	-
Inny pojazd samochodowy	Bieg jałowy	4,5	3,5	0,5	100	-	0,3	100	-
	2000 min <sup>-1</sup> do 3000 min <sup>-1</sup>	-	-	0,3	100	0,97-1,03	0,2	100	0,97-1,03

Rodzaj silnika	CO [%]	CH [ppm]	CO <sub>2</sub> [%]	O <sub>2</sub> [%]	$\lambda$
Silnik gaźnikowy (do początku lat osiemdziesiątych)	4,5	300	10-14	2,0	0,87-0,92
Silnik gaźnikowy i z wtryskiem benzyny (bez katalizatora)	0,5-1,5	200	13-15	2,0	0,95-1,15
Silnik z katalizatorem bez sondy lambda	0,5	100	14-15,5	2,0	0,95-1,15
Silnik z katalizatorem i sondą lambda	0,05-0,1	5-30	14,5-15,5	0,1-2,0	0,97-1,03

Średnie wartości stężeń dla biegu jałowego