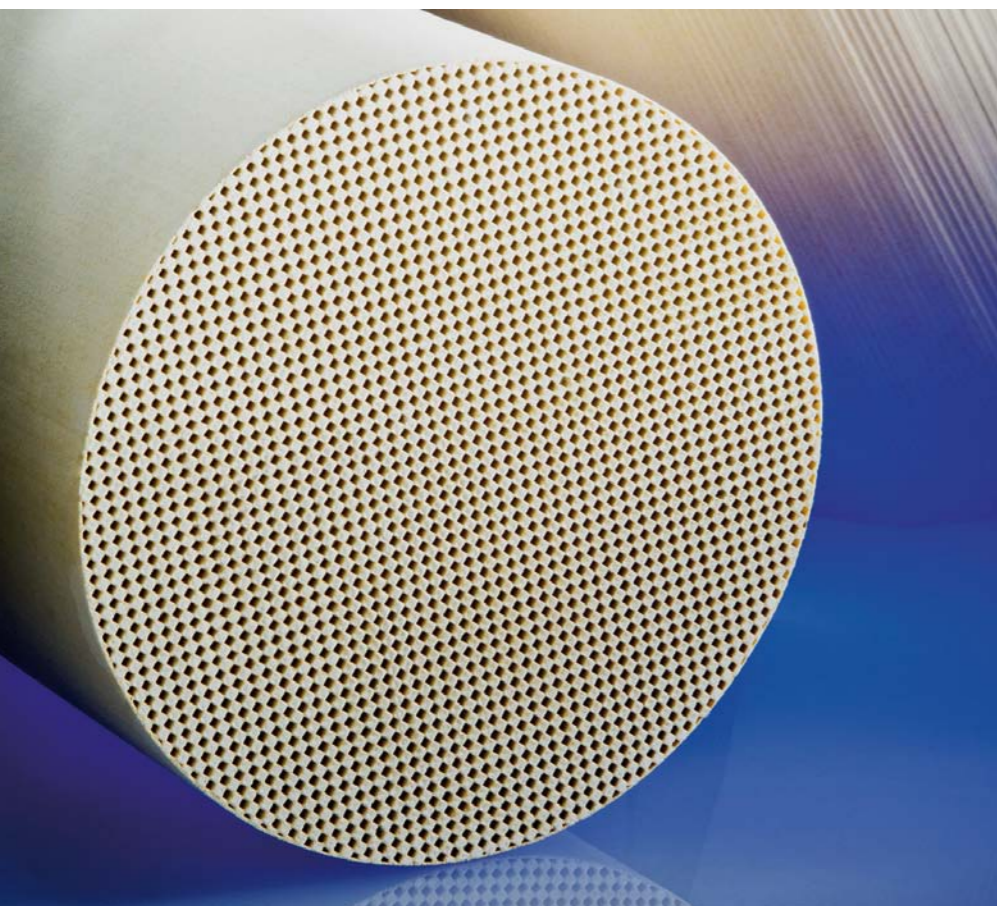


Filtry cząstek stałych (cz.II)



STEFAN MYSKOWSKI

STUDIO KONSTRUKCYJNO-KONSULTACYJNE

DAŻENIE DO WIĘKSZEJ CZYSTOŚCI SPALIN SPRAWIŁO, IŻ ICH FILTRY O CZĘŚCIOWYM PRZEPŁYWIE ZASTĄPIONE ZOSTAŁY PEŁNO-PRZEPŁYWOWYMI. TE JEDNAK PO PRZEKROCZENIU DOPUSZCZALNEGO ZAPEŁNIENIA ZATYKAJĄ UKŁAD WYLOTOWY SILNIKA

W takiej sytuacji konieczne stało się wymuszanie regeneracji filtra. Dodatkowy, wciąż jeszcze nierozwiązany problem stanowi ocena sprawności filtra pełno-przepływowego (np. podczas okresowego badania technicznego pojazdu), a nawet sprawdzenie, czy nie został on z samochodu wymontowany.

„Mokry” filtr cząstek stałych

Rozwiązanie to (rys.1) stosowane jest w samochodach marki Citroën. Polega ono na obniżeniu temperatury samoczynnego zapłonu cząstek stałych, a ściślej – ich rdzeni węglowych, wynoszącej ponad 550°C i na ogół niedostępnej w układach wylotowych ma-

tych i średnich silników ZS. Łatwiejszy samozapłon, a więc możliwość spalania cząstek stałych w niższych temperaturach, uzyskuje się przez wprowadzenie do paliwa płynnego katalizatora.

Pierwszym stosowanym dodatkiem o takim działaniu był płyn Eolys, wytwarzany na bazie tlenku ceru jako substancji czynnej. Specjalny dozownik wtryskiwał go do paliwa w zbiorniku w proporcji 37,5 ml dodatku na 60 l oleju napędowego. Zapas dodatku mieścił się w zbiorniku o pojemności 5 l, co było ilością wystarczającą do przejechania ok. 80 000 km.

W układzie z mokrym filtrem cząstek stałych (wersja z płynem Eolys) regeneracja pasywna jest możliwa w dwóch zakresach temperatur:

- ▶ od 250 do 400°C, gdy dwutlenek azotu powstający w utleniającym konwerterze katalitycznym utlenia cząstki stałe w filtrze (przebieg tych reakcji przedstawiono w pierwszej części tego artykułu);
- ▶ powyżej 450°C, gdy tlen zawarty w spalinach utlenia (spala) cząstki stałe.

Jeśli ze względu za niskie temperatury spalin w filtrze zgromadzi się zbyt dużo cząstek stałych, następuje przejście do regeneracji aktywnej. Wymaga ona okresowego zwiększenia temperatury spalin w filtrze cząstek stałych. Przyrost temperatury spalin przebiega następująco:

- ▶ pierwszy powtrysk paliwa (rys.2) do komory spalania powoduje jej zwiększenie o 200 do 250°C;
- ▶ reakcje zachodzące w utleniającym konwerterze katalitycznym zwiększają ją dodatkowo o ok. 100°C.

W wyniku obu tych procesów, nawet przy małym obciążeniu silnika, temperatura spalin przekracza granicę samozapłonu cząstek stałych wynoszącą 450°C dzięki zastosowaniu dodatku do paliwa.

Podczas regeneracji aktywnej wyłączony jest układ recyrkulacji spalin. Sterownik silnika tak wówczas steruje

wielkościami dawek: pilotującej, głównej i powtrysku oraz wysokością ciśnienia doładowania, aby kierowca nie odczuł wpływu tego procesu na osiągi pojazdu. Według firmy Citroën, regeneracja aktywna jest powtarzana co 400 do 500 km i trwa ok. 2 do 3 minut.

Firmy Citroën i Peugeot rozwijały konstrukcje „mokrych” filtrów cząstek stałych. Wprowadzono kolejne dodatki do paliwa, bazujące najpierw na tlenku ceru i tlenku żelaza, a później już tylko na tlenku żelaza. Dodaje się je do oleju napędowego w różnych proporcjach. Mają też one różne właściwości. Niektóre są wzajemnie mieszalne, a niektóre nie. Najskuteczniejsze obniżają temperaturę samozapłonu cząstek stałych nawet do 400°C.

Mokry filtr cząstek stałych stosowała również firma Volkswagen w niektórych wersjach modelu Passat z dwulitrowym silnikiem TDI. Dodatek miał nazwę Satacen i był wytwarzany na bazie tlenku żelaza.

„Suchy” filtr cząstek stałych

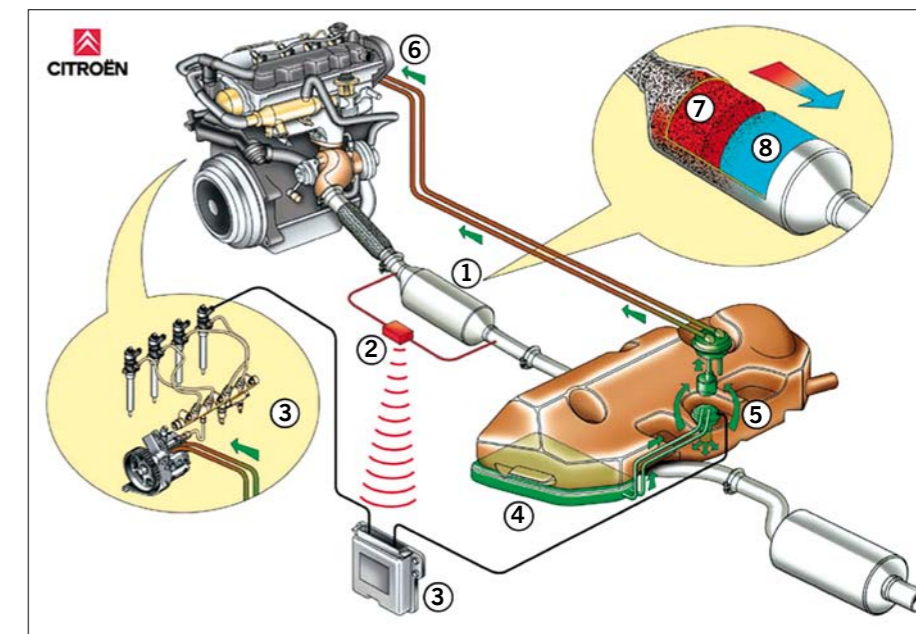
W tego rodzaju konstrukcjach do uzyskania samozapłonu cząstek stałych wykorzystuje się tylko zwiększenie temperatury spalin bez stosowania jakichkolwiek dodatków do paliwa.

Układ z suchym filtrem stosowany przez firmę Volkswagen przedstawia rys. 3. W tym wykonaniu filtr cząstek stałych ma utleniające pokrycie katalityczne i jest zamontowany bezpośrednio za turbosprężarką. Są rozwiązania, w których w jednej obudowie mieszczą się: utleniający konwerter katalityczny i filtr cząstek stałych, a w pozostałych oba te elementy są montowane oddzielnie.

W układzie z suchym filtrem cząstek stałych regeneracja pasywna jest możliwa w dwóch zakresach temperatur:

- ▶ od 350 do 500°C, gdy dwutlenek azotu powstający dzięki warstwie utleniającej filtra utlenia cząstki stałe (przebieg reakcji przedstawiono w pierwszej części artykułu);
- ▶ powyżej 550°C, gdy tlen zawarty w spalinach utlenia (spala) cząstki stałe.

Jeśli regeneracja pasywna filtra nie jest w stanie usunąć z niego zgromadzonych

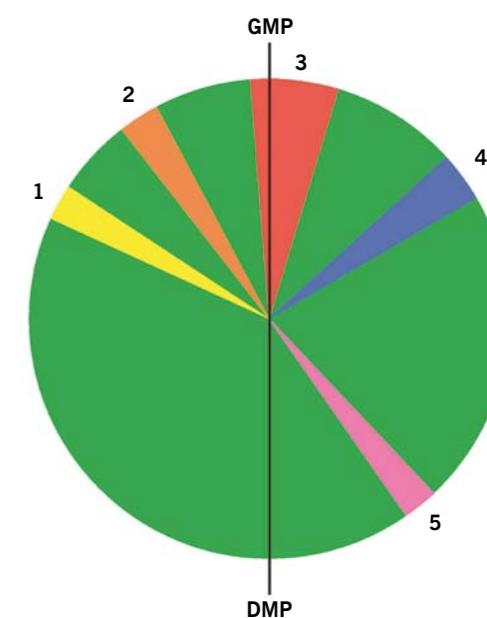


RYS. 1. UKŁAD OCZYSZCZANIA SPALIN PIERWSZEJ GENERACJI Z TZW. MOKRYM FILTREM CZĄSTEK STAŁYCH STOSOWANY PRZEZ FIRMĘ CITROËN. 1 - ZESPÓŁ UTLENIAJĄCEGO KONWERTERA KATALITYCZNEGO (7) I FILTRA CZĄSTEK STAŁYCH BEZ POKRYCIA KATALITYCZNEGO (8), 2 - CZUJNIK RÓŻNICOWY CIŚNIENIA, 3 - STEROWNIK SILNIKA, 4 - ZBIORNIK DODATKU KATALITYCZNEGO I DOZOWNIK (5) DODAJĄCY GO DO PALIWA, 6 - SYSTEM WTRYSKOWY COMMON RAIL

cząstek stałych, konieczna staje się regeneracja aktywna przebiegająca następująco:

- ▶ zawór recyrkulacji spalin zostaje zamknięty dla podniesienia temperatury procesu spalania;
- ▶ układ zasilania wtryskuje do komór spalania silnika: mniejszą dawkę główną paliwa oraz pierwszy lub pierwszy i drugi powtrysk celem zwiększenia temperatury spalin;
- ▶ w trudnych warunkach ruchu miejskiego, gdy częste jest hamowanie silnikiem, wtryskiwana jest mała dawka powtrysku, która nie spala się w komorze spalania, lecz odparowuje, a dawka główna nie jest wówczas w ogóle wtryskiwana, czyli proces spalania nie przebiega;
- ▶ temperaturę spalin dodatkowo zwiększa utleniająca warstwa katalityczna filtra cząstek stałych.

W powyższy sposób można w filtrze cząstek stałych uzyskać temperaturę spalin ok. 650°C. Nawet w niesprzyjających warunkach jej wzrost może wynosić ok. 300°C. Analogicznie jak w układzie z mokrym filtrem, również układ sterowania silnika tak steruje jego pracą, aby regeneracja aktywna była możliwie niewyczuwalna dla kierowcy.



RYS. 2. DAWKI PALIWA WTRYSKIWANE W SYSTEMIE COMMON RAIL W TRAKCIE JEDNEGO CYKLU PRACY SILNIKA ZS: 1 - PIERWSZA PILOTUJĄCA, WTRYSKIWANA PRZED GMP; 2 - DRUGA PILOTUJĄCA, WTRYSKIWANA PRZED GMP; 3 - GŁÓWNA, WTRYSKIWANA W OKOLICY GMP; 4 - PIERWSZY POWTRYSK, WTRYSKIWANY PO GMP; 5 - DRUGI POWTRYSK, WTRYSKIWANY PO GMP (GMP - GÓRNY MARTWY PUNKT, DMP - DOLNY MARTWY PUNKT TŁOKA W CYLINDRZE)

Są też układy z suchym filtrem cząstek stałych, który ma pokrycie katalityczne tlenkiem ceru. Jego zadaniem jest obniżenie temperatury zapłonu cząstek stałych. Taki filtr cząstek stałych może być w ciągu elementów układu wylotowego →