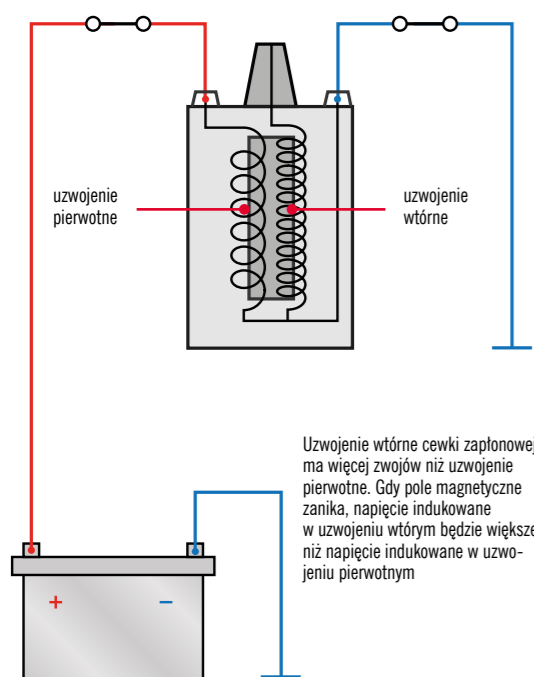


RYS. 5. INDUKCJA WZAJEMNA W SĄSIEDNIACH ZWOJACH DRUTU



RYS. 6. TRANSFORMACJA NAPIĘCIA W CEWCE ZAPŁONOWEJ

również drugą z cewek (to uzwojenie nazywamy wtórnym). Gdy prąd elektryczny zostanie wyłączony, pole magnetyczne gwałtownie zanika. Powoduje to indukcję napięcia zarówno w uzwojeniu pierwotnym, jak i wtórnym. Indukcję napięcia w uzwojeniu wtórnym nazywamy indukcją wzajemną (rys. 5).

Uzwojenie wtórne cewek zapłonowych posiada większą ilość zwojów niż uzwojenie pierwotne, podobnie jak w transformatorze, którego zadaniem jest zwiększenie napięcia wyjściowego w stosunku do napięcia zasilania. Z tego po-

wodu, gdy pole magnetyczne gwałtownie zanika, w uzwojeniu wtórnym indukuje się napięcie wyższe w porównaniu z napięciem indukowanym w uzwojeniu pierwotnym (rys. 6).

Uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej tworzy zwykle 150 do 300 zwojów drutu, a uzwojenie wtórne – od 15 000 do 30 000 zwojów. Liczba zwojów uzwojenia wtórnego jest więc ok. 100 razy większa od liczby zwojów uzwojenia pierwotnego.

Pole magnetyczne jest tworzone przez uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej. Uzwojenie to jest zasilane napięciem około 12 V z instalacji elektrycznej samochodu.

W momencie, gdy wymagany jest przeskok iskry elektrycznej na świecy zapłonowej, układ zapłonowy wyłącza przepływ prądu przez uzwojenie pierwotne, co powoduje gwałtowny zanik pola magnetycznego. Zanikające pole magnetyczne będzie indukowało w uzwojeniu pierwotnym napięcie wynoszące ok. 200 V, ale jednocześnie w obwodzie wtórnym indukowane zostanie stukrotnie wyższe napięcie, wynoszące ok. 20 000 V. Dzięki wykorzystaniu zjawiska indukcji wzajemnej oraz uzwojenia wtórnego, które ma 100 razy więcej zwojów niż uzwojenie pierwotne, możliwa jest transformacja napięcia 12 V, zasilającego uzwojenie pierwotne, w bardzo wysokie napięcie o wartości ok. 20 000 V. Proces ten nazywamy transformacją napięcia.

W cewce zapłonowej uzwojenia pierwotne i wtórne są nawinięte wokół żelaznego rdzenia. Wzmacnia i koncentruje on pole magnetyczne, dzięki czemu cewka zapłonowa umożliwia uzyskanie wyższych napięć.

Czas zasilania cewki zapłonowej

Gdy rozpoczyna się zasilanie prądem pierwotnego uzwojenia cewki zapłonowej, po krótkim czasie prąd osiągnie swoje maksymalne natężenie. Ponieważ natężenie pola magnetycznego (wielkość strumienia magnetycznego) obejmującego uzwojenia cewki jest proporcjonalne do natężenia przepływającego prądu, taki sam czas jest niezbędny, aby pole magnetyczne osiągnęło wymagane natężenie. Gdy natężenia prądu i pola

magnetycznego osiągają swoje wartości maksymalne, wówczas pole magnetyczne pozostaje stabilne.

Czas potrzebny do uzyskania przez pole magnetyczne maksymalnego natężenia jest często określany jako „czas ładowania” cewki zapłonowej.

Jeśli prąd elektryczny nie przepływa przez uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej wystarczająco długo, wówczas pole magnetyczne nie osiągnie wymaganego natężenia. Jeśli przepływa za długo – może nastąpić przegrzanie obwodów elektrycznych i uzwojenia pierwotnego.

Wymagany czas zasilania cewki zapłonowej jest różny w zależności od jej typu. Dla starszych konstrukcji wynosi ok. 4 milisekund, a dla wielu nowoczesnych cewek – ok. 1,5 milisekundy.

Czas, w którym uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej jest zasilane prądem elektrycznym, jest często określany jako „okres zwarcia” lub „czas zwarcia”. Nie chodzi tu, oczywiście, o zwarcie w obwodzie elektrycznym, lecz pozostawianie styków mechanicznego przerywacza w stanie zamkniętym.

W nowoczesnych układach zapłonowych okres zasilania jest sterowany elektronicznie w celu uzyskania pola magnetycznego o wymaganym natężeniu. Jednak w przypadku starszych układów, w których mechaniczny przerywacz zapłonu włącza lub wyłącza przepływ prądu przez uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej, jego ograniczenia konstrukcyjne powodują, że czas zasilania maleje wraz ze wzrostem prędkości obrotowej silnika.

Dlatego przy wyższych prędkościach obrotowych silnika skrócenie czasu zasilania cewki zapłonowej uniemożliwia polu magnetycznemu osiągnięcie wymaganego natężenia.

Tak, jak w każdym obwodzie elektrycznym, każda zmiana napięcia prądu powoduje zmiany jego natężenia. Jeśli rośnie napięcie prądu, którym instalacja elektryczna samochodu zasila uzwojenie pierwotne cewki zapłonowej, to rośnie również jego natężenie. Zwiększenie natężenia prądu skraca czas potrzebny do uzyskania wymaganego natężenia przez pole magnetyczne. Jednak spadek napięcia, a w konsekwencji również na-

tężenia prądu, wydłuża czas konieczny do osiągnięcia wymaganego natężenia. Niewielkie zmiany napięcia w instalacji elektrycznej pojazdu występują regularnie podczas normalnej jazdy, ale podczas rozruchu silnika może wystąpić mocny spadek, ponieważ znacznie maleje wówczas napięcie akumulatora. Obniżone napięcie istotnie wydłuża czas konieczny dla osiągnięcia przez pole magnetyczne wymaganego natężenia. W nowoczesnych, sterowanych elektronicznie układach zapłonowych każdy spadek lub wzrost napięcia jest kompensowany.

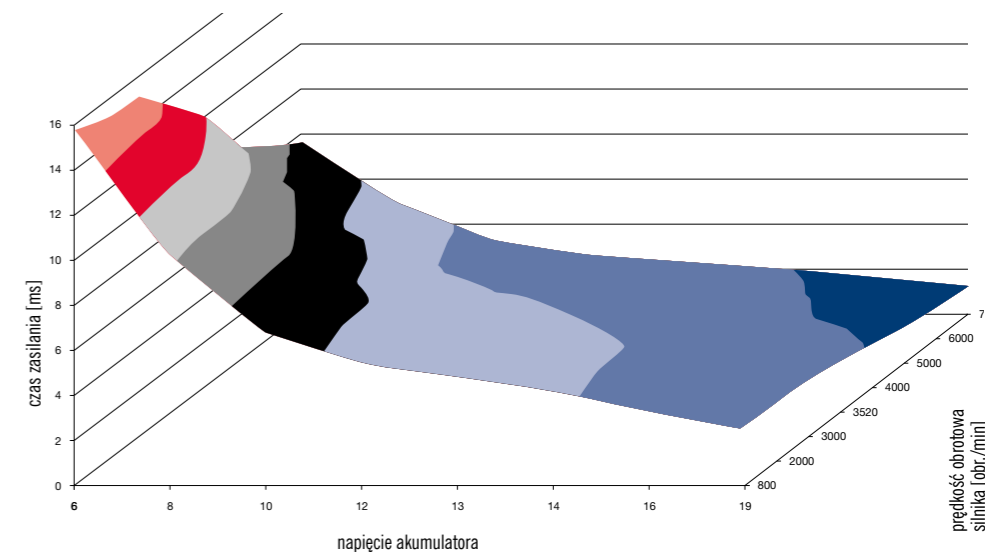
Na rys. 7 pokazana jest typowa charakterystyka czasu zasilania cewki zapłonowej (w milisekundach) nowoczesnego układu zapłonowego, w zależności od napięcia w instalacji elektrycznej samochodu i prędkości obrotowej silnika.

Moment zapłonu mieszanki

Termin ten jest używany do oznaczenia czasu, w którym na elektrodach świecy zapłonowej jest wyzwalana iskra. Informacja podawana jest jako kąt zawarty pomiędzy położeniem tłoka w chwili wyzwolenia iskry a górnym martwym położeniem tłoka (GMP) w czasie suwu sprężania. Kąt ten nazywamy kątem wyprzedzenia zapłonu i mierzymy w stopniach obrotu wału korbowego. Przykładowo na rys. 8 pokazane jest ustawienie wału korbowego i tłoka, gdy zapłon następuje 20° przed GMP.

Przyjmuje się, że osiągi silnika są najlepsze (moment obrotowy, moc i zużycie paliwa), gdy maksymalne ciśnienie w cylindrze występuje w przybliżeniu 10° po GMP (gdy tłok zaczyna poruszać się w dół cylindra). Jednakże moment wystąpienia iskry musi być ustawiony z wyprzedzeniem, w stosunku do momentu, w którym wymagane jest maksymalne ciśnienie. Bezpośrednio po wystąpieniu iskry mieszanka nie zapala się.

Ten bardzo krótki okres pomiędzy wystąpieniem iskry a początkiem procesu spalania mieszanki paliwowo-powietrznej jest nazywany czasem opóźnienia zapłonu. Potem potrzebny jest czas, aby płomień uzyskany przy inicjacji procesu spalania powiększał się, czyli propagował przez pozostałą część mieszanki wy-



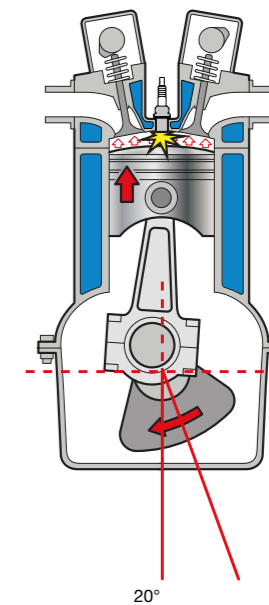
RYS. 7. W NOWOCZESNYM UKŁADZIE ZAPŁONOWYM CZAS ZASILANIA CEWKI JEST OKREŚLANY Z UWZGLĘDNIENIEM NAPIĘCIA AKUMULATORA I PRĘDKOŚCI OBROTOWEJ SILNIKA

pełniającej komorę spalania. Mieszanka spala się, a powstałe ciepło jest wykorzystywane do rozprężania gazów.

Czas pomiędzy momentem wystąpienia iskry a momentem osiągnięcia maksymalnego ciśnienia może wynosić około 2 milisekund. Z tego powodu iskra powinna być dostarczona ok. 2 milisekundy przed oczekiwanym wystąpieniem maksymalnego ciśnienia.

Dokładny czas pomiędzy momentem wystąpienia iskry a momentem, w którym ciśnienie w cylindrze osiąga maksymalną wartość, zależy od konstrukcji silnika i zmienia się w zależności od warunków jego pracy. Efektywność procesu spalania jest na ogół lepsza w średnim zakresie prędkości obrotowych, co powoduje skrócenie czasu opóźnienia zapłonu i samego procesu spalania. Zmiany obciążenia silnika, składu mieszanki paliwowo-powietrznej oraz udziału recyrkulowanych spalin wpływają na czas opóźnienia zapłonu i procesu spalania.

Rys. 9 pokazuje przykład, w którym maksymalne ciśnienie w cylindrze jest osiągane 10° po GMP, ale z powodu czasu opóźnienia zapłonu i czasu potrzebnego na proces spalania iskra jest dostarczana z wyprzedzeniem 2 milisekund. Wał korbowy silnika obraca się z prędkością 1500 obr./min, tak więc obrót o kąt 18° jest wykonywany w okresie 2 milisekund. Kąt wyprzedzenia zapłonu jest zatem ustawiony na 8° przed GMP i w tym momencie nastąpi przeskok iskry.



RYS. 8. KĄT WYPRZEDZENIA ZAPŁONU 20° – PRZESOK ISKRY NASTĘPUJE 20° PRZED GÓRNYM MARTWYM PUNKTEM (GMP)

Jeśli prędkość obrotowa silnika zostanie zwiększona z 1500 do 3000 obr./min (rys. 10), przy założeniu, że od momentu przeskoku iskry moment wystąpienia maksymalnego ciśnienia w cylindrze, powinien pozostać stały i wynosić 2 milisekundy, to w czasie 2 milisekund wał korbowy obróci się o 36° (obraca się o 18° przy 1500 obr./min). Dlatego, aby osiągnąć maksymalne ciśnienie w cylindrze przy 10° po GMP, kąt wyprzedzenia zapłonu musi zostać zwiększony do 26° przed GMP (w porównaniu z 8° przy 1500 obr./min).