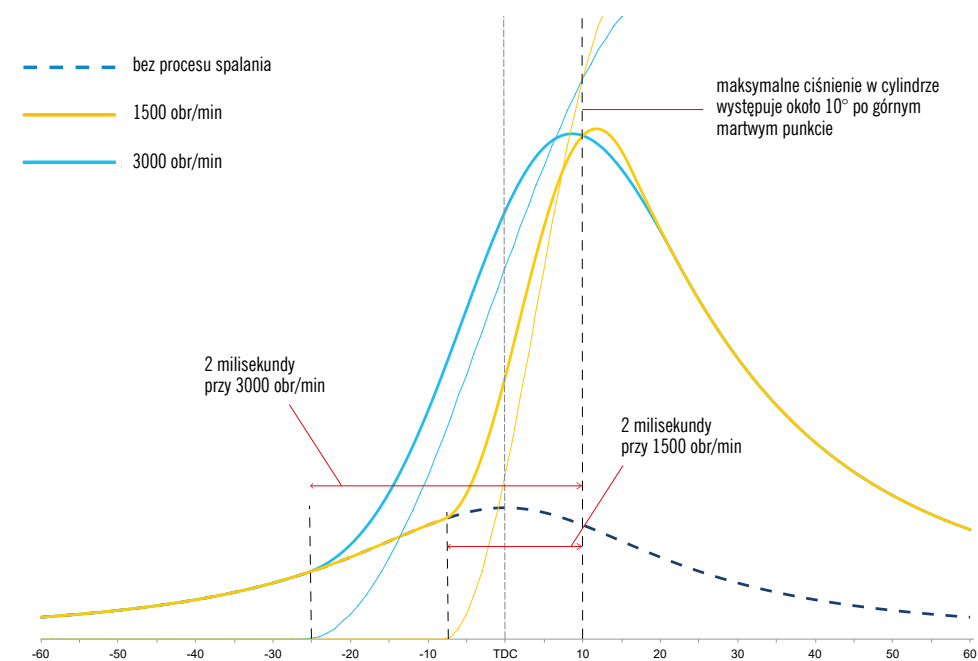


RYS. 9. USTAWIONY MOMENT PRZESKOKU ISKRY WYPRZEDZA WYMAGANY MOMENT OSIĄGNIĘCIA MAKSYMALNEGO CIŚNIENIA W CYLINDRZE O OK. 2 MILLISEKUNDY



RYS. 10. DWIE RÓŻNE WARTOŚCI KĄTA WYPRZEDZENIA ZAPŁONU PRZY PRĘDKOŚCIACH OBROTOWYCH 1500 I 3000 OBR./MIN

Teoretycznie kąt wyprzedzenia zapłonu powinien być zwiększany wprost proporcjonalnie do wzrostu prędkości obrotowej silnika w całym zakresie jego prędkości obrotowych. Ponieważ wraz ze zmianami prędkości obrotowej silnika zmieniają się sprawności silnika i procesu spalania, dla większości współczesnie produk-

wanych silników samochodowych kąt wyprzedzenia zapłonu osiąga wartość szczytową przy prędkości obrotowej około 3000 do 4000 obr./min.

#### Kąt wyprzedzenia zapłonu zależny od obciążenia silnika

Optymalny kąt wyprzedzenia zapłonu zależy początkowo od prędkości obrotowej

silnika, jednak zmienia się także wraz ze zmianami obciążenia.

Gdy silnik pracuje w warunkach małego obciążenia, co oznacza zazwyczaj, że przepustnica jest otwarta jedynie częściowo, do cylindra dostaje się mniejsza ilość powietrza. Ciśnienie wewnątrz cylindra będzie zatem niższe niż w warunkach pełnego obciążenia. Ponadto w silnikach starszego typu (jak również w niektórych nowszych), mieszanka może być uboższa w celu zapewnienia oszczędności i obniżenia emisji spalin. Przy niższych ciśnieniach w cylindrze i uboższych mieszankach spalanie trwa dłużej, co wymaga zwiększenia wyprzedzenia zapłonu oraz zapewnienia, że maksymalne ciśnienie w cylindrze nadal wystąpi ok. 10° po GMP.

W warunkach małego obciążenia układ EGR (układ recyrkulacji spalin) może przekierować znaczne ilości obojętnych gazów spalinowych do cylindra, zmniejszając temperaturę spalania oraz emisję szkodliwych substancji. Użycie układu EGR spowalnia proces spalania, co wymaga dalszego zwiększenia wyprzedzenia zapłonu.

#### Inne warunki eksploatacyjne mające wpływ na kąt wyprzedzenia zapłonu

W starszych pojazdach z mechanicznym układem zapłonowym optymalny kąt wyprzedzenia zapłonu zależał zazwyczaj jedynie od prędkości obrotowej silnika i obciążenia. Jednakże nowsze, sterowane elektronicznie układy zapłonowe (które zwykle są częścią układów sterowania silnikiem) zmieniają kąt wyprzedzenia zapłonu w zależności od wielu warunków eksploatacyjnych, do których należą: prędkość obrotowa silnika, obciążenie silnika, temperatura płynu chłodzącego, temperatura powietrza, stosunek powietrza do paliwa, otwarcie przepustnicy, jakość paliwa i współczynnik recyrkulacji spalin.

Warunki eksploatacyjne są wykrywane przez różnego rodzaju czujniki, które przekazują informacje za pośrednictwem sygnałów elektronicznych do komputera układu sterowania silnika. Monitoruje on sygnały i na ich podstawie optymalizuje kąt wyprzedzenia zapłonu.

FOT. DENSO

FOT. DENSO

#### Wykrywanie spalania stukowego

Wiele współczesnych silników jest wyposażonych w dodatkowy czujnik, nazywany czujnikiem spalania stukowego. W warunkach eksploatacyjnych silnika mogą występować niewielkie zmiany, których nie da się natychmiastowo wykryć za pomocą innych czujników. Jednakże w przypadku wykrycia chwilowego lub długotrwałego spalania stukowego czujnik spalania stukowego przekaże tę informację do jednostki sterującej silnika. Może ona wówczas lekko zmniejszyć kąt wyprzedzenia zapłonu do momentu, gdy spalanie stukowe ustanie.

W silnikach, które nie były wyposażone we wszystkie nowoczesne czujniki, komputer zapłonu korzystał z zaprogramowanej i zdefiniowanej mapy zapłonu, uwzględniającej wyłącznie prędkość obrotową silnika i jego obciążenie. Aby uniknąć sytuacji, w której wyprzedzenie zapłonu jest zbyt duże lub zbyt małe, w krytycznych warunkach eksploatacyjnych mapa ta uwzględniała margines bezpieczeństwa, pozwalający na przykład bardzo nieznacznie opóźnić zapłon, co zapobiega wystąpieniu spalania stukowego.

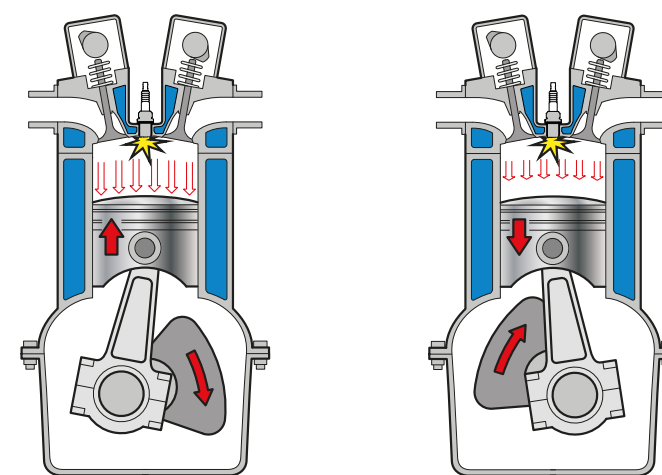
#### Skutki przyspieszenia lub opóźnienia zapłonu

W większości silników zapłon ma miejsce w zakresie od kilku stopni kątowych przed GMP przy niskich prędkościach obrotowych do około 30° i więcej przed GMP przy wysokich prędkościach obrotowych. Natomiast w starszych silnikach o niższej wydajności i z komorą spalania o mniej wydajnej konstrukcji zapłon mógł następować nawet do 45° przed GMP.

W przypadku niektórych konstrukcji silników oraz pewnych warunków eksploatacyjnych (zwykle związanych z emisją spalin) zapłon mógł następować tuż po GMP.

#### Optymalny czas zapłonu

Jest on kluczowym warunkiem wydajnego spalania, które przekłada się na dobrą wydajność silnika, oszczędności i mniejszą emisję szkodliwych spalin.

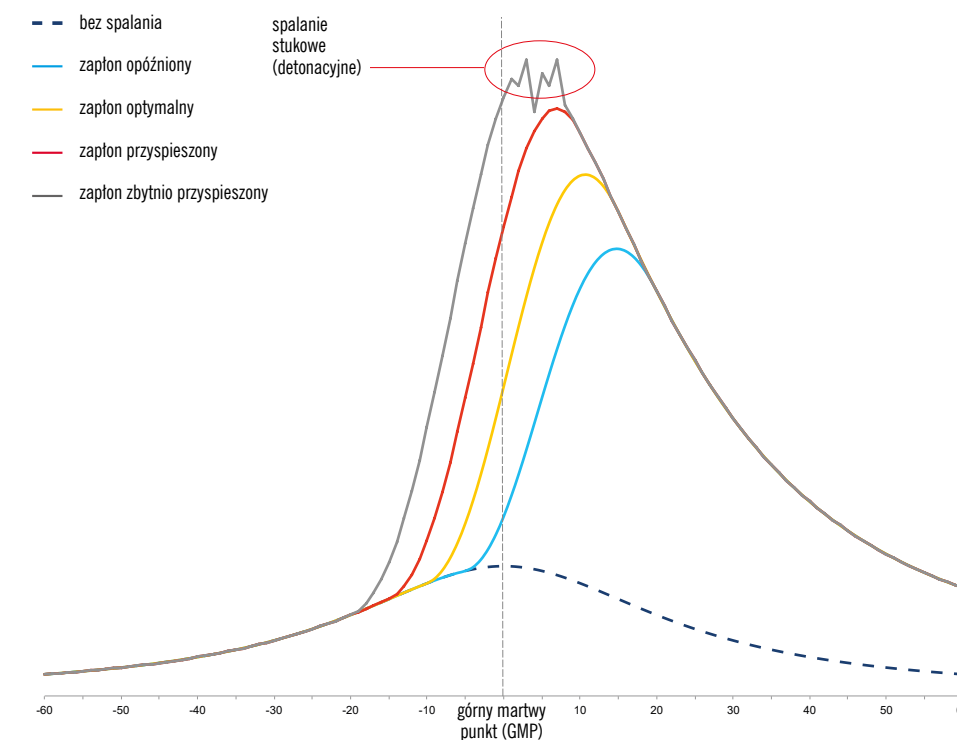


Jeżeli iskra powstanie zbyt wcześnie (zapłon przyspieszony), ciśnienie w cylindrze wzrośnie zbyt szybko, podczas gdy tłok wciąż unosi się, wykonując suw sprężania. Zbyt wczesny wzrost ciśnienia w cylindrze może spowodować spalanie stukowe.

Jeżeli iskra powstanie zbyt późno (zapłon opóźniony), wzrost ciśnienia w cylindrze również nastąpi zbyt późno. Tłok mógł już przemieścić się w dół cylindra, wykonując kolejny suw, przez co wzrost ciśnienia wywołany spalaniem będzie miał znacznie mniejszy wpływ na ruch tłoka w dół cylindra.

RYS. 11. ZAPŁON PRZYSPIESZONY

RYS. 12. ZAPŁON OPÓŹNIONY



RYS. 13. PORÓWNANIE ZAPŁONU PRZYSPIESZONEGO, OPÓŹNIONEGO I OPTIMALNEGO

#### Zapłon przyspieszony

Za wczesny zapłon mieszanki paliwa i powietrza powoduje zbyt wczesny wzrost ciśnienia i temperatury w cylindrze. Ciśnienie i temperatura mogą stać się zbyt wysokie i spowodować spalanie stukowe, w szczególności jeśli wzrost ciśnienia występuje w dużej mierze podczas unoszenia tłoka wykonującego suw sprężania (rys. 11).

#### Zapłon opóźniony

Za późny zapłon powoduje zbyt późny wzrost ciśnienia wywołany spalaniem. Tłok przemieszcza się w dół cylindra na większą odległość niż przy normalnej pracy, przez co siła zwiększonego ciśnienia popychająca tłok w dół cylindra jest mniejsza, wytworzone zostanie mniej mocy i wydajność silnika zmniejszy się (rys. 12).