

wa. Ze względu na trudności z zapłonem i spalaniem mieszanek ubogich w celu zapewnienia mocniejszej i trwającej dłużej iskry stosuje się układy zapłonowe i świece zapłonowe o wyższej wydajności.

Zapewnienie prawidłowego procesu spalania

Silnik musi wytwarzać wymaganą moc, a także zapewniać niski poziom emisji i oszczędne zużycie paliwa. W przeszłości było to trudne do osiągnięcia. Współczesne silniki czerpią korzyści z zastosowania elektronicznie sterowanych układów zapłonowych i paliwowych, które pozwalają na precyzyjne sterowanie takimi funkcjami, jak zapłon i wtrysk paliwa. Poprawia to sprawność spalania i zapewnia maksymalną energię przy możliwie małej ilości spalane go paliwa i niewielkiej produkcji zanieczyszczeń.

Na proces spalania mają także wpływ liczne aspekty (elektroniczne i mechaniczne) konstrukcji silnika, np.:

■ Świeca zapłonowa

Świece zapłonowe doprowadzają wysokie napięcie do elektrod i wytwarzają gorącą iskrę w celu zapalenia mieszanki paliwowo-powietrznej. Muszą one utrzymywać właściwą temperaturę, aby zapobiec zanieczyszczeniu lub przedwczesnemu zapłonowi.

■ Układ zapłonowy

Układy zapłonowe muszą dostarczać wymagane napięcie i energię elektryczną do świecy w odpowiednim czasie w celu uzyskania stałego zapłonu mieszanki powietrzno-paliwowej.

■ Stosunek powietrza do paliwa

Aby jak największa ilość paliwa została całkowicie i efektywnie spalona, stosunek ten musi być prawidłowy.

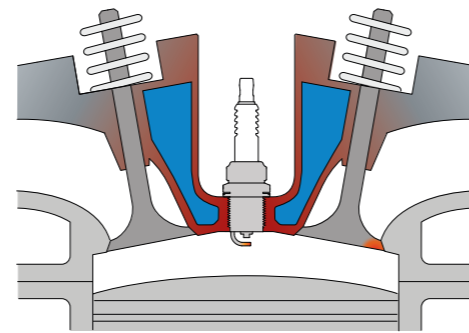
■ Kąt wyprzedzenia wtrysku

We współczesnych silnikach (z wtryskiem wielopunktowym lub bezpośrednim) właściwy kąt wyprzedzenia wtrysku pomaga w jednorodnym wymieszaniu powietrza i paliwa.

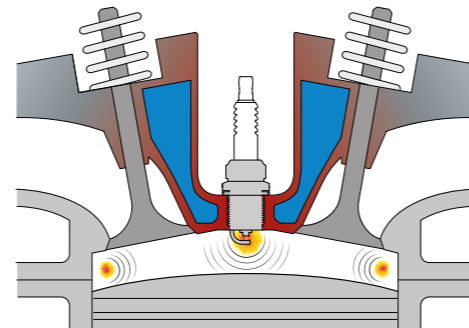
■ Kształt komory spalania

Kształt komory spalania może sprzyjać powstawaniu turbulencji podczas suwu ssania, sprężania i spalania. Turbulencja wspomaga skuteczne wy-

RYS. 3. PRZEDWCZESNY ZAPŁON MOŻE ZOSTAĆ WYWOŁANY PRZEZ GORĄCE PUNKTY, TAKIE JAK OSAD Z WĘGLA NA ŚWIECY ZAPŁONOWEJ LUB ZAWORY ROZGRZANE DO TEGO STOPNIA, ŻE ZAPALAJĄ MIESZANKĘ PALIWOWO-POWIETRZną PRZED WYSTĄPIENIEM ISKRY



RYS. 4. SPALANIE STUKOWE – FALA CIŚNIENIA WYTWORZONA PRZEZ PRZEDWCZESNY ZAPŁON POWODUJE DETONACJĘ



mieszanie powietrza i paliwa oraz rozprzestrzenianie się płomienia w całej komorze spalania.

■ Temperatura pracy silnika

Powierzchnie komory spalania (i ściany cylindrów) muszą być wystarczająco rozgrzane, aby nie powodować wygaszania płomienia spalania, ale równocześnie nie mogą nagrzewać się do tego stopnia, by powodować przedwczesny zapłon.

■ Zmienne ustawienie rozrządu i wznios zaworu

Zmiana ustawienia rozrządu i wzniosu zaworu w niektórych układach pozwala poprawić wypełnienie cylindra powietrzem i usuwanie gazów spalinowych przy szerokim zakresie prędkości obrotowych i obciążeniach silnika.

■ Układ recykulacji spalin (EGR)

Przy niskich obciążeniach świeże powietrze miesza się z gazami spalinowymi, które następnie przechodzą do komory spalania. Gazy spalinowe nie uczestniczą w spalaniu, zmniejszając w ten sposób temperaturę spalania i emisję NO_x.

■ Turbodoładowanie (i doładowanie)

Doładowanie zwiększa masę powietrza dostarczanego do cylindra, a tym samym panujące w nim ciśnienie

i temperaturę, co powoduje wzrost momentu obrotowego silnika i mocy.

Nieprawidłowy przebieg procesu spalania

Konstrukcja silnika ma bezpośredni wpływ na proces spalania, a osiągnięcie jego optymalnej wydajności często powoduje zbliżanie się do wartości granicznych, których przekroczenie może skutkować niepełnym spalaniem. Współczesne silniki czerpią korzyści z zastosowania elektronicznie sterowanych układów wtrysku paliwa, zapłonu i innych systemów związanych z silnikiem. W porównaniu z wcześniejszymi generacjami silników rozwiązania te znacząco zmniejszają ryzyko niepełnego spalania.

■ Przedwczesny zapłon i spalanie stukowe

Przedwczesny zapłon i spalanie stukowe to w rzeczywistości różne symptomy, które mogą być wynikiem wielu usterek. Dochodzi do nich wtedy, gdy gorący punkt w komorze spalania spowoduje zapłon mieszanki paliwowo-powietrznej, zanim świeca zapłonowa zapewni prawidłowy czas zapłonu (rys. 3). Efekt jest taki sam, jak w przypadku zbyt przyspieszonego czasu zapłonu.

Przedwczesny zapłon paliwa spowoduje zbyt wczesny wzrost ciśnienia i temperatury w cylindrze, co ostatecznie może doprowadzić do bardziej szkodliwej w skutkach detonacji. Następuje ona wtedy, gdy niewielkie pęcherzyki mieszanki paliwowo-powietrznej zapalają się niezależnie od rozpoczęcia spalania (rys. 4). Podczas normalnego spalania wraz ze stopniowym zwiększaniem się i rozprzestrzenianiem płomienia w komorze spalania następuje wzrost ciśnienia i temperatury w innych częściach komory spalania. Przy detonacji ciśnienie i temperatura stają się zbyt wysokie w częściach nieobjętych płomieniem. Pęcherzyki mieszanki paliwowo-powietrznej ulegają detonacji (eksplodują) niezależnie od płomienia. Detonacja pęcherzyków mieszanki może spowodować szybko rozprzestrzeniające się fale ciśnienia, wykrywalne jako odgłosy stukania lub świstania. Długotrwała detonacja może spowodować poważne uszkodzenie silnika, takie jak stopienie tłoków i zaworów wydechowych.

Usterki powodujące słabe spalanie

Wiele usterek związanych z silnikiem może powodować słabe spalanie. Poniższa lista obejmuje główne problemy, w większości przypadków łatwo do zdiagnozowania i naprawienia.

■ Świece zapłonowe

Awarie świec zapłonowych dotyczą zarówno współczesnych, jak i starszych silników. Kluczowe jest używanie odpowiednich świec wskazanych w instrukcji obsługi pojazdu. Odpowiednią świecę zapłonową można łatwo wyszukać w e-katalogu Denso na stronie denso-am.pl/e-katalog.

■ Kąt wyprzedzenia zapłonu

Chociaż elektroniczne sterowanie układami zapłonu we współczesnych pojazdach nie powinno pozwalać na zmianę kąta wyprzedzenia zapłonu w stosunku do zaprogramowanej wartości, usterka w układzie sterowania silnikiem może spowodować nieprawidłowy kąt wyprzedzenia zapłonu.

Jednak w przypadku starszych pojazdów, zwłaszcza z mechanicznymi i wczesnymi elektronicznymi układami zapłonowymi, zużycie komponentów i nieprawidłowe ustawienie kąta wyprzedzenia zapłonu będzie miało zauważalny wpływ na sprawność spalania i wydajność silnika.

■ Bogata mieszanka

Chociaż bogatsza mieszanka może pomóc w uzyskaniu dobrej mocy i momentu obrotowego silnika, nie będzie w stanie całkowicie spalić całego paliwa z powodu niedoboru tlenu. Proces spalania będzie mniej efektywny, prowadząc do mniejszych oszczędności paliwa.

Przyczynami występowania bogatej mieszanki we współczesnych pojazdach są:

- ▶ przeciekanie lub kapanie z wtryskiwaczy paliwa;
- ▶ wysokie ciśnienie paliwa;
- ▶ zablokowane lub ograniczone filtry powietrza;
- ▶ uszkodzone sondy lambda.

■ Uboga mieszanka

W bardzo ubogiej mieszance cząstki paliwa są rozmieszczone rzadko w całej objętości powietrza, przez co zapłon mieszanki przez iskrę jest utrudniony.

W ubogiej mieszance paliwowo-powietrznej utrudniony jest także

wzrost i rozprzestrzenianie się płomienia spalania. Trudności w zapłonie i podtrzymaniu palenia się mieszanki mogą prowadzić do przerw w zapłonie.

Przyczynami występowania ubogiej mieszanki we współczesnych pojazdach są:

- ▶ wycieki powietrza w układzie dolotowym,
- ▶ niskie ciśnienie paliwa,
- ▶ zanieczyszczone lub zablokowane wtryskiwacze,
- ▶ uszkodzone sondy lambda.

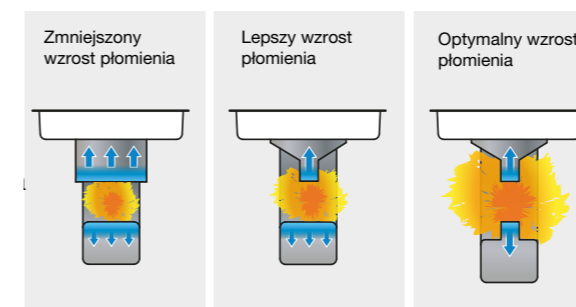
■ Usterki układu recykulacji spalin

Układ recykulacji spalin (EGR) przekazuje część gazów spalinowych z powrotem do układu dolotowego w celu zmniejszenia niektórych szkodliwych emisji. Dlatego tak ważne jest, aby ilość recykulowanych gazów spalinowych była dokładnie kontrolowana.

Usterka systemu EGR może zmniejszyć ilość recykulowanych spalin, co prowadzi do wzrostu temperatury spalania i przedwczesnego zapłonu, a nawet detonacji. Jeśli natomiast usterka powoduje recykulację nadmiernej ilości spalin, ogranicza to objętość świeżego powietrza i tlenu wprowadzanego do komory spalania, powodując w ten sposób słabe spalanie i wypadanie zapłonu.

■ Konstrukcja silnika i komory spalania

Utrata płynu chłodzącego lub awaria układu chłodzenia może spowodować wzrost temperatury silnika i komory spalania. Gdy temperatury spalania wzrosną, może to prowadzić do przedwczesnego zapłonu i detonacji. Natomiast jeśli usterka układu chłodzenia uniemożliwia osiągnięcie przez silnik normalnej temperatury roboczej, ścianki cylindra i powierzchnie komory spalania są chłodniejsze. Może to spowodować tłumienie płomienia, zanim cała mieszanka paliwowo-powietrzna zostanie zużyta w procesie spalania. Silnik pracujący na zimno może zatem skutkować niską efektywnością paliwową. ■



WIĘKSZE ELEKTRODY OGRANICZAJĄ WZROST PŁOMIENIA, PODCZAS GDY NAJMNIEJSZE ELEKTRODY POZWALAJĄ NA LEPSZY JEGO WZROST W TRZECH WYMIARACH (NP. OPATENTOWANA ELEKTRODA ŚRODKOWA 0,4 MM I TECHNOLOGIA TWIN TIP).

FOT: DENSO

FOT: DENSO