

## Zasady bezpieczeństwa dotyczące diagnozowania hybrydowych układów napędowych

Osoba wykonująca czynności diagnostyczne instalacji wysokonapięciowej układu hybrydowego narażona jest na porażenie prądem o wysokim napięciu. Niebezpieczne dla człowieka wartości napięcia prądu zmiennego zaczynają się już od 25 V, a prądu stałego - od 60 V. Dlatego, choć nie ma takiego obowiązku, wskazane jest, zwłaszcza dla pojazdu uszkodzonego, wykonywanie czynności diagnostycznych zgodnie z zaleceniami normy SAE J 1766, *Recommended Practice for Electric, Fuel Cell and Hybrid Electric Vehicle Crash Integrity Testing*.

**W układach hybrydowych może wystąpić napięcie dochodzące do 650 V, które stanowi poważne zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka, dlatego podczas pomiarów należy przestrzegać następujących zasad bezpieczeństwa:**

- Diagnostowanie (i inne prace serwisowe) mogą wykonywać jedynie osoby, które przeszły specjalne szkolenie z zakresu znajomości napędów hybrydowych i posiadają wymagane kwalifikacje.
- Pomiarów mogą (wg zaleceń producentów) wykonywać tylko osoby posiadające uprawnienia do prac z instalacją elektryczną (z urządzeniami elektrycznymi zasilanymi napięciem do 1 kV).
- Przed przystąpieniem do prac przy układach hybrydowych osoba dopuszczona do tych prac powinna być ostrzeżona (poinstruowana) o grożących jej niebezpieczeństwach związanych z wysokim napięciem.
- Podczas wykonywania pomiaru diagnostycznego lub jakichkolwiek innych prac należy zwrócić uwagę na specjalne nalepki, tabliczki i piktogramy ostrzegawcze, umieszczone na różnych elementach układu elektrycznego, zasilanych wysokim napięciem; są to informacje o możliwości wystąpienia wysokiego napięcia i konieczności zachowania szczególnej ostrożności.
- Przed przystąpieniem do prac diagnostycznych w wysokonapięciowej instalacji elektrycznej należy wyłączyć zapłon (wyciągnąć kluczyk ze stacyjki i zabezpieczyć go przed nieuprawnionym dostępem) oraz odczekać od 5 do 10 minut, aby kondensatory układu wysokonapięciowego falownika uległy rozładowaniu; należy również odłączyć klemę ujemną (masową) od źródła napięcia 12 V i zabezpieczyć ją (np. zaizolować) przed przypadkowym zetknięciem z akumulatorem.
- Otoczenie (miejsce) wykonywania prac diagnostycznych powinno być oznakowane (np. znakiem ostrzegawczym o występowaniu w diagnozowanym pojeździe wysokiego napięcia) i zabezpieczone przed bezpośrednim dostępem osób postronnych.
  - Przed przystąpieniem do kontroli organoleptycznej elementów układu hybrydowego lub przyrządowych pomiarów diagnostycznych (np. kontroli ciągłości przewodów elektrycznych czy stanu ich izolacji) należy bezwzględnie wyłączyć zasilanie wysokim napięciem przez wyciągnięcie specjalnej zawory bezpieczeństwa oraz zabezpieczyć układ przed niekontrolowanym załączeniem.
  - Trzeba pamiętać o tym, że w akumulatorach wysokiego napięcia utrzymuje się ono nawet po ich rozłączeniu przez wyciągnięcie zwory bezpieczeństwa.
  - Należy mieć świadomość, że odłączenie zasilania z akumulatorów wysokonapięciowych nie gwarantuje braku występowania wysokiego napięcia w elementach układu.
  - Jeżeli przewiduje to procedura testowa producenta, należy sprawdzić brak występowania napięcia w odpowiednich punktach kontrolnych układu - pomiar miernikiem wysokonapięciowym powinien wykazać w punkcie kontrolnym napięcie 0 V.
  - Zabronione jest wykonywanie jakichkolwiek pomiarów elementów znajdujących się pod wysokim napięciem.
  - Pomiarów wewnątrz zespołów układu wysokonapięciowego są dozwolone tylko w miejscu wyznaczonym procedurami testowymi poszczególnych producentów.
  - Podczas pomiarów diagnostycznych należy przestrzegać specjalnych procedur pomiarowych, ustalonych przez producentów i określających rodzaj, sposób i kolejność wykonywania pomiarów.
  - Wymagane jest używanie specjalnej odzieży ochronnej, zwłaszcza elektroizolacyjnego (gumowego) fartucha ochronnego oraz elektroizolacyjnych rękawic (klasy 00 lub wyższej), na które zaleca się zakładanie dodatkowych rękawic zewnętrznych (skórzanych) w celu zabezpieczenia wewnętrznych rękawic lateksowych przed mechanicznym uszkodzeniem; wcześniej należy skontrolować ich szczelność (przez nadmuchiwanie do środka powietrza i sprawdzenie, czy nie wydostaje się na zewnątrz - nieszczelnych rękawic nie wolno używać).

- Przy pomiarach wskazane jest korzystanie ze specjalnych wysokonapięciowych mat izolacyjnych (1000 V), chroniących przed kontaktem z podłożem.
- Niektórzy producenci zalecają przeprowadzanie pomiarów i innych czynności kontrolnych (zwłaszcza przy akumulatorach wysokonapięciowych) w kasku ochronnym.
- Żadnych prac przy napędach hybrydowych nie wolno wykonywać osobom z rozrusznikami serca.
- Nie wolno otwierać akumulatorów wysokiego napięcia.
- Parametry elektryczne powinny być mierzone specjalnymi, przeznaczonymi do tego celu przyrządami, które mają odpowiednie zabezpieczenia i zakresy pomiarowe; przed rozpoczęciem pomiarów wskazania tych przyrządów powinny być zweryfikowane przy użyciu źródła o znanym wysokim napięciu.
- Wszelkiego rodzaju czynności diagnostyczne dotyczące układów hybrydowych (a także obsługowe czy naprawcze) powinny być wykonywane zgodnie z aktualnymi zaleceniami producenta pojazdu.

### **Uwagi końcowe**

Coraz więcej samochodów ma hybrydowe układy napędowe, stanowiące połączenie napędu mechanicznego (od silnika spalinowego) i elektrycznego. Rozwiązania napędów hybrydowych są zróżnicowane i zależne od realizowanych przez nie funkcji.

**W układach napędowych w pełni hybrydowych występują bardzo wysokie napięcia, dochodzące do 800 V, które są niebezpieczne dla zdrowia i życia człowieka. Diagnostowanie tych układów wymaga zachowania szczególnych środków ostrożności.**

Ocena stanu technicznego hybrydowego układu napędowego przeprowadzana jest głównie przez system autodiagnostyki, który dostarcza najwięcej informacji w tym zakresie.

**Stosowanie przyrządów do pomiarów wysokonapięciowych i kontrola organoleptyczna wymagają przestrzegania procedur bezpieczeństwa oraz zalecanej kolejności i sposobu wykonywania pomiarów.**