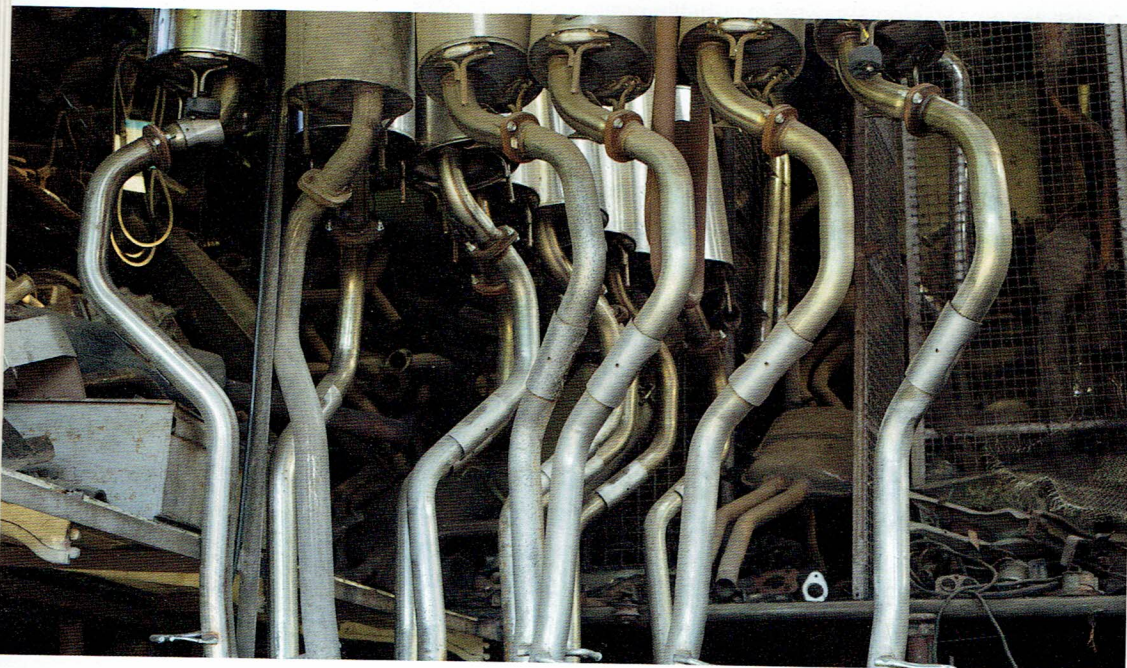


15

Układy dolotowy i wylotowy



PO OPANOWANIU TREŚCI TEGO ROZDZIAŁU BĘDZIESZ UMIEĆ:

- opisać zasady naprawy elementów układów dolotowych i wylotowych
- opisać podstawowe czynności naprawcze elementów układów dolotowych i wylotowych

Naprawa elementów układu dolotowego oraz wylotowego jest jedną z najczęściej przeprowadzanych czynności w praktyce warsztatowej. Poprawność działania tych układów ma znaczący wpływ na skuteczność pracy całego silnika. Istotny jest optymalny dolot powietrza do komory spalania oraz sprawne odprowadzanie produktu procesu spalania, czyli spalin.

Do podzespołów układu dolotowego zalicza się następujące elementy:

- filtr powietrza,
- kolektor dolotowy wraz z kanałami dolotowymi,
- układy doładowania silników.

Do podzespołów układu wylotowego zalicza się następujące elementy:

- układy wydechowe, które składają się z kolektorów wydechowych, zestawu tzw. tłumików oraz rur odprowadzających lub doprowadzających spalinę do poszczególnych elementów układu;
- układy oczyszczania spalin – konwertery katalityczne zwane powszechnie katalizatorami oraz filtry cząstek stałych.

W niektórych silnikach stosuje się dodatkowy element, który łączy układ wylotowy z układem dolotowym – kanał wyposażony w zawór recyrkulacji spalin (EGR). Zawór ten w zależności od obciążenia silnika oraz od innych wartości wejściowych może dostarczyć do 25% lub więcej objętości spalin do układu dolotowego w silnikach o zapłonie iskrowym i do 50% objętości spalin w silnikach o zapłonie samoczynnym.

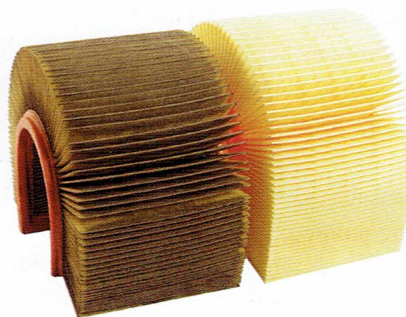
Istotą działania układów recyrkulacji spalin nie jest, jak się nieraz sądzi, „dopalenie spalin”. Chodzi tu o usunięcie części powietrza (a zatem i tlenu) z ładunku zassanego do komory spalania. Układy EGR są aktywne, gdy silnik pracuje z małym i bardzo małym obciążeniem, a więc z bardzo małą dawką paliwa. Uboga mieszanka paliwo/powietrze sprzyja zmniejszeniu chwilowego zużycia paliwa, ale też powoduje wzrost temperatury spalania i – w tych szczególnych warunkach – zwiększenie emisji tlenków azotu NOx. Zastąpienie części powietrza niepalnymi już spalinami zmniejsza tę tendencję i ułatwia spełnienie najostrzejszych norm emisji spalin, np. Euro 6.

15.1. Układ dolotowy

W układzie dolotowym spotyka się wszelkiego rodzaju uszkodzenia, które powodują, że cylindry nie są odpowiednio napełniane powietrzem, a tym samym proces spalania nie przebiega w poprawnie.

15.1.1. Wymiana filtra powietrza

Wymiana filtra powietrza (ryc. 15.1) jest podstawową czynnością obsługową układu dolotowego. Należy ją przeprowadzać co określoną liczbę kilometrów, trzeba też jednak uwzględnić charakter eksploatacji samochodu. Najczęściej producent zaleca wymianę filtra np. co 30 000 km, lecz w połowie tego dystansu zaleca sprawdzenie stanu jego zabrudzenia – na zużycie filtra powietrza bardzo duży wpływ mają warunki, w jakich pojazd jest eksploatowany. Na przykład w warunkach miejskich żywotność filtra jest mniejsza niż w warunkach pozamiejskich, a skrajnie niekorzystne warunki to np. suche tereny pustynne. Konstrukcja oraz kształt filtrów powietrza zależą od pojazdu, konstrukcji silnika oraz przeznaczenia (ryc. 15.2).



Ryc. 15.1. Filtry powietrza: nowy (z prawej strony) i zużyty, w znacznej mierze zatkany przez pył i zabrudzenia (z lewej strony)



Ryc. 15.2. Rodzaje filtrów powietrza

Filtr powietrza może być ulokowany w różnych miejscach komory silnika, lecz najczęściej umieszcza się go w pobliżu układu dolotowego. Filtry zwykle znajdują się w obudowach z tworzywa sztucznego, najczęściej w kolorze czarnym. W starszych samochodach obudowy filtra powietrza były wykonywane z blachy stalowej. Informacja o lokalizacji filtra powietrza zawsze jest podana w instrukcji obsługi danego pojazdu, w rozdziale dotyczącym eksploatacji.

Czynności wymiany filtra powietrza należy poprzedzić otwarciem jego pokrywy (obudowy). Następnie zużyty filtr należy usunąć, uważając, aby zabrudzenia znajdujące się na jego płaszczyźnie wlotowej nie dostały się do układu dolotowego. Po usunięciu zużytego filtra warto oczyścić jego obudowę za pomocą odkurzacza lub sprężonego powietrza. Trzeba też sprawdzić, czy króciec przewodu odsysania gazów ze skrzyni korbowej znajdujący się w obudowie filtra lub w jej okolicach nie spowodował zaolejenia wnętrza filtra. Trzeba wtedy dokładnie oczyścić obudowę, ale też udrożnić labirynt odolejacza, aby zaolejeniu nie uległ nowy wkład filtrujący. Opisane zjawisko może wskazywać na nadmierne przedmuchy ze skrzyni korbowej, czyli istotne już zużycie np. pierścieni tłokowych.

Przystępując do montażu nowego filtra, trzeba dobrze, czyli szczelnie, osadzić go w obudowie. Zazwyczaj konstrukcja filtra i jego obudowy pozwala na montaż wkładu filtrującego tylko w jednej pozycji, więc ryzyko popełnienia błędu jest niewielkie. Następnie należy dokładnie zamknąć pokrywę obudowy filtra, zwracając uwagę, aby jego uszczelka została odpowiednio osadzona.

Po wymianie filtra powietrza należy uruchomić silnik w celu sprawdzenia poprawności jego działania. Nieprawidłowości w pracy silnika mogą być spowodowane nieszczelnością obudowy filtra.

15.1.2. Naprawa kolektora dolotowego oraz kanałów dolotowych

Głównymi elementami układu dolotowego jest kolektor dolotowy (ryc. 15.3) oraz kanały dolotowe, które łączą kolektor dolotowy z filtrem powietrza i wlotem powietrza.

Kolektor dolotowy jest montowany bezpośrednio do głowicy silnika. Powierzchnia montażowa oraz powierzchnia czołowa kołnierzy

kolektora jest uszczelniona za pomocą uszczelki, której konstrukcja ściśle zależy od rozwiązania. Kolektor może być jednoczęściowy albo kilkuczęściowy, wykonany ze stopu aluminium lub częściej (w nowych konstrukcjach) z tworzywa sztucznego.



Ryc. 15.3. Kolektor dolotowy wykonany z tworzywa sztucznego

Kolektor dolotowy silnika znajduje się zawsze przy głowicy silnika, od strony kanałów dolotowych. W zależności od umiejscowienia silnika może on znajdować się w bocznej części silnika (silnik umieszczony wzdłużnie) lub z przodu albo z tyłu komory silnika (silnik umieszczony poprzecznie). Inne rozwiązanie to kolektor dolotowy nad silnikiem, spotykany w jednostkach w układzie V.

Demontaż kolektora oraz kanałów dolotowych należy przeprowadzać po wystygnięciu silnika, ponieważ o ile elementy układu dolotowego nagrzewają się w niewielkim stopniu, to wewnątrz komory silnika panuje wysoka temperatura, co znacznie utrudnia pracę.

Przed przystąpieniem do demontażu kolektora należy go odłączyć od wszystkich elementów odpowiedzialnych za doprowadzenie powietrza do silnika. W zależności od konstrukcji są to przepustnice, kanały dolotowe oraz inne elementy, np. sterowania podciśnieniowego. Uszczelkę kolektora od strony głowicy należy wymieniać na nową po każdorazowym demontażu kolektora. Podczas ponownego montażu kolektora należy go przykręcać, stosując metodę kolejności dokręcania na krzyż lub metodę według obiegu spirali. Zawsze należy zaczynać od śrub środkowych – zalecenia są identyczne jak dla dokręcania głowic, a ich

przestrzeżenie zapobiegnie ewentualnemu pęknięciu kolektora lub odkształceniu uszczelki. Wszelkie uszczelnienia, konieczne do zdemonstrowania podczas rozbiórki układu dolotowego, nie mogą być ponownie stosowane w czasie montażu i należy je wymienić na nowe. Trzeba pamiętać, że przedostawanie się nawet niewielkich ilości tzw. lewego powietrza do kanałów dolotowych z pominięciem filtra, przepływomierza powietrza, czujników czy gaźnika (w starszych konstrukcjach) spowoduje zakłócenie proporcji powietrza do paliwa i – w najlepszym razie – nierównomierną pracę silnika na obrotach biegu jałowego.

Źródłem nieszczelności w układzie dolotowym mogą być pęknięcia obudowy poszczególnych elementów lub nieszczelności w miejscach łączenia.

Pęknięte elementy najczęściej wymienia się na nowe lub – przy niewielkim pęknięciu elementu wykonanego z tworzywa sztucznego – dopuszczalne jest ich spawanie lub klejenie. Nie zaleca się natomiast spawania pękniętych elementów wykonanych np. ze stopu aluminium. Wpływ ciepła generowanego podczas spawania elementów metalowych może doprowadzić do ich odkształcenia, co w efekcie może prowadzić do problemów z uszczelnieniem, o ile nie dokona się prawidłowej obróbki zwichrowanych płaszczysz.

Inną, częstą przyczyną powstawania nieszczelności jest rozszczelnienie miejsc połączeń poszczególnych odcinków układu dolotowego. Wymienia się wtedy uszczelki poszczególnych połączeń.

15.1.3. Naprawa elementów doładowania silnika

Doładowanie silnika spalinowego może być realizowane kilkoma sposobami. Obecnie najczęściej stosuje się:

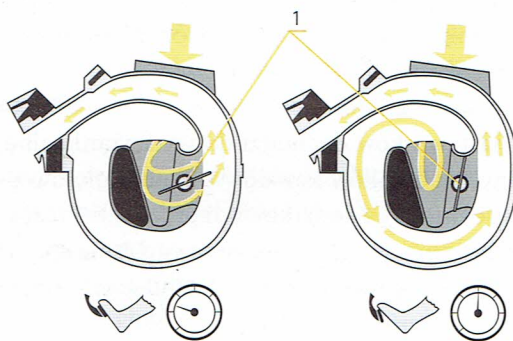
- **zmienne długości kanałów dolotowych** – za pośrednictwem siłowników lub nastawników dochodzi do wydłużania albo skracania poszczególnych odcinków kanałów układu dolotowego bądź zamykania czy otwierania dodatkowych przestrzeni rezonansowych;
- **sprężarki mechaniczne** – napędzane zewnątrz np. za pośrednictwem paska wieloklinowego osprzętu silnika; ich wadą jest przede wszystkim odbiór mocy z silnika;
- **turbosprężarki** – składają się z dwóch części: zimnej i gorącej; część gorąca jest to turbina napędzana spalinami z kolektora wylotowego; część zimna odpowiada za sprężanie powietrza doładowującego, które jest dostarczane do kolektora dolotowego, stanowi ją sprężarka

odśrodkowa napędzana przez wspomnianą turbinę; taki zespół turbiny i sprężarki jest nazywany turbosprężarką; zaletą turbosprężarek (w stosunku do sprężarek mechanicznych) jest to, że nie odbierają one mocy z wału korbowego, co pozwala na poprawę parametrów silnika, bez znacznego wzrostu zużycia paliwa;

- **układy mieszane** – układy wykorzystujące zalety każdego sposobu doładowania silnika, w jednym silniku są np. stosowane sprężarki mechaniczne, w celu polepszenia parametrów silnika w zakresie małych prędkości obrotowych, oraz turbosprężarki, w celu poprawy parametrów silnika w zakresie dużych prędkości obrotowych; stosowane są również zestawy dwóch turbosprężarek w systemie biturbo (połączenie dwóch sprężarek, z czego jedna jest mniejsza – pracuje głównie w zakresie małych prędkości obrotowych, a druga większa – pracuje w zakresie dużych prędkości obrotowych); stosuje się też system twinturbo (połączenie dwóch identycznych turbosprężarek), a w nowoczesnych pojazdach o zwiększonych parametrach stosuje się również układy trzech turbosprężarek lub np. dwóch turbosprężarek i jednej sprężarki o napędzie elektrycznym.

15.1.3.1. Naprawa układów dolotowych ze zmienną geometrią

Przy zmiennych długościach kanałów dolotowych uszkodzenia najczęściej sygnalizowane są przez diagnostykę pokładową pojazdu (wyświetlenie odpowiedniego komunikatu podczas diagnozowania). Uszkodzeniom w układach dolotowych ze zmienną geometrią ulegają często siłowniki elektryczne lub podciśnieniowe, które sterują kłapami otwierającymi oraz zamykającymi poszczególne przestrzenie. Rozwiązanie z kłapami przedstawiono na rycinie 15.4.



Ryc. 15.4. Zasada działania doładowania dynamicznego z drgającym słupem gazu; 1 – kłapy zmieniające kierunek przepływu powietrza

Jeżeli producent dopuszcza taką możliwość, naprawa polega na wymianie uszkodzonych siłowników. W przeciwnym razie konieczna jest wymiana całego elementu.

Wymiana siłowników, w zależności od rozwiązania, może być przeprowadzona bez demontażu kolektora dolotowego, konieczne może być także wymontowanie wielu podzespołów z kolektorem włącznie. Sposób postępowania zależy wyłącznie od konstrukcji, dlatego podczas montażu i demontażu należy się stosować do zaleceń producenta.

Uniwersalną wskazówką naprawczą jest konieczność wymiany uszczelnień wszystkich zdemontowanych elementów. Założenie używanych uszczelek jest niedopuszczalne. Ponadto w trakcie pracy należy przeprowadzić oględziny zdemontowanych elementów i wszystkie powierzchnie oczyścić z zanieczyszczeń i osadów.

Po przeprowadzeniu napraw siłowników układu dolotowego o zmiennej geometrii, jeżeli były one sterowane elektronicznie, może być konieczne przeprowadzenie adaptacji wymienionych elementów. Możliwe jest to wyłącznie z użyciem specjalnego interfejsu diagnostycznego lub, w zależności od producenta, dodatkowego oprzyrządowania.

Weryfikacja naprawy odbywa się przez odczytanie komunikatów z układu diagnostyki pokładowej pojazdu.

15.1.3.2. Naprawa sprzężarek mechanicznych

Sprężarki mechaniczne (tzw. kompresory) stosowane do doładowania silnika mają prostą budowę. Składają się najczęściej z zamkniętych w obudowie zestawów wałków obrotowych o specyficznym kształtowanej powierzchni (np. wałki śrubowe). Współpracuje z nimi zespół kół zębatych przekazujących ruch z jednego wałka na drugi oraz koło pasowe, które jest łączone z osią jednego z wałków za pośrednictwem sprzęgła, najczęściej elektromagnetycznego.

Sprężarki mechaniczne, ponieważ pobierają część mocy z silnika, nie zyskały popularności, dlatego na rynku jest niewiele układów doładowania silnika z takim rozwiązaniem. Ze względu na prostą budowę elementy sprzężarek cechują się dużą niezawodnością, lecz z uwagi na ich niewielką popularność dostęp do części zamiennych jest ograniczony.

Napęd z wału korbowego na koło pasowe sprzężarki jest przekazywany za pośrednictwem paska wieloklinowego napędu osprzętu silnika. Dlatego przed demontażem sprzężarki konieczne jest zdemontowanie wspomnianego paska. Kolejnym krokiem jest demontaż przewodu połączonego

z wylotem sprężarki, a także ewentualnego doprowadzenia oleju smarującego. Po odłączeniu przewodów oraz dodatkowych czujników możliwe jest odkręcenie sprężarki.

Obudowy sprężarek mechanicznych są łączone śrubami. W zależności od rozwiązania obudowa elementów zasadniczych (wirników) składa się z dwóch połówek lub jest monolitem w postaci cylindrycznej.

W sprężarce mechanicznej uszkodzeniu mogą ulec: sprzęgło koła pasowego, wirniki, a także ewentualne koła zębate, które przenoszą ruch obrotowy z wirnika napędzanego kołem pasowym na wirnik nienapędzany. Wirniki w sprężarce mogą być łożyskowane hydrodynamicznie lub mogą być osadzone na łożyskach tocznych. Poszczególnych elementów sprężarek mechanicznych się nie naprawia, lecz wymienia się je na nowe. To samo dotyczy ewentualnego pęknięcia obudowy. Podczas naprawy należy ściśle stosować się do technologii określonej przez producenta. Jeśli w sprężarce są wymieniane jedynie elementy osprzętu (np. koło pasowe ze sprzęgłem), przed złożeniem wszystkich elementów należy sprawdzić wyważenie wirników.

Wszelkie uszczelnienia zdemontowane podczas wymontowywania sprężarki, jak i uszczelnienia jej elementów składowych, wymienia się na nowe. Niedopuszczalny jest montaż uszczelek wcześniej używanych.

15.1.3.3. Naprawa turbosprężarek

Turbosprężarki są elementami znacznie bardziej zawodnymi niż sprężarki mechaniczne. Wynika to z ich precyzyjnej budowy, dużych prędkości obrotowych wirnika, a przede wszystkim z dużego obciążenia termicznego.

Nieprawidłowości w działaniu turbosprężarek objawiają się w następujący sposób:

- wyciek oleju na zewnątrz turbosprężarki do komory silnika lub wewnętrzny wyciek oleju do układu dolotowego; pierwsza awaria może być sygnalizowana plamami oleju w komorze silnika, a w drugiej można zauważyć niebieski dym wydostający się z układu wydechowego wskutek spalania oleju silnikowego; przy granicznym zużyciu turbosprężarki w silniku ZS (całkowite rozszczelnienie) olej przedostający się do układu dolotowego może się spalać tak jak olej napędowy, co może doprowadzić do tzw. rozbiegania silnika i całkowitego jego zniszczenia;

- generowanie hałasu w postaci gwizdów lub odgłosów metalicznych;
- dające się zauważyć lub usłyszeć nieszczelności w układzie doprowadzającym sprężone powietrze ze sprężarki.

Najczęściej przyczyną uszkodzenia turbosprężarek jest nieprawidłowa eksploatacja silnika. Głównymi zaleceniami eksploatacyjnymi są:

- po uruchomieniu silnika wyposażonego w turbosprężarkę należy odczekać 10–15 s, utrzymując silnik na biegu luzem, w celu wypełnienia wszystkich kanałów olejowych; nagłe ruszenie po uruchomieniu silnika może doprowadzić do przyspieszonego zużycia;
- niedopuszczalne jest wyłączenie silnika zaraz po intensywnej jeździe – turbosprężarka potrzebuje trochę czasu, aby wirnik wytracił swoją prędkość bez przerywania smarowania jej łożysk;
- przestrzeganie terminowej wymiany oleju, filtra oleju, a także filtra powietrza; najistotniejszy jest układ smarowania – zanieczyszczony olej ma tendencję do zwęglania się w mocno nagranych łożyskach turbosprężarki;
- stosowanie paliwa wysokiej jakości.

Do najczęstszych uszkodzeń turbosprężarki zalicza się uszkodzenie wirnika sprężarki przez kontakt z ciałem obcym, zatarcie łożysk, zatkanie się kanałów doprowadzających olej do łożyska hydrodynamicznego, niedostateczne smarowanie wskutek używania zużytego lub nieodpowiedniego oleju, przegrzanie konstrukcji turbosprężarki.

Obecnie w pojazdach stosuje się turbosprężarki o różnej budowie, dlatego nie ma jednej metody ich montażu, demontażu ani naprawy. Podamy więc jedynie kilka uniwersalnych wskazówek.

Demontaż turbosprężarki należy rozpocząć po ostudzeniu silnika, by uniknąć poparzenia. Najpierw należy zdemontować osłony termiczne i odłączyć elementy układu wydechowego (w zależności od rozwiązania jest to katalizator lub filtr cząstek stałych). Kolejnym krokiem jest odłączenie przewodów doprowadzających do turbosprężarki świeże powietrze oraz przewodów, którymi powietrze wydostaje się ze sprężarki. Wszelkie otwory turbosprężarki należy zaślepić, aby nie uszkodzić jej precyzyjnych elementów. Po wykonaniu tych czynności należy przystąpić do demontażu przewodów doprowadzających i odprowadzających olej. Uszczelnienia przewodów najczęściej mają postać podkładek miedzianych, które po każdorazowym demontażu przewodów należy wymienić na nowe.

W niektórych rozwiązaniach gorąca część turbosprężarki jest na stałe połączona z kolektorem wydechowym – kolektor wylotowy należy wtedy odkręcić od głowicy (podczas montażu obowiązują zalecenia dotyczące montażu klasycznych kolektorów wydechowych). W innych konstrukcjach gorącą część turbiny należy odłączyć od kolektora wydechowego. Otwory w głowicy lub otwór w kolektorze należy zabezpieczyć przed dostaniem się ciał obcych. Po odłączeniu turbosprężarki od kolektora wydechowego można przystąpić do jej odkręcenia od silnika. Turbosprężarka najczęściej jest przykręcona do wspornika kilkoma śrubami lub przymocowana jedynie do kolektora wydechowego.

W celu naprawy turbosprężarki należy zdemontować jej wszystkie elementy. Najpierw należy rozkręcić korpus, a następnie zdemontować wirnik. Po wykonaniu tych czynności otrzymuje się dostęp do poszczególnych części składowych turbosprężarki.

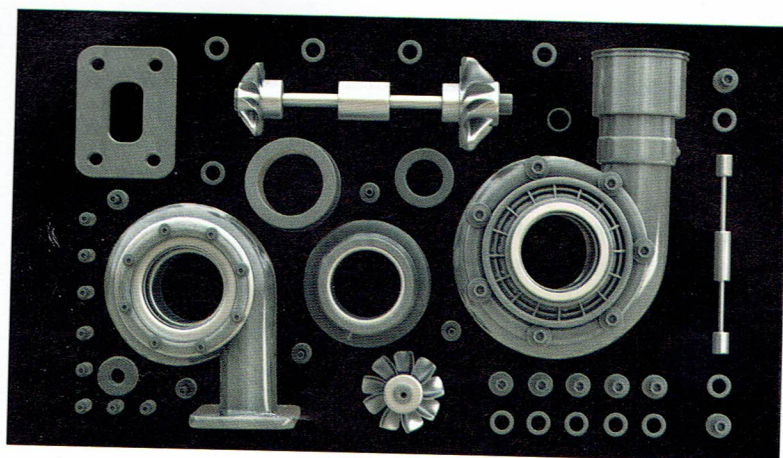
Na rycinie 15.5 przedstawiono rozmontowaną turbosprężarkę gotową do oczyszczenia. Czyszczenie wszystkich elementów jest ważne, ponieważ dopiero po tym zabiegu można zweryfikować stan wszystkich części składowych.



Ryc. 15.5. Części składowe turbosprężarki po rozbiórce

Na rycinie 15.6 przedstawiono wszystkie części z ryciny 15.5 po ich oczyszczeniu. Najlepsze efekty uzyskuje się za pomocą mycia wysokociśnieniowego. Niektóre elementy, np. części obudowy, można dokładnie wyczyścić techniką piaskowania lub szkiełkowania.

Po dokładnym oczyszczeniu elementów turbosprężarki należy przeprowadzić ich weryfikację. Dokonuje się m.in. pomiaru średnicy wirników, wałków i kół kompresji, a także pomiary równoległości płaszczyzn

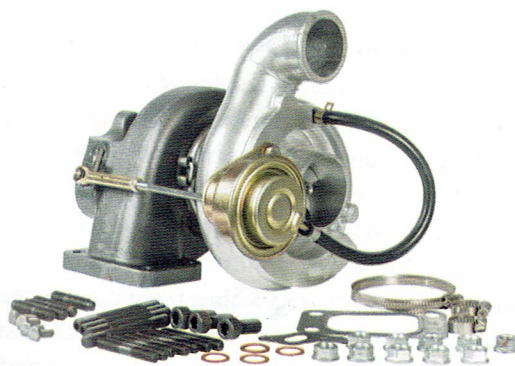


Ryc. 15.6. Części składowe turbosprężarki po dokładnym oczyszczeniu

talerzyka i średnicy łożysk. Podczas weryfikacji można określić, które elementy nadają się do ponownego użycia, a które należy wymienić na nowe. Oczywiście do weryfikacji i ewentualnego ponownego użycia kwalifikują się tylko te elementy, co do których producent nie zaleca wymiany po każdorazowym demontażu. Pozostałe elementy – niezależnie od ich stanu – należy wymienić na nowe.

Następnie należy przystąpić do wyważania wirnika oraz koła kompresji. Nowoczesne wyważarki wirników turbosprężarek pozwalają na ich wyważenie z dokładnością większą niż fabryczna. Dzięki temu możliwe jest zwiększenie trwałości naprawianego elementu. Wyważa się zarówno wirnik z wałkiem, jak i koło kompresji.

Po poprawnym wyważeniu wirujących elementów turbosprężarki można przystąpić do montażu urządzenia z użyciem zestawu naprawczego (ryc. 15.7).



Ryc. 15.7. Przykładowy zestaw naprawczy turbosprężarki

Na rynku dostępnych jest wiele zestawów naprawczych oferowanych przez producentów turbosprężarek oraz producentów zewnętrznych. Jeżeli producent naprawianej turbosprężarki oferuje oryginalny zestaw naprawczy, to nie należy używać zestawów zamiennych. Jeżeli natomiast producent nie dostarcza zestawów naprawczych, należy używać zamienników najwyższej jakości. Turbosprężarka naprawiona za pomocą części zamiennych o wysokiej jakości ma trwałość taką jak produkt fabrycznie nowy. W skład typowego zestawu naprawczego wchodzi nowe podkładki, uszczelki wewnętrzne oraz ewentualne połączenia śrubowe. Oferowane są również kompletne, wyważone fabrycznie wirniki i koła kompresji.

Montaż turbosprężarki odbywa się w kolejności odwrotnej do demontażu. Montaż należy przeprowadzać z odpowiednią starannością, dbając o czystość. Wszelkie zanieczyszczenia lub ciała obce mogą przyczynić się do przyspieszenia zużycia turbosprężarki, naprawionej nawet przy użyciu zestawów naprawczych najwyższej jakości.

Podczas ponownego montażu turbosprężarki w komorze silnika należy sprawdzić i usunąć wszelkie nieprawidłowości w działaniu układu doprowadzania oleju, świeżego powietrza oraz wylotu spalin. Ważne jest sprawdzenie drożności układu smarowania. Podczas montażu turbosprężarki należy wymienić wszelkie uszczelnienia, opaski zaciskowe, a także śruby, które tego wymagają (najczęściej producent zaleca wymianę śrub obciążonych termicznie).

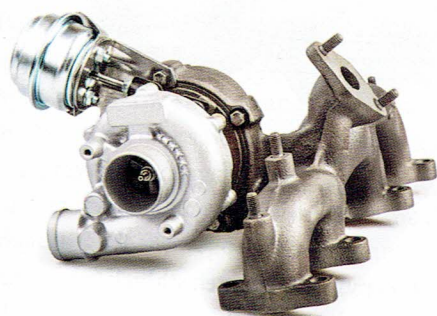
Po zamontowaniu nowej lub naprawionej turbosprężarki należy postępować zgodnie z zaleceniami dotyczącymi uruchomienia turbosprężarki, która nie jest zalana olejem.

Przewody olejowe turbosprężarki należy przykręcić tylko wstępnie. Następnie, nie uruchamiając silnika przez 25–30 s, należy rozrusznikiem obracać wał korbowy. Po tym czasie z niedokręconych przewodów olejowych powinien zacząć wypływać olej. Po pojawieniu się oleju należy ostatecznie przykręcić przewody olejowe do turbosprężarki, a następnie ponownie uruchomić rozrusznik, lecz również bez uruchamiania silnika.

Po wykonaniu tych czynności należy odczekać ok. 2 min, uruchomić silnik i pozostawić go na wolnych obrotach przez 4–6 min. W tym czasie nastąpi wypełnienie olejem wszystkich przestrzeni turbosprężarki, które tego wymagają. Podczas pracy silnika na biegu jałowym należy

zaobserwować, czy w miejscach połączeń nie pojawiają się wycieki oraz tzw. zapocenia. Jeżeli nie ma żadnych nieprawidłowości, można uznać, że naprawa została przeprowadzona poprawnie.

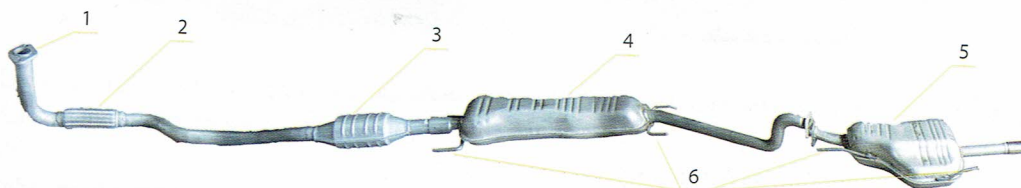
Do specyficznych konstrukcji turbosprężarek należy zaliczyć te, które są zintegrowane z kolektorem wylotowym silnika. Obsługa takich rozwiązań jest podobna do już opisanych; przykład przedstawiono na rycinie 15.8.



Ryc. 15.8. Turbosprężarka zintegrowana z kolektorem wylotowym

15.2. Układ wylotowy

Układy wylotowe, czyli tzw. układy wydechowe, stanowią w pewnym sensie przedłużenie komory spalania silnika tłokowego (ryc. 15.9).

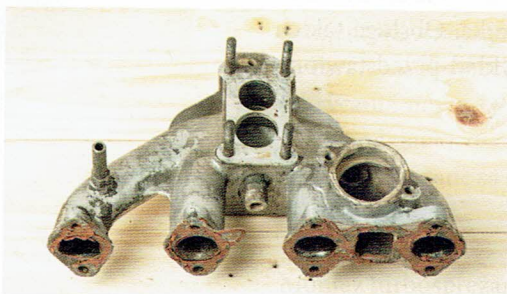


Ryc. 15.9. Typowy układ wydechowy (od kolektora wylotowego); 1 – flansa montażowa, 2 – łącznik elastyczny układu wydechowego, 3 – katalizator, 4 – tłumik środkowy, 5 – tłumik końcowy, 6 – haki/mocowania układu wydechowego

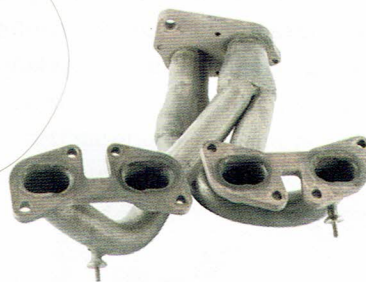
W zależności od rozwiązania konstrukcyjnego oraz generacji pojazdu układ wydechowy składa się z następujących elementów:

- **kolektor wydechowy** – może być wykonany w całości lub jako oddzielne części; jako część monolityczna (ryc. 15.10) najczęściej jest wykonany z żeliwa, a jako część spawana (ryc. 15.11) wykonany jest z rur stalowych połączonych zwykle stalowym kołnierzem montażowym – kolektory takie wykonuje się w celu uzyskania równych i odpowiednich najwyższych osiągnięć długości poszczególnych gałęzi – od zaworu wydechowego do połączenia z pozostałymi rurami;

w silnikach doładowanych występują kolektory wylotowe zintegrowane z gorącą częścią turbosprężarki, a w silnikach najnowszych generacji kolektor przed turbosprężarką może być integralną częścią głowicy.

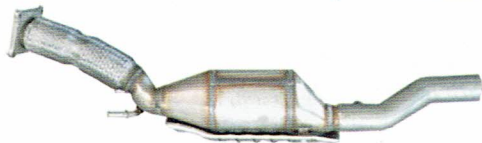


Ryc. 15.10. Monolityczny żeliwny kolektor wydechowy



Ryc. 15.11. Kolektor wydechowy wykonany z pospawanych rur stalowych

- **katalizator (konwerter katalityczny) i filtr cząstek stałych** (ryc. 15.12, 15.13) lub połączenie katalizatora i filtra cząstek stałych (w silnikach o liczbie cylindrów większej niż 5 często stosuje się dwa lub więcej wymienionych elementów) – odpowiadają za eliminowanie, ograniczanie lub przekształcanie szkodliwych substancji zawartych w spalinach;

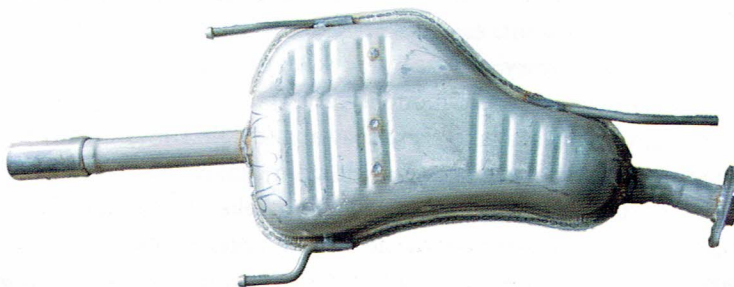


Ryc. 15.12. Katalizator trójfunkcyjny



Ryc. 15.13. Filtr cząstek stałych

- **tłumiki** – najczęściej występują dwa tłumiki: pierwszy odpowiada za wstępne stłumienie hałasu wywołanego wypływem spalin pod ciśnieniem z komory spalania, a końcowy (ryc. 15.14) – za ostateczne wytłumienie oraz nadanie dźwięku charakterystycznego dla danego



Ryc. 15.14. Tłumik końcowy

typu pojazdu; dodatkowym zadaniem tłumików jest ułatwienie przepływu spalin i wręcz odciąganie ich z komory spalania, a na koniec wyprowadzenie do atmosfery, by zawirowanie powietrza nie wciągało ich do kabiny;

- **elastyczne elementy łączące** – odpowiadają za tłumienie drgań przenoszonych z silnika na układ wydechowy;
- **sztywne rury łączące** – ich zadaniem jest połączenie poszczególnych odcinków układu wydechowego.

Poszczególne odcinki układu wydechowego zwykle są łączone przy użyciu flansz (kołnierzy) montażowych. Flansze montażowe kolejnych odcinków są skręcane za pomocą połączeń śrubowych. Łączzone powierzchnie są uszczelniane płaskimi uszczelkami wykonanymi z tworzyw sztucznych odpornych na działanie wysokiej temperatury lub z cienkich blach stalowych. Stosowane jest też łączenie elementów układu wydechowego techniką „rura w rurę” z mocnymi opaskami śrubowymi lub techniką łączenia powierzchni kulistych.

Fabryczne układy wydechowe, stosowane do pierwszego montażu, czasami spawane są w całości, począwszy od katalizatora, a skończywszy na tłumiku końcowym.

15.2.1. Naprawa kolektorów wydechowych, tłumików oraz rur łączących

Uszkodzenia elementów układu wydechowego objawiają się najczęściej nienaturalnym dźwiękiem generowanym podczas pracy silnika. Zużyty lub uszkodzony wydech jest sygnalizowany głośnym, agresywnym, metalicznym dźwiękiem. Wszelkie nieszczelności mogą spowodować zmniejszenie mocy silnika, a także zwiększenie zapotrzebowania na paliwo.

Przy granicznym zużyciu z układu wydechowego mogą się wydobywać metaliczne dźwięki, które zwykle świadczą o jego korozji wewnętrznej, można też usłyszeć odgłos przedmuchu spalin.

Zapach spalin wydobywający się z komory silnika lub spod podwozia pojazdu może świadczyć o uszkodzeniu układu wydechowego w odcinku przed katalizatorem. Przyczyną jest najczęściej rozszczelnienie połączenia flanszy kolektora wydechowego z powierzchnią głowicy lub nieszczelność spowodowana pęknięciem łącznika elastycznego.

Wszelkie oględziny układu wydechowego najłatwiej przeprowadzać spod pojazdu, np. gdy znajduje się on na podnośniku lub na kanale. W celu ułatwienia weryfikacji układu wydechowego trzeba uruchomić silnik i obserwować układ pod kątem ewentualnych nieszczelności. Należy zaopatrzyć się w rękawiczki ochronne i założyć maskę w celu uniknięcia bezpośredniego wdychania spalin wydostających się z nieszczelnego układu.

Demontaż układu wydechowego należy przeprowadzić dopiero po jego ostygnięciu. Inaczej może dojść do poważnego poparzenia.

Wymiana poszczególnych elementów układu wydechowego (np. tłumika końcowego) może wymagać jego wycięcia (gdy układ wydechowy jest wykonany w całości lub gdy połączenia są skorodowane i nie dają się łatwo rozłączyć). Części wydechu wycina się najczęściej za pomocą szlifierki kątowej. Jeżeli natomiast istnieje ryzyko uszkodzenia elementów podwozia, należy zdemontować cały układ wydechowy.

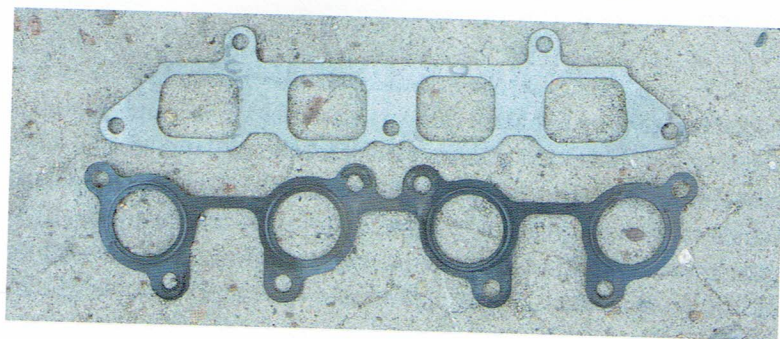
Nowy element, w zależności od technologii naprawy zalecanej przez producenta, montuje się przez spawanie lub za pomocą skręcanych opasek zaciskowych. Czynność spawania elementów układu wydechowego przedstawiono na rycinie 15.15.



Ryc. 15.15. Demontaż tłumika przez wycięcie palnikiem

Jeżeli w celu naprawy lub wymiany został zdemontowany kolektor wydechowy, należy wymienić uszczelkę znajdującą się między jego flanszą

montażową a powierzchnią głowicy (ryc. 15.16). Przyczyną nieszczelności kolektora może być również uszkodzenie samej uszczelki. Należy pamiętać, że przykręcając kolektor po przeprowadzonych naprawach, dobrze jest wymienić wszystkie śruby, a przynajmniej nakrętki śrub dwustronnych. Śruby należy przykręcać w określonej kolejności: zaczynając od środka na krzyż lub zgodnie z obiegiem spirali.



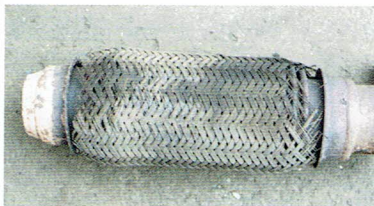
Ryc. 15.16. Różne rodzaje uszczelki kolektora wydechowego

Opisane elementy nie podlegają naprawie za pomocą np. technik spawalniczych. Ewentualne naprawy tego typu są jedynie rozwiązaniem doraźnym, krótkotrwałym. Szczególnie dotyczy to żeliwnych kolektorów wydechowych, które działają pod dużym obciążeniem cieplnym, a po spawaniu może dojść do ich pęknięcia i pogorszenia stanu sprzed naprawy.

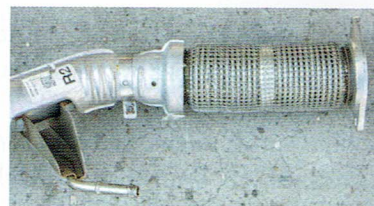
To samo dotyczy pozostałych części elementów układu wydechowego, są one bowiem narażone na działanie bardzo niekorzystnych warunków. Z zewnątrz działają na nie bezpośrednio zanieczyszczenia, woda i roztwory chemiczne znajdujące się na drodze, a od wewnątrz są narażone na działanie wysokich temperatur, toksycznych spalin i wilgoci powstałej wskutek skraplania się pary zawartej w spalinach. Dlatego ewentualne usunięcie korozji oraz zaspawanie ubytków tłumika z zewnątrz nie gwarantuje, że wewnątrz element jest w dobrym stanie.

Układ wydechowy jest zamocowany do podwozia za pomocą łączników elastycznych. Zapewniają one amortyzację tłumików, a ponadto tłumią ewentualne wibracje generowane przez układ wydechowy.

Na rycinie 15.17 przedstawiono uszkodzony łącznik elastyczny układu wydechowego. Taki łącznik należy wymienić na nowy (ryc. 15.18), niedopuszczalne jest stosowanie różnego rodzaju uszczelnień plastycznych lub stałych w celu naprawy.



Ryc. 15.17. Łącznik elastyczny używany



Ryc. 15.18. Łącznik elastyczny nowy



Ryc. 15.19. Flansa montażowa układu wydechowego

Układ wydechowy jest zawieszony na elastycznych elementach gumowych. Ich zadaniem jest tłumienie drgań i wibracji, które mogłyby być przenoszone na nadwozie pojazdu. Podczas każdorazowej wymiany komponentów układu wydechowego należy pamiętać o wymianie łączników gumowych. Wszelkie uszczelnienia, które odpowiadają za szczelność układu wydechowego, wymagają wymiany po każdorazowym ich demontażu. Na rycinie 15.19 przedstawiono przykładową flanszę montażową, którą uszczelnia się płaskimi uszczelkami metalowymi lub kompozytowymi. Tego typu flansze montażowe, oprócz zastosowań w fabrycznych układach wydechowych, spawa się również podczas napraw. Dotyczy to układów, które fabrycznie były wykonane w całości (nie występowały w nich elementy rozłączne). Wówczas (np. podczas wymiany tłumika końcowego) należy usunąć uszkodzony element (najczęściej przez wycięcie), a do pozostałej części dospawać flanszę montażową.

Weryfikacja po naprawie układu wydechowego polega na badaniu jego szczelności, dodatkowo możliwe jest przeprowadzenie badania natężenia dźwięku z użyciem specjalnego urządzenia.

15.2.2. Naprawa katalizatorów oraz filtrów cząstek stałych

15.2.2.1. Naprawa katalizatorów

Konwerter katalityczny w pojazdach wyposażonych w system OBD II jest diagnozowany za pomocą wewnętrznych testów diagnostycznych sterownika silnika. Wszelkie nieprawidłowości w działaniu układu są sygnalizowane włączeniem kontrolki serwisowej na zestawie wskaźników pojazdu.

Zatkany lub uszkodzony mechanicznie katalizator może doprowadzić do spadku mocy silnika pojazdu i do zwiększenia zużycia paliwa. Całkowite uszkodzenie katalizatora może spowodować unieruchomienie

silnika. Przykład zdemontowanego zużytego katalizatora przedstawiono na rycinie 15.20.



Ryc. 15.20. Zdemontowany zużyty katalizator

Istnieją pewne zalecenia eksploatacyjne, które znacznie przyczyniają się do wydłużenia czasu użytkowania katalizatorów. Po pierwsze, nie należy eksploatować pojazdu jedynie w warunkach miejskich na niedogrzanym silniku, jeżeli pracuje on na bogatej mieszance. Taka eksploatacja nie uszkadza bezpośrednio katalizatora, lecz przyczynia się do jego szybszego zużycia. Po drugie, nie należy doprowadzać do gwałtownego schłodzenia obudowy katalizatora, a więc trzeba unikać głębokich rozlewisk wody oraz kałuż. Natrysk zimnej wody na rozgrzany katalizator może spowodować gwałtowne skurczenie jego obudowy i mechaniczne uszkodzenie konstrukcji wkładu z pokryciem katalitycznym. Efektem może być fizyczne zatkanie układu wydechowego.

Zużyte katalizatory należy wymieniać na fabrycznie nowe lub zamienniki wysokiej jakości. Katalizatory, w zależności od rozwiązania, występują w wersji przykręcanej lub spawanej. Absolutnie nie wolno usuwać katalizatorów z układów wydechowych, ponieważ jest to niezgodne z przepisami, a ponadto samochód z taką modyfikacją nie zostanie zarejestrowany i nie zaliczy pozytywnie badania technicznego.

15.2.2.2. Naprawa filtrów cząstek stałych (sadzy)

Obecnie filtry cząstek stałych są montowane głównie w pojazdach z zapłonem samoczynnym. Wyróżnia się dwa rodzaje filtrów cząstek stałych: bezobsługowe suche oraz obsługowe mokre. Ich podział jest ważny głównie ze względu na czynności eksploatacyjne.

W **mokrych filtrach cząstek stałych** wykorzystuje się specjalny płyn, który jest dozowany do paliwa. Zadaniem tego płynu jest zwiększenie temperatury spalania paliwa podczas wypalania cząstek stałych, czyli w czasie procesu regeneracji filtra. Obsługa mokrych filtrów polega na uzupełnianiu specjalnego płynu. Pojemność zbiornika na płyn wynosi najczęściej ok. 5 l i starcza on – zależnie od charakteru eksploatacji pojazdu (warunki miejskie

lub drogowe) – na 70 000–200 000 km. Konieczność uzupełnienia płynu jest zwykle sygnalizowana odpowiednią kontrolką.

Pojazdy wyposażone w suche filtry cząstek stałych muszą być eksploatowane według ścisłych zaleceń producenta, które są związane z trybem regeneracji takiego filtra. Regeneracja filtra musi być przeprowadzana w warunkach drogowych, najczęściej przy prędkości większej niż 90 km/h – ważne jest okresowe dość mocne obciążenie silnika trwające kilkanaście minut. Dlatego nie zaleca się eksploatowania pojazdów wyposażonych we wspomniane filtry wyłącznie w warunkach miejskich.

Przyczyną uszkodzeń filtrów cząstek stałych może być brak regeneracji filtra lub wyłączanie silnika w czasie trwania tego procesu. Filtr, który nie został prawidłowo (automatycznie) zregenerowany, po pewnym czasie zaczyna stanowić istotną przeszkodę dla przepływu spalin, a jego automatyczna regeneracja staje się niemożliwa.

Filtry cząstek stałych wymienia się po określonym czasie eksploatacji, kiedy tracą już swoje właściwości, lub wymienia się je wcześniej, jeżeli wskutek nieodpowiedniej eksploatacji ulegną zatankaniu w 80%.

Naprawa filtra cząstek stałych zatkanego w stopniu wymagającym serwisowania, jest możliwa trzema metodami.

Pierwsza z nich polega na przeprowadzeniu procesu oczyszczania filtra cząstek stałych w warunkach drogowych. Jeżeli ta metoda okaże się nieskuteczna, konieczne jest wymontowanie filtra i jego oczyszczenie podczas kąpieli w specjalnym środku czyszczącym. Metoda ta ma jednak ograniczone zastosowanie, ponieważ nie wszyscy producenci ją dopuszczają. Ostateczną metodą naprawy jest wymiana filtra na nowy.

Filtr cząstek stałych najczęściej jest ulokowany pod podwoziem za katalizatorem spalin (patrząc od strony silnika). Przed jego demontażem konieczne jest wypięcie odpowiednich wtyczek układu sterowania. Montaż odbywa się z użyciem nowych uszczelek, a w przypadku zaleceń producenta – z użyciem nowych śrub.

Nowy filtr cząstek stałych kosztuje 2000 zł i więcej. Usunięcie filtra cząstek stałych jest niezgodne z przepisami i wiąże się z podobnymi konsekwencjami jak usunięcie katalizatora.