

WYTYCZNE DO EKSPLOATACJI FILTRÓW CZĄSTEK STAŁYCH



Układy dla wszystkich pojazdów z silnikami ZS
Porady dotyczące wyboru, instalacji i eksploatacji filtrów
cząstek stałych

VERT

NAJLEPSZE DOSTĘPNE TECHNOLOGIE
DO ZMNIEJSZENIA EMISJI

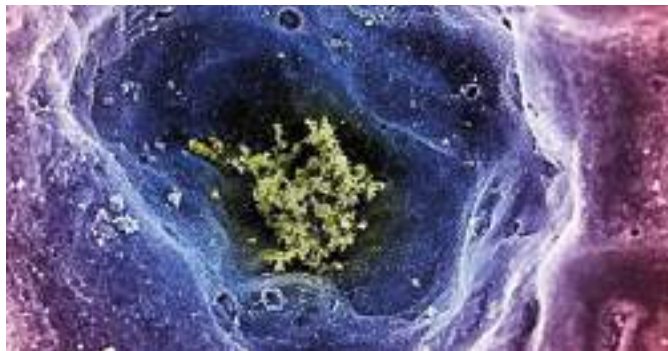
CEL I MOTYWACJA

Tylko filtry cząstek stałych mogą skutecznie eliminować rakotwórcze cząstki stałe z silników spalinowych.

Filtry cząstek stałych o dużej sprawności są planowane do wprowadzenia od 1982 roku. Obecnie stosowanych jest ponad 100 milionów filtrów w pojazdach drogowych, maszynach budowlanych, wózkach widłowych itp. Koszt wyposażenia eksploatowanych pojazdów w filtry cząstek stałych (retrofitting) jest mniejszy niż koszty ponoszone na ochronę zdrowia.

PROBLEM:

Najmniejsze cząstki z silników spalinowych



Cząstki sadzy w pęcherzykach płucnych człowieka
Lennart Nilsson 2004

ŚMIERTELNOŚĆ: Ponad 10 000 osób umiera codziennie z powodu emisji cząstek stałych z silników samochodowych. Zawały serca są przyczyną śmierci około 35% ludności, udary mózgu około 45%, a nowotwory około 15%. Szczególnie narażeni są mieszkańcy dużych miast, dzieci przebywające w pobliżu ruchliwych ulic, kobiety w ciąży i chorzy.

ROZMIAR CZĄSTEK jest najważniejszym aspektem. Cząstki pyłu naturalnego pochodzenia nie przedostają się do układu krwionośnego, ponieważ są zbyt duże. Natomiast cząstki stałe z silników spalinowych są 100 razy mniejsze, ich rozmiar to około 0,1 mikrometra lub 100 nm (dla porównania: wirusy mają wymiary z zakresu od 20 nm do 300 nm), łatwo przenikają z płuc do krwi, a więc mogą przedostać się do mózgu i łożyska. Cząstki stałe transportują inne szkodliwe substancje do organizmu i tam się odkładają; są to rzadko usuwalne lub metabolizowane związki toksyczne.

KOSZTY ZDROWOTNE wynoszą około 2000 dolarów na każdy kilogram sadzy. OECD szacuje, że powodują one corocznie 41 000 zgonów w Niemczech, co kosztuje 144 mld dolarów, czyli 1800 dolarów na mieszkańca. Śmiertelność zwiększa się liniowo z zanieczyszczeniem powietrza. Dlatego przewiduje się proporcjonalnie większe koszty dla dużych miast z największym zagęszczeniem pojazdów.

ZANIECZYSZCZENIA RAKOTWÓRCZE nie mają dawki nieszkodliwej. Od 2012 roku Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) klasyfikuje cząstki stałe z silników ZS jako czynnik rakotwórczy pierwszej kategorii, podobnie jak azbest.

GLOBALNE OCIEPLENIE klimatu jest także powodowane pyłem węgla, który jest drugą główną przyczyną po CO₂. Redukcja tej emisji wywiera natychmiast widoczne skutki.

NOWE TECHNOLOGIE są jedynie częściowo skuteczne, ponieważ nowe normy emisji spalin dotyczą tylko nowych pojazdów. Odnowa całej floty pojazdów trwa 15-20 lat, a czasami dłużej.

ROZWIĄZANIE:

Filtry cząstek stałych (DPF) eliminują najmniejsze cząstki stałe



Filtr cząstek stałych w stalowej obudowie izolacyjnej, z reaktorem utleniającym i czujnikami; PSA 2000

FILTRACJA to jedyny efektywny sposób, aby usunąć toksyczne cząstki sadzy i tlenki metali (spowodowane ścieraniem i z środków smarnych) ze spalin.

Uwaga: Nie wszystkie filtry są dobre.

SPRAWNOŚĆ FILTRA nie zależy od silnika, lecz od struktury porów materiału filtracyjnego i konstrukcji. Dla każdego silnika, dobry filtr osiąga skuteczność filtracji przekraczającą 98% dla cząstek stałych w zakresie wielkości 10 nm – 500 nm. Filtry te mogą być stosowane do wszystkich zastosowań silników spalinowych, zarówno ZI jak i ZS, w pojazdach drogowych oraz pozadrogowych.

NIEWŁAŚCIWE DZIAŁAJĄCE FILTRY przechowują sadzę jedynie tymczasowo, aby później ją uwolnić. Inne wychwytyują natomiast tylko cząstki relatywnie duże, swobodnie przepuszczając te najmniejsze, które są zarazem najbardziej groźnymi dla zdrowia ludzkiego. Niektóre nieprawidłowo wykonane filtry cząstek stałych uwalniają dodatkowe związki szkodliwe podczas eksploatacji. → poleca się stosowanie tylko filtrów z certyfikacją VERT.

REGENERACJA jest procesem oczyszczania filtra przez całkowitą konwersję zatrzymanej w nim sadzy do nietoksycznego dwutlenku węgla. Wybrana metoda regeneracji zależy od typu filtra i charakterystyki użytkownika pojazdu.

CZYSZCZENIE FILTRA jest konieczne jedynie mniej więcej raz na rok, aby usunąć z niego nadmiar popiołu. Wymaga to demontażu filtra.

FILTRY NIE STARZEJĄ I NIE ZUŻYWAJĄ SIĘ. Wymagają natomiast precyzyjnego montażu oraz regularnych testów emisji związków toksycznych spalin z pojazdu.

PRZELICZONE KORZYŚCI ZDROWOTNE dla społeczeństwa są co najmniej 10 razy większe niż koszty modernizacji. Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (EPA) szacuje, że stosunek korzyści do kosztów wynosi obecnie 13:1.

WYBÓR FILTRA I DOPASOWANIE DO POJAZDU

Wylimitowanie silników ZS bez filtrów cząstek stałych jest konieczne w celu poprawy jakości powietrza. Każdy silnik nie mający filtra emituje do atmosfery więcej cząstek stałych niż flota 100 pojazdów z takimi filtrami.



KAŻDY POJAZD MOŻE BYĆ DOPOSAŻONY W FILTR CZĄSTEK STAŁYCH (RETROFITTING), ALE

- Problemem jest wysoki poziom emisji źródłowej.
- Podczas swobodnego przyspieszania zadymienie nie może przekraczać 1 m^{-1} .
- Pojazd musi być eksploatowany zgodnie ze specyfikacją producenta, zwłaszcza w odniesieniu do filtra powietrza, filtra oleju, układu wtryskowego, turbosprężarki, szczelności układu wylotowego i emisji hałasu.
- Zużycie oleju smarującego mniejsze niż 0,5% zużycia paliwa.
- Zawartość siarki w paliwie poniżej 10 ppm.
- Należy unikać długotrwałej pracy silnika na biegu jałowym.
- Pojazdy wyposażone w filtry cząstek stałych muszą być skutecznie diagnozowane, ponieważ problemy z silnikiem nie objawiają się zmianą spalin (niebieski dym, sadza itp.).

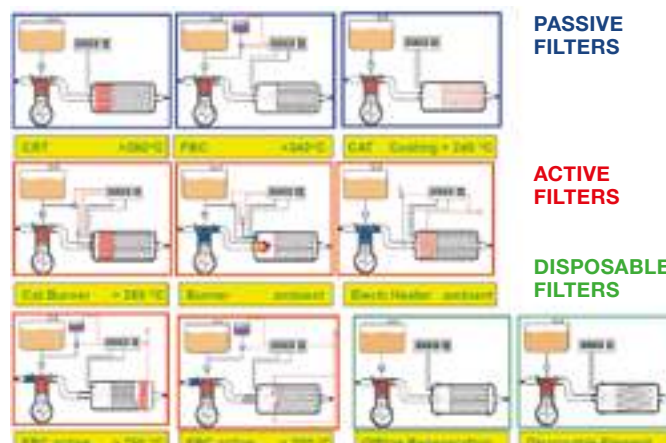
BRAK OGRANICZEŃ WIEKOWYCH pojazdów podlegających doposażeniu w filtry cząstek stałych. Jednakże stare pojazdy powinny być złomowane, a nie poddawane retrofittingowi, który dla starych pojazdów jest mało opłacalny.

WYMAGANIA CERTYFIKACJI VERT

- Skuteczność filtracji większa niż 98% dla cząstek o średnicach z zakresu 10 nm – 500 nm.
- Brak toksycznej emisji wtórnej.
- Przeciwnośnienie dla nowego urządzenia poniżej 50 mbar.
- Maksymalne przeciwnośnienie poniżej 200 mbar.
- Test trwałościowy, trwający 2000 h, nie zmniejsza skuteczności działania
- Zintegrowany elektroniczny system diagnostyki pokładowej pojazdu OBD
- Weryfikacja konstrukcji
- Lista certyfikowanych filtrów VERT dostępna na stronie: www.vert-certification.eu

PRODUCENCI FILTRÓW VERT są kontrolowani i zapewniają efektywność działania produktów przez 2 lata.

RÓŻNORODNOŚĆ SYSTEMÓW FILTRACYJNYCH jest konieczna ze względu na zróżnicowanie pojazdów, np.: autobus miejski, śmieciarka, koparka, wózek widłowy lub podnośnik.



KLUCZOWE jest doświadczenie. Wszystkie zastosowania były wielokrotnie wykorzystywane w ciągu ostatnich 20 lat. Producenci filtrów VERT wybierają właściwy filtr do swojej oferty. W bazie danych VERT udokumentowanych i dostępnych jest około 8000 wdrożeń filtrów cząstek stałych:

vert-certification.eu/j3/index.php/filters/filter-list-database

W SZCZEGÓLNYCH PRZYPADKACH WYBÓR FILTRA wymaga analizy parametrów pracy silnika, zwłaszcza temperatury spalin. Producent filtrów cząstek stałych wykorzystuje rejestrator danych do określenia typowych warunków eksploatacji w czasie 2–3 tygodni.

Na podstawie wyników pomiarów podejmuje się decyzję czy filtr może być regenerowany biernie czy konieczne jest stosowanie regeneracji aktywnej. Oba te rozwiązania są dostępne i sprawdzone dla wielu zastosowań.



MONTAŻ / TESTY / HOMOLOGACJA

FUNKCJE WYPEŁNIANE PRZEZ UKŁADY FILTRÓW

Filtracja – Regeneracja – Elektroniczny monitoring – Ograniczenie hałasu



System modułowy ze zmiennym wlotem i wylotem



Fiksacja rama musi amortyzować wibracje



Substraty równoległe dla większych silników



System z adytywem FBC, oraz z elektryczną aktywacją regeneracji



Wszystkie systemy filtrów mają elektroniczne systemy nadzoru i alarmów

PRZED MONTAŻEM FILTRA

- Należy upewnić się, że silnik jest w dobrym stanie technicznym.
- Zapewnić małe zużycie oleju, zmienić olej na Low SAPS.
- Wykonać pomiar zadymienia spalin w teście free-acceleration.

Zużycie oleju < 0,5% zużycia paliwa
Zadymienie spalin $k < 1 \text{ m}^{-1}$

- Przesłać dane pojazdu i silnika; parametry układu wylotowego silnika do producenta filtra
- Wybrać metodę regeneracji: poinformować dostawcę filtra o parametrach pracy silnika; ewentualnie zmierzyć temperaturę spalin podczas pracy.
- Zwymiarować filtr cząstek stałych (sprzedawca filtra).
- Nie przekraczać maksymalnego przeciwcisnienia w układzie wylotowym podanego przez producenta silnika

PROCEDURA MONTAŻU

- Umieszczenie filtra cząstek stałych możliwie najbliżej silnika.
- Zdemontowanie tłumika – zostaje zastąpiony przez filtr cząstek stałych.
- Zamocowanie filtra cząstek stałych z zapewnieniem izolacji drgań.
- Zapewnienie dostępu do filtra cząstek stałych, w celu umożliwienia czyszczenia oraz dostępu do urządzeń przed filtrem.
- Zaizolowanie filtra. Temperatura powierzchni filtra może być znacznie wyższa niż tłumika. Izolacja utrzymuje również wyższą temperaturę filtra, która sprzyja regeneracji.
- Zamontowanie systemu diagnostycznego OBD z uwzględnieniem ochrony przed wodą. Zapewnienie dostępu do złącza w celu odczytu danych.
- Podłączenie czujników ciśnienia i temperatury. Ewentualnie zamontowanie anteny w celu zdalnego nadzorowania floty pojazdów.
- Zamontowanie wyświetlacza w kabinie lub (lepiej) scentralizowanego nadzoru floty.
- Szkolenie zespołu obsługującego.
- Magazynowanie części zamiennych.

TESTY DZIAŁANIA / HOMOLOGACJA

- Badanie działania filtrów, układów elektronicznych i wyświetlacza.
- Kontrola emisji cząstek stałych z uwzględnieniem również ich liczby.
- Kontrola przeciwcisnienia i tłumienia hałasu.
- Podpisanie przez producenta filtrów cząstek oraz właściciela pojazdu protokołu zatwierdzenia.



Zawartość:

Adresy użytkownika i producenta filtra cząstek stałych;
Dane pojazdu, silnika i filtra cząstek stałych;
Przeciwcisnienie przy maksymalnej prędkości obrotowej;
Zadymienie spalin przed i po modernizacji silnika;
Opcjonalnie: poziom hałasu przed i po modernizacji silnika;
Opcjonalnie: sprawdzenie działania wyświetlania i kontroli OBD;
Podpis warsztatu montującego filtr cząstek stałych i użytkownika.

Zatwierdzenie to ma charakter umowy między kupującym i sprzedającym dla jednostek regulujących. Wyniki testów muszą być zapisane w raporcie homologacji z dwoma podpisami i datą. Jest to **dokument gwarancyjny**.



ASPEKTY BEZBIECZEŃSTWA

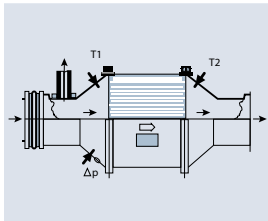
- Pole widzenia kierowcy nie może być ograniczone.
- Ograniczenie temperatury otoczenia i podłoża.
- W razie potrzeby zastosowanie izolacji cieplnej i ekranowania filtra.
- Brak wpływu na prześwit pojazdu.
- Osłona przed iskrami do pracy wewnątrz oraz w obszarach leśnych.
- Stosować się do podanych specyfikacji montażu i mocowania (filtry cząstek stałych są cięższe niż zastępowany przez nie tłumik).

TRENING Wskaźnik przeciwcisnienia zainstalowany w kabinie kierowcy jest bardzo ważnym elementem retrofitingu. Kierowca musi być odpowiednio doksztalony, ażeby prawidłowo reagował na wskazania zbyt wysokiego ciśnienia. Producent filtra ma pomóc w tym treningu, oraz trening ten musi być udokumentowany.



OBSŁUGA I KONSERWACJA

Poniższe zalecenia dotyczą wszystkich pojazdów z silnikami ZS posiadających układy oczyszczania spalin, niezależnie od tego czy są one oryginalne czy doposażone.



Filtr cząstek stałych jest wyposażony w czujniki, umożliwiające wykonanie pomiarów przed filtrem



Każdy filtr cząstek stałych jest elektronicznie sterowany.



Dokonywany jest pomiar temperatury i ciśnienia



Pobór danych lub przesyłanie GSM dla nadzoru nad flotą pojazdów



Etykieta informacyjna o terminie przeglądu i konserwacji

OGÓLNE

Aby zapewnić stabilność i ograniczenie emisji obowiązkowo są zaproponowane przez producenta przeglądy i konserwacje systemu filtracyjnego oraz silnika. Informacji uzupełniających dostarcza elektroniczny system diagnozyczny. Prace konserwacyjne muszą być udokumentowane. Etykieta wskazuje następny termin przeglądu i konserwacji. Wykonanie konserwacji zmniejsza koszty eksploatacji.

OKRESOWE KONTROLE

Układ musi być regularnie kontrolowany w aspekcie: szczelności układu wylotowego, mocowania systemu filtracyjnego, połączenia elektrycznego i ciągłości pomiaru ciśnienia. Przebarwienie materiału jest objawem przegrzania. Osadzanie się sadzy w układzie wylotowym oznacza zmniejszoną sprawność działania filtra cząstek stałych.

DANE DIAGNOSTYCZNE

Elektroniczny monitoring działania (OBD) dostarcza aktualne dane dotyczące temperatury i przeciwności w układzie wylotowym. Przekroczenie którejkolwiek wartości powoduje wywołanie alarmu w systemie OBD. Analiza zarejestrowanych danych umożliwia szczegółową ocenę systemu filtracyjnego i ułatwia podejmowanie decyzji w aspekcie działań naprawczych.

TESTY EMISJI

Podczas badań kontrolnych, musi być mierzona emisja cząstek stałych na biegu jałowym silnika z użyciem certyfikowanej aparatury do pomiaru liczby cząstek stałych. Jeśli określony limit liczby cząstek jest przekroczony, musi być wykonany drugi pomiar liczby cząstek przed filtrem w celu określenia sprawności filtra cząstek stałych. Przyczyną zmniejszonej sprawności może być uszkodzenie filtra. Można dokonać naprawy filtra cząstek stałych o ile uszkodzona jest mniejsza niż 10% powierzchnia filtra. W przeciwnym razie filtr należy wymienić. Jeżeli wartość liczby cząstek stałych mierzona przed filtrem jest przekroczona, oznacza to problem z silnikiem.

DODATKI REGENERACYJNE

Niektóre systemy filtracyjne pracują z dodatkami do paliwa (paliwo z domieszką katalizatora FBC). Należy stosować wyłącznie dodatki certyfikowane przez VERT. Użytkownicy powinni wymagać potwierdzenia od sprzedawców dodatków paliwowych, że dodatki te nie wpływają negatywnie na pracę silnika. Nie należy stosować dodatków do paliw do silnika niewyposażonego w filtr cząstek stałych.

WPŁYW NA SILNIK

Filtr cząstek stałych wpływa na pracę silnika wyłącznie przez przeciwności w układzie wylotowym, które jest nieznacznie większe niż w przypadku stosowania tylko tłumika spalin. Zużycie paliwa zwiększa się maksymalnie o 2-3%. Nie przewiduje się niekorzystnego wpływu na silnik i jego pracę, chyba że przeciwności przekracza 200 mbar. System OBD zapewnia utrzymanie wartości przeciwności poniżej tego limitu.

ALARMY

Lampy ostrzegawcze i wyświetlacze monitorujące pracę należy uważnie obserwować i reagować w przypadku ostrzeżeń. Ignorowanie alarmów może spowodować niebezpieczne przegrzanie układu. System nadzoru rejestruje wszystkie ignorowane alarmy a bezczynność wobec alarmu powoduje utratę gwarancji.

PALIWO I OLEJ SMARUJĄCY

W celu uniknięcia uszkodzenia systemu filtracyjnego należy stosować tylko olej napędowy o zawartości siarki mniejszej niż 10 ppm. Zarówno olej napędowy, jak i olej smarujący zawierają niepalne związki, które pozostają jako popiół. Popiół ten wraz z metalicznymi pozostałościami z silnika odkłada się w filtrze. Stąd zaleca się używanie tylko olejów o niskiej zawartości związków formujących popiół (tzw. oleje Low-SAPS).

CZYSZCZENIE FILTRA

Przeciwności spalin może chwilowo przekroczyć 200 mbar. Przyczyną jest nadmierna ilość popiołu w filtrze. W takim przypadku filtr należy wyczyścić. Zazwyczaj okres między czyszczeniami wynosi około 1000 godzin pracy; może on być znacznie dłuższy, gdy stosuje się niskopopiołowy olej silnikowy. Filtry ceramiczne nie powinny być czyszczone gorącą wodą, parą lub sprężonym powietrzem. Należy stosować specjalne urządzenie do czyszczenia filtrów. Filtry metalowe są wytrzymałe i mogą być czyszczone ręcznie za pomocą myjki wysokociśnieniowej.

Efektywność takiego czyszczenia wynosi ponad 95% i może być powtarzane 5-6 razy. Popiół jest odpadem toksycznym i musi być utylizowany zgodnie z przepisami. Ze względu na ochronę zdrowia w miejscu pracy czyszczenie filtra cząstek stałych powinno być wykonywane w hermetycznym urządzeniu.

PROBLEMY I ROZWIĄZANIA

Większość usterek ma następujące przyczyny:

Zlekceważenie alarmu, niewłaściwa konserwacja filtra i silnika, nieodpowiednie paliwo lub olej smarujący.



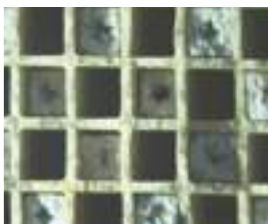
Brak dylatacji, izolacji drgań i amortyzatorów
→ nieuniknione pęknięcie



Odkładanie się zanieczyszczeń w powierzchni wlotowej
→ uszkodzenie wlotu powietrza filtra? Formowanie związków siarki?



Uszkodzenia wibracyjne.



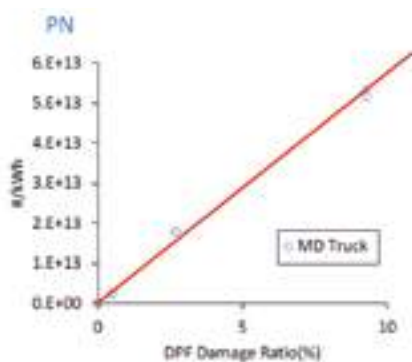
Nadmierne odkładanie się popiołu → wymiana filtra.



Filtr działa prawidłowo
→ małe zadymienia spalin.

ZATKANIE FILTRA z powodu niedostatecznej regeneracji. Rozwiązaniem awaryjnym jest spryskanie filtra płynem, który rozbija osadzoną sadzę. W innych sytuacjach należy wymontować filtr cząstek stałych i oczyścić go. Nadmierne nagromadzenie cząstek stałych jest prawdopodobnie spowodowane zmianą parametrów eksploatacji pojazdu i niską temperaturą spalin. Może to być dopuszczalne tylko w wyjątkowych przypadkach. Standardowo należy zmienić sposób regeneracji. Częstą przyczyną zatkania filtra jest zwiększona ilość sadzy z powodu pogarszającej się jakości spalania w silniku lub większego zużycia oleju smarującego albo uszkodzenia turbosprężarki.

PĘKNIĘCIE FILTRA objawia się widocznymi śladami sadzy w układzie wylotowym silnika. Powierzchnia wypływu filtra cząstek stałych informuje o rodzaju i rozmiarze uszkodzenia. Mogą to być małe pęknięcia termiczne. Przyczyną może być szok termiczny z powodu przeciążenia lub zlekceważenia alarmów. Drobne uszkodzenia filtra mogą być naprawione przez naprawę z wykorzystaniem specjalnej masy ceramicznej.



Stopień uszkodzenia może być wykazany za pomocą pomiaru PN

Fuente: Yamada, ETH-NPC 2015



Korelacje uszkodzonej powierzchni (x) i koncentracji liczbowej PN (y)

AWARIA SYSTEMU DIAGNOSTYCZNEGO

OBD: uszkodzenie to jest poważne i musi być natychmiast usunięte w celu zapewnienia bezpieczeństwa i ważności gwarancji. Należy wykonać następujące czynności: zidentyfikować kody błędów, sprawdzić rury, przewody i czujniki, przeanalizować zarejestrowane dane.

DUŻE ZUŻYCIE PALIWA I ZAUWAŻALNE ZMNIJSZENIE MOCY

są problemami związanymi z silnikiem, a nie z filtrem cząstek stałych. Wpływ filtra na zużycie paliwa jest związany jedynie z przeciwnością. Zużycie paliwa zwiększa się maksymalnie o 2–3% dla przeciwności w układzie wylotowym wynoszącym 200 mbar. Nadmierne przeciwności, ponad 500mbar może zmniejszyć moc, przegrzać silnik, uniemożliwić start, oraz uszkodzić system wydechowy.

ALARMUJĄCY HAŁAS

Nieszczelności, lub wibracje są poważnymi wadami, które z reguły się same wzmacniają i prowadzą do uszkodzenia. Muszą one być natychmiast zdiagnozowane i naprawione, ażeby zapewnić funkcjonalność pojazdu, oraz bezpieczeństwo dla kierowcy i pasażerów.

ALARMUJĄCY ZAPACH Nieszczelności, lub przegrzanie są poważnymi wadami, które z reguły się same wzmacniają i prowadzą do uszkodzenia. Muszą one być natychmiast zdiagnozowane i naprawione, ażeby zapewnić funkcjonalność pojazdu, oraz bezpieczeństwo dla kierowcy i pasażerów.

Nieszczelności może być paliwa, gazu, lub adytywu i wszystkie te cieczki są łatwopalne. Przez izolację, opakowanie i montaż należy skutecznie zapobiec przegrzaniu przewodów i części plastikowych.

BIAŁY DYM

Jest to para wodna, szczególnie jeśli filtr nasiąknął wodą (kondensacja, lub deszcz) w czasie postoju. Należy unikać pionowych rur w systemie wydechowym, lub też chronić je. Odpowiednią przepustnicą jednokierunkową.

ZASADY BEZPIECZEŃSTWA I POMOCY TECHNICZNEJ

patrz: Lista Filtrów VERT

www.VERT-certification.eu

KONTROLA I DIAGNOSTYKA

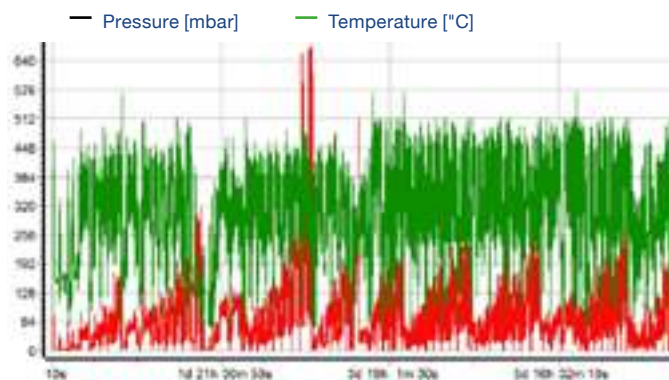
Skuteczność ograniczenia emisji jest zależna od właściwej organizacji i nadzoru.

Sterowanie pracą filtra cząstek stałych odbywa się przez system diagnostyki pokładowej, weryfikację warsztatową i kontrolę regulacyjną.



SYSTEM OBD monitoruje pracę certyfikowanych filtrów VERT. Rejestrowane są z jednosekundową częstotliwością dane dotyczące wartości przeciwności i temperatury spalin przed filtrem cząstek stałych. Zarejestrowane dane muszą być przechowywane przez co najmniej 3 miesiące. Dane o błędach są nieusuwalne.

Przechowywane dane mogą być pobierane lokalnie lub bezprzewodowo przesyłane przez GSM. System OBD monitoruje czujniki, informuje o uszkodzeniach, analizuje dane o pracy filtra i silnika, przygotowuje procedury dotyczące konserwacji.



ALARMY są informacjami dźwiękowymi i wizualnymi dla kierowcy lub bezprzewodowo przesyłane do centralnego systemu monitorującego. Ponadto alarmy te są przechowywane w systemie. Umożliwia to określenie przyczyn awarii w przypadku roszczeń odszkodowawczych. Typowe alarmy to:

- Alarm wstępny, gdy przeciwność nie przekracza 150 mbar (pomarańczowa kontrolka)
- Główny alarm, gdy przeciwność przekracza 200 mbar (czerwona kontrolka)
- Uszkodzenia filtra, gdy przeciwność gwałtownie zmniejsza się
- Czyszczenie, gdy przeciwność przekracza 200 mbar

Dopuszcza się zmniejszenie mocy silnika jeśli wartości progowe zostały przekroczone, jednak muszą one być akceptowane przez użytkownika. Stosowanie układów obejściowych filtra jest niedopuszczalne.

POMIARY LICZBY CZĄSTEK STAŁYCH są obowiązkowe [1/cm³] gdy stosowany jest filtr cząstek. Do pomiarów statycznych oraz w czasie eksploatacji są opracowane analizatory, zgodne z wytycznymi:

- VAMV 2000 – określają specyfikację urządzeń do pomiaru emisji zanieczyszczeń gazowych
- VAMV 2012 – określają specyfikację urządzeń do pomiaru liczby cząstek stałych

<http://www.admin.ch/ch/d/as/2012/5371.pdf>

METODY DOKŁADNEGO POMIARU LICZBY CZĄSTEK wykorzystują liczniki kondensacyjne (TSI) lub dyfuzyjnie naelektryzowane nanocząstki (TESTO i AVL). Urządzenia te są sprawdzone i dostępne. Umożliwiają dokładne pomiary efektywności filtracji, nawet na biegu jałowym silnika, z tak dużą precyzją, że możliwe jest określenie zmniejszenia sprawności filtra nawet o 1%.

Do pomiaru emisji związków gazowych możliwe jest zastosowanie dostępnych analizatorów (TESTO, AVL, MAHA i innych producentów). Analizatory te wykorzystują czujniki elektrochemiczne lub analizatory z wykorzystaniem promieniowania podczerwonego. Pomiary z wykorzystaniem takiej aparatury są ważne w aspekcie diagnozowania sprawności filtra cząstek stałych, oraz możliwego pogorszenia stanu silnika.

DIAGNOSTYKA SILNIKA jest bardziej skomplikowana, gdy zainstalowany jest filtr. Zadymienie spalin jest eliminowane w filtrze cząstek stałych, dlatego nie są widoczne typowe objawy uszkodzenia silnika. Stąd konieczne są pomiary weryfikujące stan techniczny silnika.

Producenci filtrów i oprzyrządowania certyfikowanych przez VERT.

Airmeex SA | hcaliskan@airmeex.com

Baumot AG | Marcus.Hausser@twintec.de

Baumüller & Partner GmbH | info@baumueller-partner-gmbh.de

CDTi | IMacDonald@cdti.com

CPK Automotive GmbH & Co KG | kovac@cpk-automotive.com

EHC Tecnic AG | rolf.johnson@ehcteknik.se

ESW Group | mstreichsbier@eswgroup.com

GreenUrban Technologies Ltd. | nigel.standley@greenurban.co.uk

HJS Emission Technology GmbH & Co.KG |

Axel.Middendorf@hjs.com

HUG Engineering AG | Peter.Schippers@hug-eng.ch

Kailong High Technology Co. Ltd. | yangls@kailongtec.com

Johnson Matthey GmbH | peter.werth@matthey.com

Krone Filtertechnik GmbH | rkrone@krone-filter.de

Paul Nöthiger Electronic | pne@pop.agri.ch

Physitron GmbH | waldemar.karsten@physitron.de

Pirelli & C. Ambiente S.r.l | liliana.baldassarre@pirelli.com

PURITech GmbH & Co. KG | bernhard.kahlert@puritech.de

StarfilterSystems Pte. Ltd. | richard.hell@starfilter-systems.com

Tehag AG | b.franken@tehag.com

Testo AG | LCachon@testo.de

TSI GmbH | jurgen.spielvogel@tsi.com

SKRÓTY I OZNACZENIA

CNC: kondensacyjny licznik cząstek stałych

DOC: reaktor utleniający do silników ZS

DPF: filtr cząstek stałych do silników ZS

Elektryzowanie dyfuzyjne: dyfuzyjne nadawanie cząstkom stałym ładunku elektrycznego

Emisja wtórna: zachodzi w filtrze cząstek stałych

GSM: bezprzewodowa transmisja danych

Low SAPS: olej o niskiej zawartości siarki, fosforu oraz popiołu siarczanowego

mbar: 1/1000 bar

Nanocząstki: cząstki przenikające do płuc o wymiarach mniejszych niż 1000 nm

Nanometr nm: 10⁻⁹ m; jedna milionowa milimetra

OBD: On board diagnosis – system diagnostyki pokładowej

OECD: Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju

PM: masa cząstek stałych

PN: liczba cząstek stałych

ppm: liczba części na milion

VAMV: szwajcarskie wymagania dotyczące emisji spalin

VERT: Weryfikacja Technologii Redukcji Emisji (Verification of Emission Reduction Technology)

WHO: Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization)

Zadymienie: jednostka zadymienia spalin – m⁻¹

Edycja

Dr. h.c. Andreas Mayer, TTM | Thomas W. Lutz, ETH/LAV |

Volker Hensel, aurigna consulting

Tłumaczenie polskie i zestaw tekstu

Dr. P. Lijewski, TU Poznan, PL; Dr. J. Czerwinski, Mrs. V. Barthe UAS Biel, CH

Wydawnictwo

VERT-Association • c/o JCA Treuhand AG • Aemetstrasse 3 • CH-8166 Niederweningen • Switzerland •

www.vert-certification.eu

Wydane: Kwiecień 2017

Źródła zdjęć i prawa autorskie

Strona przednia a tylna: istock

Strona 2: górny lewy Lennart Nilsson, górny prawy Dr. Belot PSA

Strona 4: HJS Fahrzeugtechnik GmbH & Co. KG;

Strona 5: trzeci i czwarty od lewej CPK Automotive GmbH & Co KG

Strona 6: dolny prawy PURITech GmbH & Co.KG

Strona 7: górny lewy Paul Nöthiger Electronic, drugi od lewej CPK Automotive GmbH & Co KG; trzeci od lewej TSI GmbH, czwarty i piąty od lewej Testo AG.

Zastrzeżenia prawne

Pomimo starannej weryfikacji wszystkich informacji nie można wykluczyć błędów w publikacji. Dlatego wydawca nie gwarantuje kompletności i aktualności zawartych treści. Redakcja i wydawca nie ponosi odpowiedzialności za wszelkie roszczenia. VERT na stronie internetowej publikuje informacje na temat retrofitingu filtrów cząstek stałych. Na stronie znajduje się także baza doposażonych w filtry cząstek stałych pojazdów i maszyn. VERT Filter List zawiera zestawienie certyfikacji filtrów cząstek stałych oraz producentów.

Stowarzyszenie VERT publikuje na swojej stronie internetowej wiele informacji na temat modernizacji filtrów cząstek stałych. Strona posiada również kompleksową bazę już zmodernizowanych pojazdów i maszyn. Lista filtrów VERT dokumentuje certyfikowane systemy filtracyjne i ich producentów. www.VERT-dpf.eu

Prawa autorskie, o ile nie zaznaczono inaczej, należą do VERT. Powielanie treści w całości lub części jest dozwolone wyłącznie po uzyskaniu pisemnej zgody.

Wersję PDF tej publikacji można pobrać ze strony www.VERT-certification.eu