

Ocena akumulatorów dostępnych na polskim rynku w teście zimowym

Piętnastu wspaniałych?

Z akumulatorem ołowiowym, gdyż o nim tu będzie mowa, jest trochę tak, jak z naszym zdrowiem. Interesujemy się nim najczęściej dopiero wtedy, gdy się zepsuje. Kawa, alkohol, papierosy i niehigieniczny tryb życia szkodzą naszemu zdrowiu. Podobnie i akumulator potrzebuje prawidłowej i regularnej obsługi. To właśnie w zimie wielu kierowców zaczyna sobie zdawać sprawę z pozorności swojej ewentualnej oszczędności przy zakupie akumulatora. Konsekwencją oszczędnego doboru akumulatora jest konieczność zastąpienia go w krótkim czasie następnym. Ponieważ akumulator traci w sposób odwracalny swoje parametry (pojemność i prąd rozruchowy) w proporcji około 1 % na 1 °C, to w okresie zimowym, przy dużych mrozach możemy przyjąć, że nasz akumulator może być nawet o 50% słabszy niż w lecie. W związku z tym „wybacza” on nam mniej nieprawidłowości w eksploatacji.

Redakcja „Transportu Polskiego” podjęła się zadania polegającego na wystawieniu opinii o dostępnych na rynku polskim akumulatorach przeznaczonych do lekkich pojazdów dostawczych.

Minęły już 144 lata...

Uplynęły 144 lata od daty zbudowania pierwszego akumulatora elektrochemicznego. I chociaż powstały dziesiątki obiecujących pomysłów i konstrukcji, akumulator stanowi ciągle najsłabszy element wielu urządzeń, nie tylko pojazdów samochodowych.

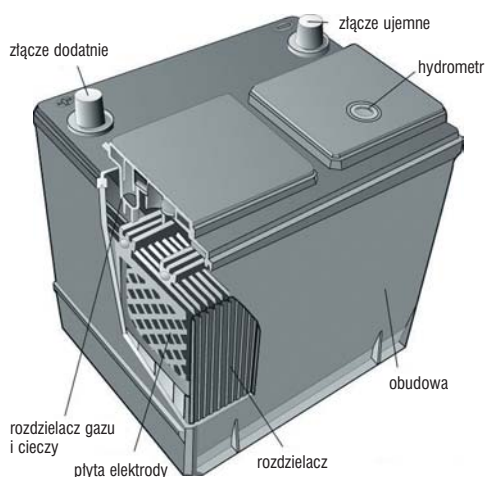


W połowie XIX wieku u znanego fizyka francuskiego Aleksandra Becquerela pracował młody asystent Gaston Planté. Wkładem Gastona do wzrostu rodzinnej sławy był nieśmiertelny wynalazek akumulatora ołowiowego. Planté skoncentrował się na badaniu procesów elektrochemicznych zachodzących pod wpływem przepływającego prądu przez dwie płytki ołowiu zanurzone w roztworze kwasu siarkowego. Wybór okazał się trafny. Kolejne eksperymenty doprowadziły w 1859 roku do powstania akumulatora ołowiowego. Dzisiaj, po 144 latach, nadal powszechnie korzystamy z tego rozwiązania. Pomimo jednak wprowadzenia ostatnio wielu rozmaitych udoskoaleń: nowych metod produkcji elektrod, nowego typu separatorów, opracowania sposobów regenerowania wody traconej z elektrolitu podczas ładowania (tzw. akumulator bezobsługowy), podstawowe parametry tego akumulatora poprawiono zaledwie nieznacznie w porównaniu do produkowanych przed wojną. I choć szuka się nowych rozwiązań opartych przede wszystkim na nowych materiałach i technologiach (akumulatory zasadowe, niklowo-kadmowe, niklowo-żelazowe, srebrno-cynkowe, srebrno-kadmowe, niklowo-cynkowe, litowe, niklowo-wodorkowe, litowo-polimerowe, całkowicie polimerowe, wanadowe) w najbliższym czasie nie zanoszą się na bardziej radykalną zmianę.

Ogólna budowa akumulatora ołowiowego

Stosowane obecnie w pojazdach samochodowych akumulatory składają się z kilku połączonych szeregowo ogniw, które są umieszczone w obudowie. Ogniwo akumulatora składa się z zespołu płyt akumulatorowych dodatnich i ujemnych, zanurzonych w elektrolicie (kwas siarkowy i woda destylowana). Z dwu skrajnych ogniw wyprowadzono po jednej końcówce. Są to tzw. końcówki biegunowe akumulatora: dodatnia i ujemna. Mają one kształt ściętych stożków o tej samej wysokości (ok. 17 mm), ale o różnych średnicach. Końcówka biegunowa dodatnia ma średnicę większą. W niektórych rozwiązaniach akumulatorów oznaczenie biegunowości umieszcza się na powierzchni bloku lub wieczka. Końcówki biegunowe są przeznaczone do połączenia akumulatora z obwodem elektrycznym samochodu. Ponieważ napięcie nominalne jednego ogniwa wynosi 2V, liczba ogniw zależy od wymaganego napięcia akumulatora. Jest ich 6 w akumulatorach 12-woltowych i 3 w 6-woltowych.

Poziom elektrolitu w każdym ogniwie powinien w zasadzie znajdować się na wysokości 10 - 12 mm ponad płytami (jeżeli instrukcja obsługi pojazdu nie podaje inaczej). Elektrolit należy zawsze utrzymywać na poziomie zgodnym z przepisami wytwórcy akumulatorów. Wszystkie płyty akumulatora są



wykonane z ołowiu w kształcie kratownicy wypełnionej tzw. masą czynną. Masą czynną płyt dodatnich w stanie naładowanym jest dwutlenek ołowiu (PbO_2), a w stanie wyladowanym siarczan ołowiu ($PbSO_4$). Prawidłowo naładowana płyta dodatnia jest barwy ciemnobrązowej; po wyladowaniu płyta staje się jasnobrązowa. Masą czynną płyt ujemnych w stanie naładowanym jest ołów gąbczasty (Pb), a w stanie wyladowanym - siarczan ołowiaowy. Dobrze naładowana płyta ujemna jest barwy szaroniebieskiej (stalowej); po wyladowaniu płyta staje się ołowianoszara. Płyty dodatnie i ujemne są ustawione w ogniwie na przemian, przy czym płyt ujemnych jest zawsze o jedną więcej niż dodatnich. Mają one kształt drobno dziurkowanej, cienkiej płytki, pofalowanej lub pokarbowanej - w celu utrzymania jednakowego odstępu między płytkami ołowowymi i umożliwienia wprowadzenia większej ilości elektrolitu. Odległość między płytami jest na tyle duża, by zmieściły się tylko przekładki separacyjne, których zadaniem jest niedopuszczenie do mechanicznego zwarcia płyt dodatnich z ujemnymi oraz zapobieżenie przepływowi zanieczyszczeń od płyty do płyty. Bez względu na rodzaj użytego materiału separator powinien umożliwiać swobodne przemieszczanie się elektrolitu wokół powierzchni płyt oraz przepływ prądu jonowego. Płyty ogniowe są łączone w zestawy jednoimienne za pomocą mostków biegunowych przewodzących prąd elektryczny. W ogniwie jest jeden zespół płyt ujemnych i jeden dodatnich. Połączenie szeregowe polega na tym, że końcówka biegunowa dodatnia pierwszego ogniwa jest połączona łącznikiem z końcówką biegunową ujemną dru-

giego ogniwa, a końcówka biegunowa dodatnia drugiego ogniwa z końcówką biegunową ujemną trzeciego ogniwa itd. Poszczególne ogniwa akumulatora są przykryte pokrywą, w której znajdują się trzy otwory. Dwa skrajne służą do wyprowadzenia końcówek biegunowych ogniwa, a otwór środkowy z gwintem, zamykany wkręcanym korkiem, umożliwia napełnianie ogniwa elektrolitem. Po założeniu pokrywy szczeliny między naczyniem ogniwa a pokrywą zalewa się masą zalewową. W obecnych akumulatorach stosuje się tzw. monowieczko, tj. pokrywę jednocześnie. Akumulatory z wieczkami monolitycznymi (monowieczkami) są nierozbieralne. Otwory wlewowe zakrywa się specjalnymi korkami. Mają one otwory przeważnie labiryntowe dla umożliwienia wydostania się na zewnątrz gazów (tleny i wodoru) wydzielających się z ogniw podczas ładowania. Otwory wlewowe służą do wlewania elektrolitu, do pobierania próbek elektrolitu do pomiaru gęstości oraz kontroli i uzupełniania jego poziomu.

Elektrolitem jest wodny roztwór kwasu siarkowego, chemicznie czystego o gęstości w akumulatorze w pełni naładowanym równej $1,28 \text{ g/cm}^3$. Zarówno kwas, jak i woda muszą być bez żadnych zanieczyszczeń. Nawet nieznaczne zanieczyszczenie powoduje przedwczesne zużycie akumulatora. W każdym ogniwie na zestawach płyt jest ułożony dziurkowany pasek z tworzywa sztucznego (tzw. wkładka ochronna) spełniający rolę tłumika wahań poziomu elektrolitu,



Badania odbyły się przy temp. ok 0°C . Wykorzystaliśmy do nich Fiata Doblo 1.9 JTD z 2002 roku.

Ocena: bardzo dobry
Akumulator: TAB Topla
Mocne i słabe strony:

- + estetyczny wygląd
- + bardzo długi czas wyladowania
- + małe gabaryty
- + bardzo lekki
- mało informacji na obudowie
- brak adresu producenta



Ocena: wystarczający
Akumulator: SilverStar 60Ah
Mocne i słabe strony:

- + długi czas wyladowania
- + sporo informacji na akumulatorze
- + niska cena
- nieciekawny wygląd
- zmierzony prąd rozruchu tylko nieznacznie przewyższa znamionowy podany na obudowie



Ocena: dobry +
Akumulator: Delphi Standard
Mocne i słabe strony:

- + małe gabaryty
- + bardzo lekki
- + powtarzalność wyników wśród zakupionych akumulatorów
- + podstawowe informacje o akumulatorze, ale za to w 10 językach
- nieosłonięte końcówki zacisków



Ocena: dobry
Akumulator: Akuma Comfort
Mocne i słabe strony:

- + małe wymiary
- + czarna obudowa, ale dość ładna
- bardzo ciężki
- tylko jedna zatyczka na końcówkę „+”
- opis nie przetłumaczony z języka czeskiego (tylko niewielka nalepka po polsku)



Ocena: dobry
Akumulator: ZAP Piastów
Mocne i słabe strony:

- + estetyczny wygląd
- + bardzo bogata informacja o akumulatorze i firmie
- duże gabaryty
- rączka mocno „wpija” się w dłoń
- dość znaczący rozrzut zmierzonych parametrów wśród zakupionych akumulatorów



Ocena: przeciętny
Akumulator: Batcar EuroStart 60Ah
Mocne i słabe strony:

- + bardzo niska cena
- akumulatory były nie doładowane
- galimatias językowy na obudowie (niemiecki, angielski, malutka nalepka po polsku)
- bardzo krótki czas wyladowania jak na akumulator 60 Ah
- zbyt optymistycznie podana wartość rozruchu



które występują podczas jazdy samochodu (płyty powinny być zawsze zanurzone w elektrolicie).

Kupujemy akumulator

Każdy kierowca, średnio raz na 2-4 lata staje przed koniecznością zakupu nowego akumulatora. Dylemat polega na wyborze marki i parametrów oraz na wyborze miejsca zakupu tego urządzenia. Przed testem redakcja przygotowała specjalną ankietę, którą rozpoznała wśród przypadkowych kierowców i właścicieli taksówek. Co się okazało? O zgrozo! Większość z nas nie ma pojęcia o podstawowych parametrach akumulatorów, a wybór rodzaju tego urządzenia często sprowadza się do tych najtańszych, które niejednokrotnie dodatkowo zostały solidnie zareklamowane przez nie zawsze kompetentnego sprzedawcę. Szukamy przeważnie akumulatorów do określonej marki, np. do Forda, a nie o określonych parametrach ustalonych przez producenta auta. Stąd biorą się właśnie błędy w złym doborze akumulatora. Często zdarza się, że kierowca nie kupuje akumulatora takiego, jaki zaleca producent, tylko mniejszy, tańszy. W rezultacie akumulator eksploatowany niezgodnie z przeznaczeniem (za mały) w szybkim tempie ulega zniszczeniu, co powoduje konieczność zakupu następnego akumulatora - oszczędność pozorna.

Jedyny ankietowy wynik pozytywnie świadczący o nas - użytkownikach, to taki, że szukamy nierzadko znanych i renomowanych marek producentów: Bosch, Varta i Centra wymieniane były najczęściej.

Parametry kupowanego urządzenia kierowcy dobierają zazwyczaj na podstawie poprzednio zastosowanych. Kłopot zaczyna się, gdy ma on stare i nieczytelne dane lub zastosowano uprzednio nieprawidłowe parametry. Jedyną pomocą jest wtedy dobry katalo-

g oraz duża wiedza sprzedawcy w zakresie doboru akumulatora. Kierowcy powinni przywiązywać także wagę do miejsca zakupu. Dobre miejsce zakupu - to takie, w którym sprzedawcy są w stanie udzielić wyczerpujących informacji na temat prawidłowości zastosowania. Również pożądane jest, by punkt sprzedaży posiadał w miarę możliwości pełną gamę akumulatorów, co pozwala uniknąć konieczności kompromisowych zastosowań.

Obecnie dobrą opinią cieszą się te sieci sprzedaży, które potrafią w miarę bezboleśnie rozpatrzyć reklamację. Ilość zasadnych reklamacji mieści się w granicach 1%, cała reszta jest spowodowana wadliwą eksploatacją. Różnice w zawodności różnych marek są nieznaczne i mieszczą się w ułamku procenta. Problem reklamacji leży gdzie indziej i wynika z proporcji reklamacji będących skutkiem wad fabrycznych, do reklamacji będących wynikiem wadliwej eksploatacji. Proporcja ta to około 1:12. Można obrazowo powiedzieć, że na każde sprzedane 120 akumulatorów, trafia do serwisu do reklamacji 10 sztuk, z czego 1 sztuka zostaje uznana za fabrycznie wadliwą.

Przyczyny niesprawności akumulatorów

Producenci akumulatorów ołowianych określają trwałość tych urządzeń na około 6-7 tysięcy uruchomień. Związane jest to z naturalnym procesem wypadania mas czynnych z płyt ogniwowych w trakcie całej eksploatacji. Akumulator wyeksploatowany charakteryzują zmniejszone parametry (pojemność i prąd rozruchowy), oraz bardziej lub mniej wyraźna zmiana barwy elektrolitu z klarownego na mętny. Akumulatora wyeksploatowanego nie da się „reanimować” w sposób trwały - nadaje się tylko do wymiany.

Obserwujemy dwie główne przyczyny występowania niesprawności akumulatora z winy producenta: są to przerwa i zwarcie wewnętrzne. Zwarcie wewnętrzne akumulatora może powstać na skutek uszkodzenia separatora (w trakcie montażu, przez obce ciało umieszczone pomiędzy płytą a separatorem itp.). Akumulator ze zwarcie wewnętrznym charakteryzuje się zazwyczaj obniżonym napięciem na zaciskach i znacznie ograniczonym i niestabilnym prądem rozruchowym. Akumulator ze zwarcie wewnętrznym nie nadaje się do dalszej eksploatacji ani do naprawy, należy go wymienić na nowy w ramach udzielonej przez producenta gwarancji. Niesprawności akumulatora wynikające z wadliwej eksploatacji są najczęściej spotykaną przyczyną reklamowania tych urządzeń w serwisach. Podstawowym błędem, popełnianym przez użytkowników akumulatorów, jest całkowity brak zainteresowania instrukcją obsługi. Bardzo dużo tych urządzeń nie zostało zniszczonych, gdyby użytkownik w porę zlokalizował czynnik mający zgubny wpływ na stan akumulatora. Niestety, wielu kierowców twierdzi, że nie interesuje ich instrukcja obsługi, gdyż kupili nowy akumulator. Niestety, nie biorą pod uwagę, że gwarancja udzielana jest wyłącznie na wady fabryczne. Zakłada się przy tym prawidłową eksploatację i stosowanie się użytkownika do instrukcji obsługi.

Prawidłowa eksploatacja

Oto kilka praktycznych porad dotyczących prawidłowej eksploatacji akumulatorów:

- Akumulator powinien być utrzymany w stanie suchym i czystym,
- Części metalowe powinny być natłuszczone,
- Przy każdym przeglądzie powinno się zlecić serwisowi kontrolę poziomu i pomiar gęstości elektrolitu

Dane ogólne o badanych akumulatorach:

	1	2	3	4	5	6	7	
Producent	TAB S.A. Słowenia	ZAP Sznajder Batterien S.A. Polska	ZAP Piastów S.A. Polska	Akuma - FIAMM Group S.A. Czechy	ZAP Piastów S.A. Polska	Robert Bosch GmbH Austria	Varta AG Niemcy	
Adres internetowy	www.tab-rm.si	www.zap.pl	www.zap.pl	www.akuma.com.pl	www.zap.pl	www.bosch.pl	www.varta.com	
Typ:	Topla	Ultra	Silver Star	Comfort	Zap Piastów	555 059 042	555 059 042	
Pojemność	55 Ah	55 Ah	60 Ah	55 Ah	55 Ah	55 Ah	55 Ah	
Prąd rozruchu wg EN	480 A	480 A	520 A	480 A	480 A	420 A	420 A	
Prąd rozruchu wg IEC	285 A	285 A	315 A	285 A	285 A	240 A	240 A	
Wymiary dł./szer./wys. [mm]	242 x 175 x 175	242 x 175 x 190	242 x 175 x 190	242 x 175 x 175	242 x 175 x 190	242 x 175 x 190	242 x 175 x 190	
Masa [kg]	13,90	13,95	14,20	15,20	14,6	14,35	15,60	
Gwarancja [miesiące]	24	24	24	24	24	24	24	
Cena zakupu brutto [zł]	180,62	150,00	129,99	168,16	154,88	195,20	189,61	

(poziom elektrolitu dobrze też czasem samemu sprawdzić w okresach między przeglądami),

- Akumulator powinien być dobrze zamocowany w pojeździe, a zaciski biegunowe dobrze zaciśnięte i zabezpieczone warstwą wazeliny bezkwasowej,
- Powinno unikać się całkowitego wyładowania akumulatora (nie zostawiamy włączonych odbiorników prądu po wygaszeniu silnika),
- Jeżeli nie używamy akumulatora, dobrze jest go doładowywać co trzy tygodnie.

Niedoładowanie może być spowodowane:

- Złym działaniem prądnicy,
- Złym działaniem alternatora,
- Niewłaściwym działaniem regulatora napięcia,
- Luźnym paskiem klinowym,
- Ubyt看kami prądu z instalacji elektrycznej,
- Zbyt dużą ilością odbiorników prądu,
- Luźno dokręconymi złączami (klemy),
- Niesprawnymi, zanieczyszczonymi elektrodami świec zapłonowych,
- Zbyt małą zawartością elektrolitu,
- Zasiarczeniem elektrod samej baterii.

Z nastaniem zimy mogą wystąpić pierwsze kłopoty z rozruchem silnika samochodu. Nie zawsze winę za te kłopoty ponosi akumulator, ale od jego sprawności w dużej mierze zależy dobry rozruch. Wraz ze spadkiem temperatury otoczenia (także elektrolitu) obniża się pojemność elektryczna akumulatora. Pojemność akumulatora przy danej temperaturze otoczenia jest następująca:

- 100% pojemności w temperaturze +25°C,
- 80% pojemności w temperaturze 0°C,
- 70% pojemności w temperaturze -10°C,
- 60% pojemności w temperaturze -

25°C.

Dla akumulatorów częściowo rozładowanych pojemności będą proporcjonalnie mniejsze. Pobór energii jest zwiększony z powodu wymogu jazdy z włączonymi światłami drogowymi. Obniżenie temperatury powoduje również zastyganie oleju. W skrzyniach korbowej i biegów, wzrastają opory, jakie musi pokonać rozrusznik, stąd rośnie prąd pobierany z akumulatora podczas rozruchu.

Przed sezonem zimowym należy więc:

- Sprawdzić poziom i gęstość elektrolitu, ewentualnie uzupełnić poziom i doładować według instrukcji producenta. Poziom możemy uzupełniać sami, dolewając wody destylowanej, (chyba, że jest to akumulator bezobsługowy, który tej czynności praktycznie nie wymaga). Obecnie, praktycznie wszystkie sprzedawane na rynku akumulatory spełniają normę bezobsługowości. Otóż norma bezobsługowości mówi jedynie o ilości konsumowanej w czasie eksploatacji wody. Im akumulator spełnia ostrzejszą normę bezobsługowości, tym mniej wody zużywa i tym rzadziej trzeba będzie uzupełniać ją w elektrolicie.

- W samochodach z prądnicą prądu stałego, gdzie może występować ujemny bilans energetyczny, w razie potrzeby trzeba doładować akumulator poza pojazdem,

- Przed rozruchem silnika należy pamiętać o wciśnięciu pedału sprzęgła, co zmniejsza opory stawiane rozrusznikowi, a tym samym zmniejsza pobór prądu z akumulatora,

- Jeżeli samochód zimą nie będzie wykorzystywany, należy wyjąć z niego akumulator i przechowywać w stanie naładowanym,

- Dobrze jest mieć mały prostownik

Ocena: dobry

Akumulator: Bosch

Mocne i słabe strony:

- + przezroczysta obudowa, widać ilość elektrolitu
- + prestiż marki
- + duża zdolność pochłaniania ład.
- dość nieestetyczny wygląd
- brak rączki
- wszystkie zakupione akumulatory były nie doładowane
- rozrzut zmierzonych parametrów wśród zakupionych akumulatorów
- wysoka cena



Ocena: dobry

Akumulator: Sznajder Ultra

Mocne i słabe strony:

- + estetyczny wygląd
- + bogaty opis (znaki bezpieczeństwa, zastosowanie)
- + lekki
- + duża powtarzalność wyników wśród zakupionych akumulatorów
- brak adresu producenta
- rączka mocno „wpija” się w dłoń
- duże gabaryty
- dość krótki czas wyładowania
- wszystkie zakupione akumulatory były nie doładowane



Ocena: dobry

Akumulator: Autopart Pacific

Mocne i słabe strony:

- + estetyczny wygląd
- + na obudowie pełna informacja o akumulatorze
- ciężki
- niewygodna rączka do przenoszenia
- zmierzony prąd rozruchu tylko nieznacznie przewyższa podany na obudowie



Ocena: dobry +

Akumulator: Exide Classic

Mocne i słabe strony:

- + produkt oznaczony oryginalnym hologramem
- + dość dużo informacji na akumulatorze
- + przez długi czas podczas wyładowania napięcie utrzymywało się na niezmiennym poziomie



Dane ogólne o badanych akumulatorach:

	8	9	10	11	12	13	14	15
	Banner GmbH Austria	AutoPart Sp. z o.o. Polska	Hoppecke Batterien GmbH & Co KG Niemcy	Delphi Energy & Chassis Systems USA	Centra S.A. Polska	AutoPart Sp. z o.o. Polska	Centra S.A. Polska	Batcar s.c. Polska
	www.bannerbatterien.com	www.autopart.pl	www.hoppecke.pl	www.delphi.com	www.centra.com.pl	www.autopart.pl	www.centra.com.pl	www.batcar.com.pl
	Starting Bull	Pacific	555 066 042	Standard	555 059 046	Optimal	Exide Classic	EuroStart
	55 Ah	55 Ah	55 Ah	55 Ah	55 Ah	55 Ah	55 Ah	60 Ah
	420 A	570 A	420 A	390 A	460 A	600 A	460 A	510 A
	240 A	335 A	240 A	220 A	270 A	370 A	270 A	310 A
	242 x 175 x 190	242 x 175 x 190	242 x 175 x 175	242 x 175 x 175	242 x 175 x 190	242 x 175 x 175	242 x 175 x 190	242 x 175 x 190
	14,85	15,30	14,45	12,80	13,95	14,35	14,55	14,05
	24	24	24	24	24	24	24	24
	150,05	184,50	139,99	142,99	150,00	160,00	159,00	101,56


Ocena: **bardzo dobry**
Akumulator: Banner Starting Bull
 Mocne i słabe strony:

- + wzorowa powtarzalność wyników wśród zakupionych akumulatorów
- mało informacji na obudowie
- nieosłonięte końcówki zacisków



Ocena: **dobry +**
Akumulator: Centra
 Mocne i słabe strony:

- + wygodna rączka przenoszenia
- + powtarzalność wyników wśród zakupionych akumulatorów
- + dużo szczegółów na dołączonej z boku kartce
- mało informacji na obudowie



Ocena: **dobry**
Akumulator: AutoPart Optimal
 Mocne i słabe strony:

- + estetyczny wygląd
- + dość dużo informacji na akumulatorze
- zbyt optymistycznie podana wartość prądu rozruchu
- wskaźnik naładowania nie spełnia swego zadania
- bardzo krótki czas rozładowania



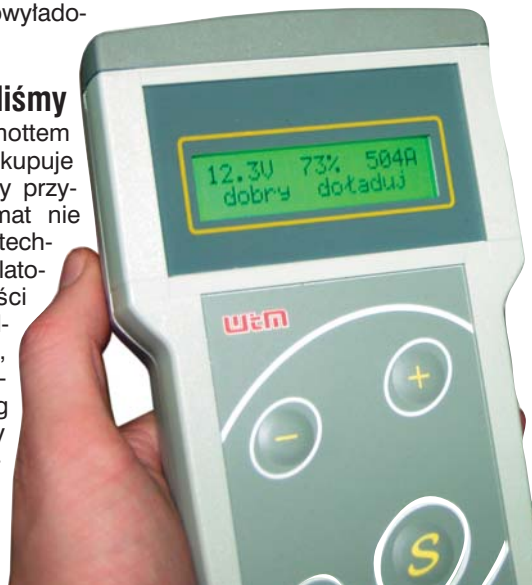
i przynajmniej raz w miesiącu podładować. Jeżeli akumulator nie jest eksploatowany w mieście, trzeba akumulator ładować częściej,
 - Dbać o czystość powierzchni wieczka akumulatora, gdyż gromadząca się wilgoć i woda mogą być przyczyną zwarć i samowyladowania.

W taki sposób badaliśmy

Naszym wyjściowym mottem było hasło: „Kowalski kupuje akumulator...” Chcieliśmy przybliżyć Państwu ten temat nie tylko z punktu widzenia techniki zawartej w akumulatorach, ich niezawodności i jakości, ale także przedstawić zaplecze obsługi, kompetencje sprzedawcy, ceny i jakość usług świadczonych w branży akumulatorowej. Wszystkie te punkty będą więc wspólnie wpływać na ostateczną ocenę. Niższe badanie nie sta-

nowi typowo rozumianego porównania, a jedynie ocenę produktów z punktu widzenia użytkownika.

Badaniom zostały poddane markowe akumulatory o pojemności 55 Ah - takie, jakie są najczęściej stosowane



Wyniki pomiarów (wybrane po dwa najlepsze wyniki)

Akumulator:						
TAB Topla 55Ah, 480A	Sznajder Ultra 55Ah, 480 A	SilverStar 60Ah, 520 A	Akuma Comfort 55Ah, 480 A	ZAP Piastów 55Ah, 480 A	Bosch 55Ah, 420 A	Varta 55Ah, 420 A
Stopień naładowania po zakupie:						
100 %/100 %	81 %/72 % <ładowanie>	100 %/100 %	100 %/100 %	100 %/100 %	84%/75% <ładowanie>	100 %/100 %
Parametry przed zamrożeniem - napięcie, prąd rozruchu (w +20°C wg EN):						
12,7 V/ 12,7 V 611 A/ 628 A	12,9 V/ 12,9 V 607 A/ 669 A	12,8 V/ 12,8 V 548 A/ 527 A	12,7 V/ 12,8 V 567 A/ 565 A	12,8 V/ 12,8 V 517 A/ 577 A	12,8V/ 12,8V 529A/ 504A	12,6 V/ 12,6 V 555 A/ 543 A
Nadwyżka wartości prądu rozruchu nad wartością znamionową [%]						
27,3 %/ 30,9 %	26,5 %/ 39,4 %	5,4 %/ 1,4 %	18,2 %/ 17,7 %	7,7 %/ 20,2 %	26 %/ 20 %	32,2 %/ 29,3 %
Parametry po zamrożeniu (w -18 °C wg EN):						
12,6 V/ 12,6 V 556 A/ 585 A	12,6 V/ 12,5 V 422 A/ 459 A	12,7 V/ 12,7 V 535 A/ 516 A	12,6 V/ 12,7 V 548 A/ 544 A	12,7 V/ 12,7 V 481 A/ 560 A	12,8V/ 12,5 V 517 A/ 456 A	12,7 V/ 12,7 V 481 A/ 560 A
Powrót do temp. +20°C:						
12,7 V/ 12,7 V 600 A/ 617 A	12,7 V/ 12,7 V 428 A/ 469 A	12,8 V/ 12,8 V 532 A/ 517 A	12,7 V/ 12,8 V 551 A/ 550 A	12,8 V/ 12,8 V 497 A/ 550 A	12,8V/ 12,5 V 539 A/ 492 A	12,6 V/ 12,5 V 495 A/ 454 A
Czas wyladowania pod pełnym obciążeniem:						
42 min 33 sek/ 37 min 33 sek	26 min 38 sek/ 25 min 27 sek	49 min 50 sek/ 51 min 30 sek	35 min 20 sek/ 29 min 25 sek	30 min 25 sek/ 35 min 55 sek	38 min 13 sek/ 29 min 40 sek	34 min 00 sek/ 25 min 55 sek
Parametry po rozładowaniu, stan naładowania:						
12,2 V/ 12,2 V 467 A/ 504 A 66 %/ 70 %	12,2 V/ 12,1 V 323 A/ 334 A 68 %/ 61 %	12,1 V/ 12,1 V 466 A/ 466 A 63 %/ 65 %	12,2 V/ 12,4 V 425 A/ 488 A 70 %/ 89 %	12,5 V/ 12,3 V 456 A/ 472 A 93 %/ 80 %	12,2V/ 12,1 V 485 A/ 428 A 72 %/ 59 %	12,3V/ 12,3 V 459 A/ 429 A 75 %/ 76 %
Ładowanie standardowe jednogodzinne (zdolność pochłaniania ładunku):						
12,3 V/ 12,4 V 542 A/ 547 A 79 %/ 82 %	12,3 V/ 12,3 V 381 A/ 389 A 79 %/ 75 %	12,4 V/ 12,3 V 509 A/ 492 A 86 %/ 80 %	12,3 V/ 12,6 V 495 A/ 510 A 80 %/ 98 %	12,6 V/ 12,5 V 460 A/ 495 A 98 %/ 91 %	12,5V/ 12,4 V 539 A/ 487 A 94 %/ 90 %	12,6V/ 12,5 V 509 A/ 475 A 98 %/ 93 %
Test szczelności:						
Szczelny	Szczelny	Szczelny	Szczelny	Szczelny	Szczelny	Szczelny

w małych samochodach dostawczych oraz osobowych typu Van. Zdolność rozruchową przyjęliśmy z zakresu 480-640 A wg EN, a wykonanie akumulatorów w wersji podstawowej. Jeżeli producent nie miał tej wielkości w ofercie, skorzystaliśmy z akumulatorów o zbliżonej wielkości. Badania prowadzone

były na 4 akumulatorach danego producenta, co umożliwiło publikację wyniku lepszego i pozwoliło zignorować ewentualny produkt wadliwy. Zakupu akumulatorów dokonała Redakcja w wytypowanych przez siebie placówkach handlowych. Jako „klienci-laicy” nie segregowaliśmy akumulatorów pod względem daty produkcji i stopnia jego naładowania. Przyjęliśmy, że firmy dbają o te prawidłowości.

Po dokonaniu zakupu akumulatorów zweryfikowaliśmy parametry techniczne z informacją zawartą na obudowie akumulatorów. Sprawdziliśmy faktyczny stopień naładowania i prąd rozruchu. Następnie dokonaliśmy identycznych pomiarów po pełnym naładowaniu akumulatora i po 8-godzinny schłodzeniu i 10-godzinny przemrożeniu akumulatora w temperaturze -18°C. Tą część testu przeprowadziliśmy w komorze chłodniczej WAT w Warszawie we współpracy z firmą WTM s.c. z Warsza-



Ocena: bardzo dobry
Akumulator: Hoppecke
Mocne i słabe strony:

- + powtarzalność wyników wśród zakupionych akumulatorów
- + estetyczny wygląd, przezroczysta obudowa, widać ilość elektrolitu
- + małe gabaryty
- + niska cena
- brak napisów po polsku



Ocena: dobry
Akumulator: Varta
Mocne i słabe strony:

- + przezroczysta obudowa, widać ilość elektrolitu
- + prestiż marki
- + duża zdolność pochłaniania ład.
- brak rączki
- bardzo ciężki
- dość nieestetyczny wygląd
- rozrzut zmierzonych parametrów wśród zakupionych akumulatorów
- mało informacji na akumulatorze, niektóre wręcz nie przetłumaczone z języka niemieckiego a prąd rozruchu podany w DIN - wysoka cena



Wyniki pomiarów (wybrane po dwa najlepsze wyniki)

Akumulator:							
Banner Starting Bull 55Ah, 420 A	AutoPart Pacyfic 55Ah, 570 A	Hoppecke 55Ah, 420 A	Delphi Standard 55Ah, 390 A	Centra 55Ah, 460 A	AutoPart Optimal 55Ah, 600 A	Exide Classic 55Ah, 460 A	EuroStart 60Ah, 510 A
Stopień naładowania po zakupie:							
100 %/100 %	100%/100%	100%/100%	100%/100%	100%/100%	100%/100%	100%/100%	91%/91% <ładowanie>
Parametry przez zamrożeniem - napięcie, prąd rozruchu (w +20°C wg EN):							
12,7 V/ 12,7 V 518 A/ 517 A	12,6V/ 12,6V 589A/ 610A	12,7V/ 12,7V 513A/ 504A	12,7V/ 12,7V 424A/ 417A	12,6V/ 12,7V 513A/ 489A	12,7V/ 12,6V 602A/ 588A	12,6V/ 12,6V 529A/ 516A	12,6V/ 12,6V 498A/ 498A
Nadwyżka wartości prądu rozruchu nad wartością znamionową [%]							
23,3 %/ 23,2 %	3,3 %/ 7 %	22,2 %/ 20 %	8,9 %/ 7,0 %	11,5 %/ 6,3 %	0,3 %/ 0 %	15,0 %/ 12,2 %	0 %/ 0 %
Parametry po zamrożeniu (w -18 °C wg EN):							
12,6 V/ 12,6 V 487 A/ 485 A	12,5V/ 12,5V 550 A/ 556 A	12,7V/ 12,7V 463 A/ 460 A	12,7V/ 12,7V 378 A/ 372 A	12,7V/ 12,7V 484 A/ 478 A	12,6V/ 12,6V 560 A/ 556 A	12,6V/ 12,6V 517 A/ 495 A	12,6V/ 12,6V 444 A/ 454 A
Powrót do temp. +20°C:							
12,6 V/ 12,6 V 489 A/ 489 A	12,6V/ 12,6V 560 A/ 579 A	12,7V/ 12,7V 491 A/ 490 A	12,7V/ 12,7V 415 A/ 409 A	12,7V/ 12,7V 495 A/ 489 A	12,7V/ 12,7V 595 A/ 584 A	12,6V/ 12,6V 524 A/ 498 A	12,6V/ 12,6V 451A/ 459 A
Czas wyładowania pod pełnym obciążeniem:							
31 min 45 sek/ 31 min 00 sek	31 min 15 sek/ 33 min 30 sek	29min 00sek/ 27min 01sek	27min 25sek/ 26min 40sek	33min 50sek/ 33min 35sek	23min 20sek/ 23min 00sek	28min 30sek/ 26min 55sek	36min 43sek/ 34min 10sek
Parametry po rozładowaniu, stan naładowania:							
12,3V/ 12,3 V 463 A/ 463 A 78 %/ 81 %	12,2V/ 12,2 V 438 A/ 441 A 72 %/ 72 %	12,3V/ 12,3V 415 A/ 417 A 78 %/ 77 %	12,4V/ 12,5V 318 A/ 313 A 88 %/ 90 %	12,3V/ 12,3V 407 A/ 398 A 75 %/ 78 %	12,3V/ 12,4V 475 A/ 519 A 80 %/ 87 %	12,3V/ 12,4V 445 A/ 442 A 80 %/ 87 %	12,2V/ 12,1V 403 A/ 395 A 68 %/ 64 %
Ładowanie standardowe jednogodzinne (zdolność pochłaniania ładunku):							
12,4V/ 12,5 V 485 A/ 485 A 90 %/ 92 %	12,4V/ 12,3 V 517 A/ 507 A 84 %/ 78 %	12,4V/ 12,4V 460 A/ 463 A 88 %/ 87 %	12,6V/ 12,6V 385 A/ 388 A 98 %/ 98 %	12,4V/ 12,5V 454 A/ 453 A 88 %/ 92 %	12,5V/ 12,6V 531 A/ 564 A 94 %/ 98 %	12,4V/ 12,5V 482 A/ 478 A 88 %/ 97 %	12,3V/ 12,3V 423 A/ 426 A 78 %/ 75 %
Test szczelności:							
Szczelny	Szczelny	Szczelny	Szczelny	Szczelny	Szczelny	Szczelny	Szczelny

wy (producentem urządzeń pomiarowych dla auto-serwisów) za pomocą konduktancyjnego testera akumulatorów TA 203, który to w ubiegłym roku zdobył złoty medal na XIII Międzynarodowych Targach Katowickich.

Testery akumulatorów serii TA-203 przeznaczone są do badania stopnia naładowania i zdolności rozruchowej akumulatorów samochodowych o napięciu znamionowym 6, 12 lub 24 V. Sprawność akumulatora badana jest metodą pomiaru dynamicznej konduktancji. Zalety tej metody są następujące:

- przeprowadzanie pomiaru bez rozładowywania akumulatora
- możliwość badania akumulatorów rozładowanych
- bezpieczny (nie powodujący iskrzeń) i szybki czas pomiaru (15 sek.)
- badanie możliwe bezpośrednio w pojeździe bez konieczności wymontowania i rozłączenia akumulatora.

Wyniki pomiarów oraz komentarz słowny o stanie akumulatora są przedstawione na dwuwierszowym wyświetlaczu alfanumerycznym LCD. Tester serii TA-203 po każdym zakończonym pomiarze akumulatora automatycznie zapamiętuje parametry i wyniki pomiaru. Informacje z ostatniego pomiaru przechowywane są w pamięci testera nawet po odłączeniu zasilania. Przyrząd tworzy automatycznie protokół z każdego pomiaru zawierający nagłówek użytkownika, typ i numer testera informację o parametrach i wynikach pomiaru akumulatora, datę i czas oraz miejsce na pieczęć i podpis.

Wszystkie zamieszczone w tabelach wyniki pomiarów opierają się na pomiarach tym przyrządem, jednak chcielibyśmy w tym miejscu zaznaczyć, że dokładność pomiarowa testera - jak nam oznajmił producent - wynosi około 5%, a więc należy mieć to na uwadze przeglądając wyniki pomiarów.

Po zakończeniu badań w komorze chłodniczej i ogrzaniu akumulatorów do temperatury pokojowej nastąpiło powtórne sprawdzenie stopnia naładowania i prądu rozruchu. Po kolejnym (ewentualnym) doładowaniu akumulatorów nastąpiło sprawdzenie tzw. reakcji na głębokie wyładowanie z wykorzystaniem przygotowanego specjalnie do tego celu samochodu. W tym miejscu chcielibyśmy podziękować firmie Fiat Auto Poland za użyczenie Fiata Doblo 1.9 JTD, na którym przeprowadzaliśmy pomiary. Rzecz się miała, mianowicie całkiem prosto - upozorowaliśmy sytuację, kiedy przez nasze rozładowanie pozostawiamy auto na włączonych światłach np. mijania i mierzyliśmy czas do rozładowania akumulatora. Za akumulator rozłado-

wany uważa się taki, w którym napięcie na zaciskach pod obciążeniem spadło poniżej 10,5 V. Aby wiarygodnie porównywać czasy wyładowań, postanowiliśmy wyładowywać je szybko wyższym prądem, a taki uzyskamy, gdy w aucie włączone będą wszystkie odbiorniki prądu. W tabeli z wynikami przedstawione czasy ilustrują okres wyładowania przy włączonych światłach mijania, drogowych, przeciwmgłowych, włączonej dmuchawie i radiu. Dodatkowym kryterium oceny akumulatorów były dla nas masy, gabaryty, ceny i okres gwarancji. Jednakowe narzucone przez nas warunki pomiarów dla wszystkich akumulatorów były gwarancją do rzetelnego wyłonienia najlepszego produktu z punktu widzenia przeciętnego Kowalskiego.

Realizacją powyższego projektu odpowiedziała nam na następujące pytania:

- Czy kupowane akumulatory są gotowe do pracy?
- Czy deklarowane parametry techniczne zgadzają się ze stanem faktycznym?
- Jaka jest powtarzalność parametrów technicznych w produktach?
- Jak wpływają niskie temperatury na parametry techniczne?
- Czym jest pojemność rezerwowa akumulatora i jak wpływa na zdolności mobilne pojazdów w sytuacjach awaryjnych?
- Jaka jest zależność pomiędzy ceną a jakością oferowanego produktu?
- Jak różnicowanie przedstawiają się warunki gwarancyjne?

Analiza i krytyczna ocena

Zapewne nieraz, szczególnie zimą, mieliśmy kłopoty z akumulatorem w samochodzie. Taszcząc go do domu, aby ogrzać i podładować, zastanawialiśmy się, czy nie mógłby być lżejszy i mniej zawodny. Podobne odczucia mają również ci, którym w najmniej odpowiednim momencie rozładował się akumulator w kamerze wideo lub telefonie komórkowym. Po ruszeniu o tej porze roku gdy zostaną jednocześnie włączone reflektory, ogrzewanie tylnej szyby i dmuchawa, wówczas alternator ma niewielkie szanse naładować dobrze akumulator, zwłaszcza w ruchu miejskim albo w korku. Przeciwnie: akumulator musi zasilać układ elektryczny pojazdu i stopniowo się wyładowuje. Wpływa to oczywiście na jego stan i jeżeli nie jest on już właściwy, następna próba rozruchu już się nie udaje.

Nasz test, choć nie wykorzystaliśmy do niego specjalistycznych urządzeń laboratoryjnych wyraźnie uwidocznił różnicowaną jakość akumulatorów. Na początek sprawdzenie jak przygo-

towany do pracy jest akumulator, tj. co my właściwie kupiliśmy? W 12 przypadkach było wszystko w porządku, jednak Sznajder Ultra, Bosch i EuroStart wymagały doładowania. Domyślami się, dlaczego taka sytuacja dotknęła akumulatory Boscha - nie są one tanie i nie schodzą jak „ciepłe butelczki”, a więc musiały dość długo przebywać na półce sklepowej (świadczyła o tym warstwa kurzu na akumulatorze), a sklep nie zadbał zapewne o prawidłowe magazynowanie i doładowywanie tego rodzaju asortymentu. Być może to samo należy powiedzieć o dwóch pozostałych, ale nie będziemy tutaj wysnuwać pochopnych wniosków.

Oczywistym powinien być również fakt, iż rzeczywiste parametry akumulatorów powinny przekraczać dane podane na obudowie. Im te wartości są wyższe, tym większe rezerwy posiada akumulator. To dotyczy zarówno pojemności, jak i prądu rozruchu. Wśród zakupionych akumulatorów największy zapas prądu rozruchu wykazały TAB Topla i Varta, natomiast na akumulatorach SilverStar, EuroStart, Autopart Pacyfic i Optimal ta wartość podana była zbyt optymistycznie. Domyślami się, iż może to być chwyt marketingowy, bo większe liczby przemawiają inaczej do klienta.

W warunkach klimatycznych Europy Środkowej do uruchomienia pojazdu wystarczy normalnie akumulator o najmniejszym prądzie rozruchu ze stanu zimnego. Tylko w regionach, w których często panują niskie temperatury (-20°C) albo gdy pojazd ma zimą zawsze problemy z rozruchem, należy zastosować akumulator z wysokim prądem rozruchu ze stanu zimnego. Prąd rozruchu, który sprawdziliśmy w temperaturze -18°C, określa zdolność uruchomienia samochodu w niskich temperaturach. Dobre akumulatory posiadają prądy rozruchu ze stanu zimnego w zakresie od 390 A do 480A, więcej w żadnym wypadku nie potrzeba. Jak widać z tabeli osiągniętych wyników wszystkie akumulatory poradziły sobie w teście z tym warunkiem.

Głębokie wyładowanie opisuje, jak akumulator reaguje, gdy wyłączony pojazd został pozostawiony na dłuższy czas z włączonymi odbiornikami, jak np. światła postojowe. Głębokie wyładowanie jest jednym z najtrudniejszych obciążeń dla akumulatorów. Może się zdarzyć, mimo sygnałów ostrzegawczych stosowanych w nowoczesnych samochodach, że pozostawi się np. włączone światła mijania albo oświetlenie kabiny. Dla kierowców decydujące jest jednak, jak długo będzie podtrzymywał w ten sposób akumulator nie wyłączone oświetlenie. A po ponow-

nym włączeniu stacyjki dobrze by było ponownie uruchomić silnik. Tę próbę przy załączonych prawie wszystkich odbiornikach prądu najdłużej wytrzymały akumulatory, odpowiednio TAB Topla, Centra, ZAP Piastów, AutoPart Pacyfic, Banner oraz SilverStar, tyle tylko ten ostatni charakteryzował się pojemnością 60 Ah. Bardzo przeciętnym wynikiem popisał się EuroStart 60 Ah, którego pokonało wiele akumulatorów 55 Ah. Pamiętajmy jednak, że takie głębokie wyładowanie, np. gdy pozostawi się włączone oświetlenie po wyłączeniu silnika, albo nadmierne naładowanie spowodowane uszkodzonym regulatorem, może szybko doprowadzić do zniszczenia akumulatora.

Szybkość ładowania określa, jak szybko akumulator ładuje się podczas jazdy. Szczególnie w niskich temperaturach, zimą, gdy akumulator i tak trudno się ładuje, istotne jest, aby prąd dostarczany przez alternator dochodził możliwie szybko do akumulatora. Nasz sposób na sprawdzenie tej cechy polegał na 1-godzinny standardowy ładowaniu zewnętrznym. Największe zdolności szybkiego pochłaniania ładunku wykazały Delphi, AutoPart Optimal, Bosch, Varta, Zap Piastów.

Test szczelności nie stworzył problemów żadnemu akumulatorowi. Akumulatory bezobsługowe są akumulatorami szczelnymi. Nie można do nich dolewać wody. Minimalne zużycie wody uzyskuje się np. dzięki wprowadzeniu do konstrukcji akumulatora kratki wykonanej na stopie wapniowym w technologii Ca/Ca, co zmniejsza wewnętrzne zużycie wody i nie powoduje częstej konieczności jej uzupełniania. Testowane akumulatory mają wystarczające rezerwy wody na cały okres eksploatacji. Akumulatory są produktami działającymi w oparciu o skomplikowane reakcje zmiany energii przetwarzających się związków chemicznych na energię elektryczną (uporządkowany przepływ elektronów) i ten punkt jest bardzo dla nich ważny. Ciekawostką może być, że w ZAP Piastów na czarnej, nieprzezroczystej obudowie znajdują się znaczki poziomu elektrolitu min. max.

Bardzo istotnym kryterium okazała się dla nas powtarzalność wyników. Tutaj wzorowo wśród zakupionych akumulatorów prezentują się firmy Banner i Hoppecke. Jest rzeczą jasną, iż jako klienci chcielibyśmy otrzymywać do rąk produkty o identycznych parametrach. Pojawiające się kilkuprocentowe różnice wśród pozostałych



firm mogą sprowadzać się do przypadku zakupu bardzo dobrego akumulatora lub odrobinę gorszego. Istotnym kryterium zakupu jest także cena. Ceny podane w naszej tabeli są cenami zakupu przez redakcję. Ceny producentów są o wiele niższe. Dlatego bezwzględnie zaleca się porównywać ceny w różnych sklepach i pertraktować ze sprzedawcą. Najdroższym okazał się Bosch, najtańszym Eurostart, a różnica sięga 88 złotych. W aspekcie stosunku ceny do parametrów technicznych faworytem jest Hoppecke. Dla normalnych warunków eksploatacji można generalnie polecać akumulatory całkiem tanie, tzw. wyroby „no-name”, które są dostępne w dużych marketach. W samochodzie posiadającym niewielką liczbę odbiorników elektrycznych, który nie stwarzał dotąd problemów z rozruchem, tego rodzaju akumulator może być całkowicie wystarczający.

Przy wyborze marki akumulatora, kupujący ma całkowitą swobodę. Akumulatory są znormalizowane i tym samym jest zapewniona ich całkowita wymiennosc, niezależnie od producenta. Wszystkie akumulatory powinny mieć tzw. numer ETN (European Type Number- Europejski Numer Typu - 9 cyfr 3x3 np. 555 049 042). Oprócz napięcia znamionowego, pojemności i prądu rozruchu ze stanu zimnego, numer ten określa także rodzaj konstrukcji albo położenie biegunów. Akumulatory o tym samym numerze ETN można wymieniać bez ograniczeń.

Kupujący obecnie nie może jednak rozpoznać, kiedy akumulator został wyprodukowany i czy był właściwie magazynowany do momentu sprzedaży. Dlatego apelujemy do producentów i sprzedawców o:

- jasne określenie producenta, szczególnie tego z zagranicy,
- oznaczanie akumulatorów informacją „należy sprzedawać do....”. Data pro-

dukcji, wypalona w zakodowany sposób na obudowie albo pokrywie, jest niezrozumiała dla laika,

- stosować czytelne środki ostrożności w zakresie bezpieczeństwa,
- dbanie o odpowiednie magazynowanie,

- wyposażania akumulatorów, posiadających możliwość dolewania wody, w przezroczystą obudowę oraz oznaczenia min. i max. aby można było obserwować poziom elektrolitu od zewnątrz.

Zwycięzcami testu zostały wyroby firmy TAB, Hoppecke i Banner. Aby wyłonić jedynego zwycięscę akumulatorów te musiałyby przejść specjalistyczne badania w Centralnym Ośrodku Badań Akumulatorów i Ogniw w Poznaniu. Godnymi polecenia akumulatorami są także: Centra, Exide oraz Delphi. Gorzej wypadły akumulatory EuroStart i SilverStar. Raz jeszcze okazało się, że jakość ma swoją cenę. Jednak nie wszystko, co jest drogie, musi być także dobre. Test wykazał, że jakość akumulatorów jest różna. Polityka cenowa na rynku akumulatorów jest szczególnie nieprzejrzysta. Sprzedawcy tego typu asortymentu nie zawsze są kompetentni i nie dbają o prawidłowe magazynowanie tego rodzaju produktów. A dla nas klientów zakup dobrego akumulatora zależy nadal od szczęści.

Zespół redakcyjny pod nadzorem Michała Mariańskiego

Realizacja powyższej oceny była możliwa dzięki życzliwości, za którą dziękujemy:

- pracownikom naukowym WAT pod nadzorem dr inż. Kazimierzowi Kolińskiemu
- zakładowi produkcyjno-handlowo-usługowemu WTM s.c., szczególnie p. Ryszardowi Merkerowi za pomoc podczas pomiarów i p. Tadeuszowi Dypczyńskiemu za użyczenie urządzeń.
- Fiatowi Auto Poland za użyczenie samochodu do testu.