

Grażyna FRYDRYCHOWICZ-JASTRZĘBSKA*
Artur BUGAŁA*

WYBRANE NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA AKUMULATORÓW W POJAZDACH

Scharakteryzowano nowe funkcyjne rozwiązanie (w wersji podstawowej i zaawansowanej) Start & Stop, stosowane w pojazdach, ze szczególnym uwzględnieniem wymaganych w układzie akumulatorów. Akumulator stanowi najważniejszy element tego systemu, poprzez układ zarządzania akumulatora BMS, względnie - inteligentny sensor IBS połączony jest z elektroniką pokładową, co zapewnia stały monitoring jego stanu naładowania i współpracy z innymi podzespołami. Zilustrowano wybrane rozwiązania konstrukcyjno - technologiczne akumulatorów przeznaczonych do Start & Stop i scharakteryzowano ich parametry elektryczne. Opisano proces wymiany omawianych akumulatorów w pojeździe.

SŁOWA KLUCZOWE: system Start & Stop, akumulator AGM, system kontroli elektronicznej, odzysk energii

1. SYSTEM START & STOP

Pierwsze wzmianki o nowych możliwościach oszczędności paliwa w samochodach miały miejsce w latach siedemdziesiątych, za sprawą koncernu Toyota. Ówczesne badania wykazały zmniejszenie zużycia paliwa w ruchu Tokio o 10 % [1].

Na początku XXI wieku kolejne koncerny opracowywały rozwiązania Start & Stop i wprowadzały je do wybranych modeli: BMW w 2008 roku, Citroen pierwsze próby podejmował w 2006 roku, Fiat w latach 2008 - 2009, Ford - odpowiednio – 2010 - 2012, Hyundai w 2012 roku, Honda od 1999, IKCO od 2010 roku, KIA 2012 i Mazda w 2012 roku, Mahindra & Mahindra nawet od 2000 roku, Opel w 2011 roku, Renault w 2010 roku, Toyota najwcześniej, a poza Japonią od 2009 roku, Volvo od 2009 roku [4].

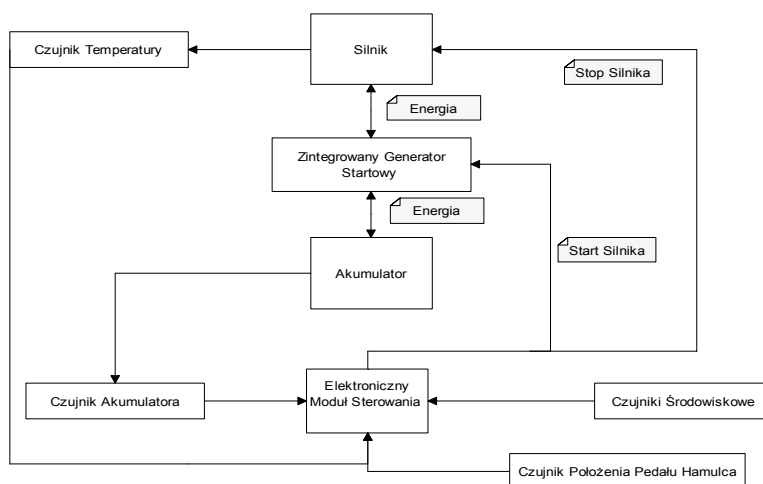
Nowe rozwiązanie zastosowane w pojazdach, funkcja Start & Stop, zyskuje na popularności, chociaż ma też przeciwników. Przewiduje się, że już w bieżącym roku w Europie około 70 % pojazdów będzie wyposażonych w ten system. W celu ograniczenia emisji współczesne pojazdy powinny być wyposażone w system Start & Stop w wersji podstawowej względnie nawet

* Politechnika Poznańska.

zaawansowanej. Technologia Start & Stop obniża emisję CO₂ od 8 do 10 %. Zgodnie z zaleceniami Unii Europejskiej, od roku 2015 emisja CO₂ nie może przekraczać 130 g/km, ale już za 5 lat nastąpi dalsze jej ograniczenie - do 95 g/km [2, 3, 5].

Ograniczanie emisji CO₂ realizowane jest poprzez wyłączenie silnika w momencie zatrzymania samochodu i ponowne jego uruchamianie przy kontynuacji jazdy. W wyniku tego, system Start & Stop charakteryzuje się dużo większą liczbą cykli rozruchu silnika (wyłączenie oraz start), a także zapotrzebowaniem odbiorników prądu (radio, światła, klimatyzacja) na energię przy wyłączonym silniku. Taki system pracy wymaga akumulatora o dużej niezawodności. W rozwiązaniu zaawansowanym konieczna jest również akumulacja energii hamowania w procesie rekuperacji oraz ograniczanie ładowania akumulatora podczas przyspieszania [2, 3, 5].

Wśród podstawowych elementów systemu Start & Stop należy wymienić rozrusznik o zwiększonej trwałości (tzw. szybka prądnica), skomplikowany elektroniczny układ monitorujący stan akumulatora i innych podzespołów, położenie pedału sprzęgła lub hamulca, temperaturę na zewnątrz oraz w kabinie, smarowanie turbosprężarki, ustawienia klimatyzacji, czujniki położenia wału korbowego i otwarcia przepustnicy, prędkość auta, układ sterujący ładowaniem baterii [7].



Rys.1. Schemat blokowy systemu kontroli elektronicznej pojazdu pracującego z systemem Start & Stop, opracowanie własne na podstawie [7]

System zaczyna działać w chwili zatrzymania pojazdu (korki uliczne, sygnalizacja świetlna). Po starcie systemu (gaśnię silnik) radio, klimatyzacja i światła nadal działają. Silnik pozostaje tak długo „wyłączony” jak długi będzie wymagany postój, względnie do wyczerpania baterii. Po zadziałaniu rozrusznika

(około 1 s), można niemal natychmiast kontynuować jazdę [7]. W niektórych rozwiązaniach czas ten można ograniczyć nawet do 0,35 s [4].

Na rysunku 1 przedstawiono schemat blokowy systemu kontroli elektronicznej pojazdu pracującego z omawianym systemem.

2. AKUMULATORY W POJAZDACH Z SYSTEMEM START & STOP

Układy Start & Stop wymagają akumulatorów o specjalnej konstrukcji. Do pojazdów z podstawową funkcją Start & Stop, bez funkcji odzyskiwania energii z siły hamowania, stosuje się akumulatory – EFB (Enhanced Flooded Battery), akumulatory – AGM (Absorbent Glass Mat - technologia wiązania elektrolitu w macie szklanej) - w samochodach z funkcją odzyskiwania energii z siły hamowania podczas rekuperacji. Do takich rozwiązań należą m.in. zasobniki VARTA Start - Stop (EFB) oraz VARTA Start - Stop Plus (AGM), produkcji Johnson Controls [2, 3].

Przykładowo, akumulator VARTA w wersji EFB jest akumulatorem kwasowo - ołowiowym, o wydłużonej żywotności. Charakteryzuje się tym, że jego płyty są grubsze od zastosowanych w rozwiązaniu konwencjonalnym a także - dodatkowo wzmocnione warstwą poliestru. Akumulator posiada kratkę dodatnią i kratkę ujemną PowerFrame cięto - ciągnioną. Wymagana jest wyższa wytrzymałość cykliczna (tu dwukrotnie), ze względu na zwiększoną liczbę cykli podczas eksploatacji. Rozładowywanie przebiega bez utraty funkcjonalności. Prąd rozruchowy, w porównaniu z konwencjonalnym akumulatorem, osiąga 115%. Odporność na głębokie rozładowania określana jest jako średnia.

Akumulator do wersji zaawansowanej VARTA Start Stop Plus (AGM), wyposażony jest w separatory z włókna szklanego, co umożliwia pełną absorpcję elektrolitu. Pozwala to na oszczędność paliwa, odzysk energii z rekuperacji, ograniczenie ładowania podczas przyspieszania. Akumulator posiada kratkę dodatnią i kratkę ujemną PowerFrame odlewaną.

Charakteryzuje go wytrzymałość cykliczna trzykrotnie (a nawet niekiedy czterokrotnie) większa niż w rozwiązaniu standardowym, a także znaczna moc rozruchowa przy niskim stanie naładowania. W porównaniu z konwencjonalnym akumulatorem prąd rozruchu osiąga tu 135%. Odporność na głębokie rozładowania jest duża [2, 3].

3. STANY PRACY W AKUMULATORACH Z SYSTEMEM START & STOP

W dalszym ciągu scharakteryzowano stany pracy systemu Start & Stop w wersji podstawowej i zaawansowanej [2].

Zasadę działania systemu w wersji podstawowej można podzielić na 3 etapy:

1. Akumulator uruchamia silnik.
 2. Podczas przerwy w czasie jazdy w wyniku postoju wymuszonego sytuacją na drodze, bieg pojazdu zmieniamy na jałowy, w celu zmniejszenia zużycia paliwa i emisji, silnik jest wyłączany przez system. W tym stanie pracy akumulator zasila klimatyzację, radio czy nawigację.
 3. Przy kontynuacji podróży silnik zapala się automatycznie, po wciśnięciu sprzęgła. Wówczas akumulator musi dostarczyć energię do uruchomienia silnika.
- W wersji zaawansowanej, zasada działania systemu Start & Stop:
1. System "zarządzania energią" podczas normalnej jazdy jak również przyspieszania wyłącza alternator "oszczędzając" energię (zwiększa się moc na koła). W tym rozwiązaniu akumulator podlega znacznym obciążeniom cyklicznym.
 2. Hamowanie umożliwia rekuperację energii. Energia kinetyczna pojazdu ulega zamianie na elektryczną, co pozwala doładować akumulator. Akumulator musi również działać prawidłowo przy niskim stopniu naładowania.
 3. Po zatrzymaniu pojazdu, system wyłącza silnik. Akumulator musi zapewniać energię dla rozrusznika, nawet przy głębokim rozładowaniu.

4. WYMIANA AKUMULATORA W ROZWIĄZANIU START & STOP

W rozwiązaniu Start & Stop wymiana akumulatora jest bardziej skomplikowana niż w standardowym [3]. Wynika to przede wszystkim z połączenia z elektroniką pokładową konieczną do zapewnienia monitoringu poprzez system zarządzania akumulatora (BMS - Battery Management System) lub inteligentny sensor (IBS - Intelligent Battery Sensor). Niejednokrotnie akumulator zamontowany jest w nietypowych miejscach, co dodatkowo utrudnia proces wymiany. Dopuszcza się wyłącznie stosowanie akumulatorów przeznaczonych do tego systemu (np. Varta Start & Stop w technologii EFB i AGM). Akumulatory konwencjonalne mogą spowodować awarie elektroniki, maleje też znacząco czas pracy samego akumulatora. Przykładowo konwencjonalny akumulator kwasowo - ołowiowy traci podczas jednego tygodnia współpracy z systemem Start & Stop 7-16 % swojej pojemności ładowania [3, 5].

W celu ułatwienia wymiany akumulatora w pojeździe z systemem Start & STOP przygotowano specjalny program serwisowy Varta Start & Stop VSSP, a Exide Technologies opracował program Exide Synergy. Przygotowano również odpowiednie urządzenia VSSP 2.0 (VARTA) oraz BRT - 12 (Exide) przeznaczone do diagnostyki z tego zakresu [2, 3].

Zaleca się również przeprowadzić rejestrację akumulatora w pojazdach wyposażonych w BMS i/lub IBS [2, 3].

5. WYBRANE ROZWIĄZANIA AKUMULATORÓW START & STOP

Scharakteryzowano wybrane rozwiązania akumulatorów Start & Stop.

Bezobsługowy akumulator VARTA G14 START & STOP PLUS z technologią AGM (Absorbent Glass Mat), o parametrach 12 V, 95 Ah, 850 A przeznaczony jest dla samochodów wyposażonych w funkcję odzysku energii w trakcie hamowania (rekuperacja). Akumulator musi zapewnić natychmiastowy rozruch silnika (w chwili naciśnięcia pedału sprzęgła), wyłączonego przez system Start & Stop. Akumulatory VARTA G14 START & STOP PLUS z technologią AGM, należą do najbardziej wydajnych, charakteryzują się wydłużonym czasem życia i dużą mocą rozruchową, ich wytrzymałość cykliczna w odniesieniu do standardowych akumulatorów osiąga nawet 4 - krotną wartość. Zaabsorbowany całkowicie przez separator elektrolit wywiera nacisk na masę czynną. Wynikiem tego jest redukcja utraty masy czynnej. Akumulatory te są całkowicie odporne na wstrząsy i wycieki [6].

Opisywany akumulator przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Akumulator VARTA G14 START & STOP PLUS z technologią AGM
[foto Grażyna Frydrychowicz – Jastrzębska]

Exide, akumulator bezobsługowy, wykonany w technologii Micro - Hybrid ECM P z funkcją Start & Stop, o parametrach 12 V, 80 Ah, 720A, przeznaczony jest do pojazdów mikrohybrydowych. Dzięki technologii ECM (Enhanced Cycling Mat) zapewnia optymalne działanie w pracy pojazdu z systemem Start & Stop. Liczba rozruchów jest bardzo duża, nawet kilkadziesiąt razy większa niż w rozwiązaniu konwencjonalnym. Akumulator Exide 80 Ah 720 A EL800 ECM P z funkcją Start & Stop charakteryzuje się czasem życia dwukrotnie większym, w zestawieniu z rozwiązaniem standardowym. Jest całkowicie bezobsługowy i w 100 % hermetyczny, co gwarantuje bezpieczeństwo przy instalowaniu pod maską i wysoką odporność na pracę w niekorzystnych warunkach temperaturowych [6].

Exide Micro - Hybrid ECM P z funkcją Start & Stop pokazano na rysunku 3.



Rys. 3. Akumulator Exide 80 Ah 720 A EL800 ECM P+ Start Stop
[foto Grażyna Frydrychowicz – Jastrzębska]

Na rysunku 4 przedstawiono akumulator bezobsługowy Exide, wykonany w technologii AGM P+ Start Stop, o parametrach 70 Ah 760 A EK700.



Rys. 4. Akumulator Exide 70Ah 760A EK700 AGM P+ Start Stop
[foto Grażyna Frydrychowicz - Jastrzębska]

Akumulator Micro - Hybrid, Exide AGM (Absorbent Glass Mat) należy do rozwiązań o najbardziej zaawansowanej technologii. Dobrze sprawdza się nawet w ekstremalnych zastosowaniach pracy cyklicznej. Dotyczy to zdolności przyjęcia wysokiego ładunku, jak i działania przy częściowym naładowaniu, może być zatem stosowany w rozwiązaniach z rekuperacją energii z hamowania. Posiada trzykrotnie wyższą wydajność niż analogiczny akumulator standardowy [6].

Akumulator Exide Micro - Hybrid AGM jest dedykowany szczególnie dla pojazdów z napędem Micro-Hybrid, wyposażonych w system Stop & Start, a także w układ hamowania rekuperacyjnego. Zapewnia wydłużony okres użytkowania, czas życia jest trzykrotnie dłuższy niż dla standardowego rozwiązania (zgodnie z EN 50342). Wartość prądu rozruchowego jest podwyższona o 30 %. Akumulator VRLA stanowi układ hermetycznie zamknięty, wyposażony w system zastawek kontrolującym ciśnienie, system rekombinacji gazu.

Jakość zgodna jest z normą „Original Spare Part” [6].

Ciekawym rozwiązaniem jest akumulator bezobsługowy EXIDE Marine Multifit Equipment Gel ES, o parametrach 12 V, 56 Ah, 460 A. Akumulatory z grupy START & STOP są przeznaczone do rozruchu silnika łodzi lub na jachtach, do zasilania urządzeń nawigacyjnych, awaryjnych, zabezpieczających i innych. Ze względu na to, że ulegają one częściowemu lub głębokiemu rozładowaniu, zaleca się zastosowanie specjalnej technologii EQUIPMENT wraz z procedurą ładowania. Daje to najlepsze parametry i dobry czas eksploatacji. Pojemności tych akumulatorów przyjmują wartości z przedziału: od 290 Wh do 2400 Wh, stanowią optymalną opcję zasilania urządzeń elektrycznych [6].

Akumulator EXIDE Marine Multifit Equipment Gel ES pokazano na rys. 5.



Rys. 5. Akumulator EXIDE Marine Multifit Equipment Gel ES 650 Wh
[foto Grażyna Frydrychowicz - Jastrzębska]

6. PODSUMOWANIE

1. Oszczędność w zużyciu paliwa w samochodach z systemem Start & Stop jest wynikiem nie tylko wyłączonego silnika samochodu. Duży udział w oszczędnościach ma zmniejszenie wykorzystywania mocy silnika przez elementy elektryki. Pojazdy wyposażone w taki system, w zestawieniu z analogicznymi bez funkcji Start & Stop, spalają w praktyce maksymalnie o 3 – 10 % mniej. Wyższa wartość dotyczy jazdy po mieście. Przykładowo, Opel Corsa z silnikiem 1.3 CDTI zużywa o 0,5 l/100 km mniej w cyklu miejskim. Niestety wydłuża się przy tym nieznacznie czas podróży.
2. Drugi, nie mniej ważny aspekt sprawy, to ekologia. Emisja CO₂ w pojazdach z systemem Start & Stop zostaje zmniejszona o kilkanaście procent w stosunku do analogicznej, w konwencjonalnych rozwiązaniach.
3. Mimo, że jednostki z układami automatycznego wyłączania w Start & Stop są tak skonstruowane, że są odporne na liczne zatrzymania i starty, należy liczyć się z większymi kosztami części zamiennych oraz serwisu.

4. W takim rozwiązaniu zdecydowanie największe wyzwania stawia się przed akumulatorem: w czasie jazdy stanowi wyłączne zasilanie odbiorników energii elektrycznej, co sprawia, że podlega znacznym obciążeniom cyklicznym, podczas hamowania musi mieć zdolność szybkiego ładowania, musi sprawnie funkcjonować nawet przy niskim stopniu naładowania, przy silnym rozładowaniu musi posiadać choć znikomą ilość energii elektrycznej dla rozrusznika do ponownego startu.
5. Zaleca się stosować wyłącznie akumulatory przeznaczone do opisanego systemu (np. Varta Start Stop w technologii EFB i AGM). Akumulatory konwencjonalne mogą nie tylko ulec uszkodzeniu, ale i być przyczyną uszkodzeń współpracujących zespołów, przede wszystkim elektroniki.
6. Ważna jest również prawidłowa diagnostyka i wyposażenie warsztatów w odpowiedni sprzęt diagnostyczny [2].

LITERATURA

- [1] Dunham B. (October 1974). Automatic on/off switch gives 10-percent gas saving. Popular Science. p. 170.
- [2] Jastrzębska G.: Akumulator jako źródło energii, WNT, Warszawa, 2015, w druku.
- [3] Hańczka W.: Wymiana akumulatora w pojazdach z systemem Start&Stop, www.motofocus.pl, 15 Października 2013.
- [4] en.wikipedia.org/wiki
- [5] www.auto-swiat.pl
- [6] <http://sklep.prostowniki-akumulatory.pl>
- [7] <http://dontbelieveinstereotypes.blogspot.com/2012/06/startstop-coto.html>

SELECTED MODERN BATTERIES SOLUTIONS IN VEHICLES

A new functional solution (in basic and advanced form) Start & Stop, used in vehicles, is characterized including required battery system. The battery is the most important element of this system, using battery management system BMS, respectively - IBS intelligent sensor is connected to the electronics board, which provides constant monitoring of the state of charge and cooperation with other components. Selected technological solutions of batteries for Start & Stop system are illustrated and electrical parameters are presented. The process of replacing the batteries in vehicles is described.