

Krzysztof Grubecki

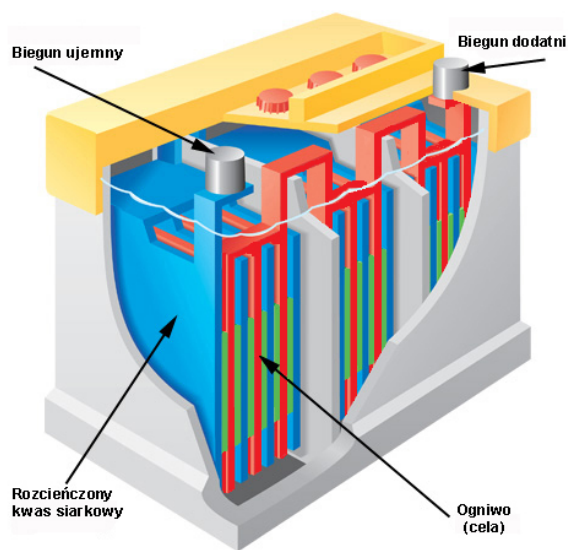
AKUMULATORY – podstawy dla każdego

Akumulatory, *batteries* – na łodzi potrzebuje ich każdy. Dzięki nim działają światła, radio, autopilot, GPS, komputer, lodówka; bez nich nie uruchomimy silnika.

Na łodziach motorowych, które za jedyny napęd mają silnik, akumulatory są ładowane, gdy łódź jest w drodze. Dzięki temu, nawet przy intensywnym poborze prądu, prawie nigdy nie zdarza się, by zostały one rozładowane „do zera”.

Na jachtach żaglowych silnik najczęściej włączany jest podczas portowych manewrów. Ładowanie akumulatorów jest więc krótkie, bo przecież żeglarze na ogół chcą jak najszybciej uwolnić się od hałasu silnika. Za to podczas żeglugi akumulatory eksploatowane są intensywnie, często przez 24 lub więcej godzin, bez doładowania, a później kapitan zarządza włączenie na dwie godziny silnika, by je „do pełna” naładować. Akumulatory takiej żeglarskiej obsługi nie lubią i po prostu bardzo szybko się psują. Dlatego na jachcie żaglowym akumulatory wymagają nie tylko szczególnej uwagi w trakcie dokonywania zakupu, ale także szczególnej troski, gdy są używane.

Wielu żeglarzy w trosce o akumulatory instaluje na jachtach prądnice wiatrowe lub panele słoneczne. Mają rację: zachowanie proporcji między prądem pobranym a doładowywanym znacznie przedłuża życie akumulatora. Dlatego uważny i dbały żeglarz wie dokładnie, ile prądu zużywa jego łódź w ciągu godziny i ile prądu wraca do akumulatorów dzięki prądniczy wiatrowej czy panelom. Jeżeli wraca go mniej niż wychodzi, trzeba ustalić, co ile godzin należy włączać silnik, by wspomóc akumulatory. Prąd ładowany jest bezpośrednio przez połączony z silnikiem alternator. Analiza jego parametrów pozwoli określić, jak długo powinien pracować silnik, by doładować prąd. Zasadą podstawową jest nie dopuścić do całkowitego rozładowania akumulatora. Jeśli jednak to się stanie, trzeba pamiętać o zasadzie nr dwa: nie należy gwałtownie ładować dużym prądem akumulatora rozładowanego lub bliskiego rozładowania, bo operacja ta może go zniszczyć, a na pewno znacznie skróci jego żywot.



BUDOWA AKUMULATORA

Typowy „mokry” (*wet cell*) 12-woltowy akumulator zbudowany jest z sześciu ogniw kwasowo-ołowiowych połączonych szeregowo, z których każde ma pomiędzy biegunami napięcie 2,1 V. Tak więc całkowite generowane napięcie wynosi 12,6 V.

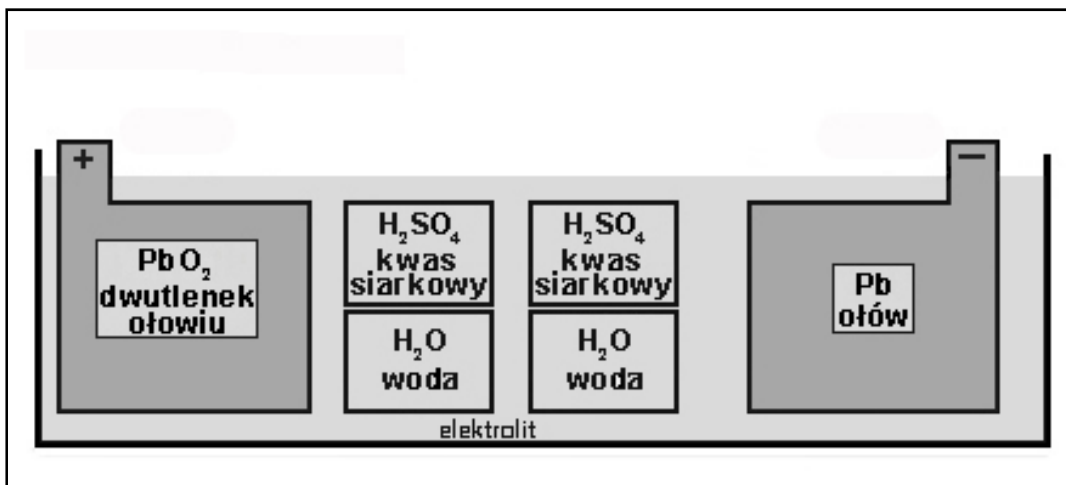
Odpowiednio: akumulator 6-woltowy ma trzy szeregowo połączone ogniwa i generuje napięcie 6,3 V.

Ogniwa zanurzone są w elektrolicie; w przypadku akumulatora kwasowo-ołowiowego (*lead-acid battery*) jest to 37-procentowy wodny roztwór kwasu siarkowego (H_2SO_4).

JAK DZIAŁA AKUMULATOR?

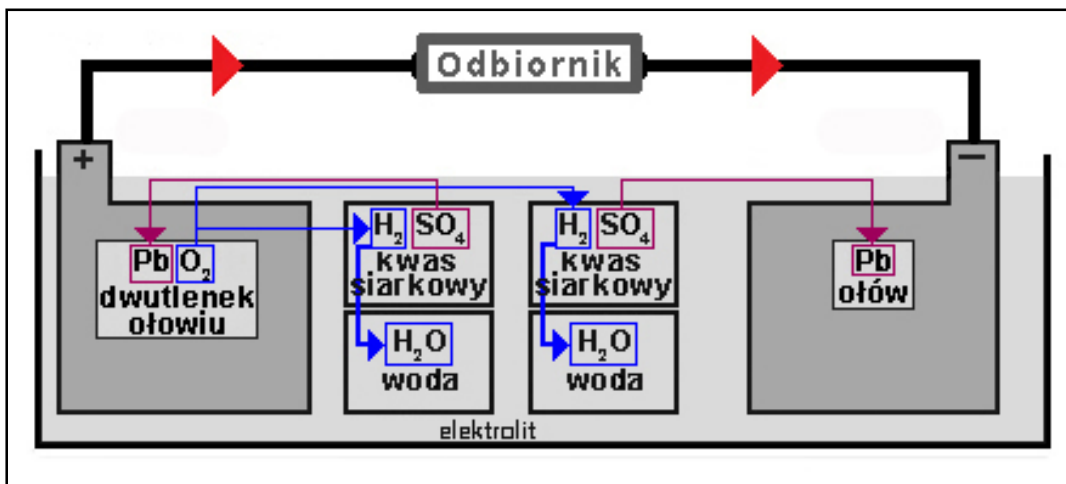
(na przykładzie akumulatora kwasowo-ołowiowego, *lead-acid battery*)

1. Akumulator naładowany



W pełni naładowany akumulator po stronie elektrody ujemnej (-) zawiera w płytach ołów (Pb), a po stronie elektrody dodatniej (+) zawiera w płytach dwutlenek ołowiu (PbO_2). Elektrolitem jest roztwór kwasu siarkowego (H_2SO_4) i wody (H_2O) w stosunku 37:63.¹

2. Rozładowywanie akumulatora



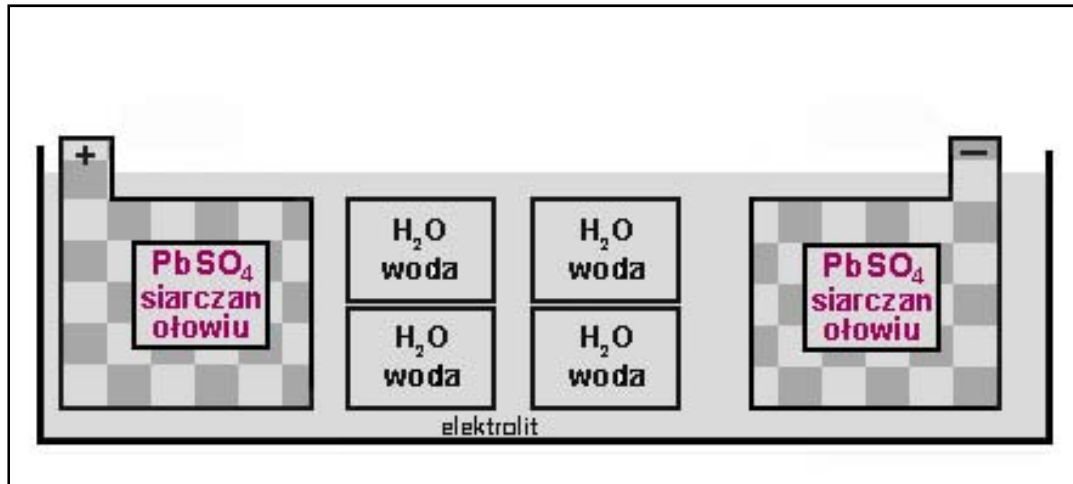
Po podłączeniu odbiornika, elektrony w obwodzie zewnętrznym przepływają od anody (Pb) do katody (PbO_2). Te elektrony pochodzą z reakcji ołowiu z jonami SO_4^{2-} z roztworu. Ołów uwalnia dwa elektrony (one właśnie są nośnikami prądu w obwodzie zewnętrznym) i tworzy związek PbSO_4 . Natomiast

¹ Pamiętajmy, że prąd elektryczny w przewodniku, to ruch ujemnie naładowanych elektronów (choć fizycy umówili się kiedyś tak dziwnie, że określają kierunek prądu akurat przeciwnie do ruchu elektronów). Natomiast nośnikami prądu w elektrolicie są, poruszające się w przeciwnych kierunkach, naładowane dodatnio i ujemnie jony, powstające w roztworze wskutek dysocjacji cząsteczek kwasu H_2SO_4 na dwa protony H^+ oraz jon SO_4^- [przyp. Maciej Geller]

dopływające z obwodu zewnętrznego elektrony do katody PbO_2 wywołują dwie reakcje: jedna, to odrywanie się jonów tlenu z PbO_2 i tworzenie wraz z elektronami i jonami H^+ z roztworu – cząsteczek wody, a druga, to reakcja ołowiu z jonami SO_4 dająca ponownie PbSO_4 . Wskutek tego na obu elektrodach tworzy się ten sam związek PbSO_4 ²

W trakcie pracy akumulatora w roztworze ubywa jonów SO_4 a powstaje coraz więcej cząsteczek wody. Roztwór się rozcieńcza, a na obu elektrodach powstaje taki sam związek PbSO_4 .

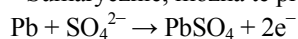
3. Całkowicie rozładowany akumulator

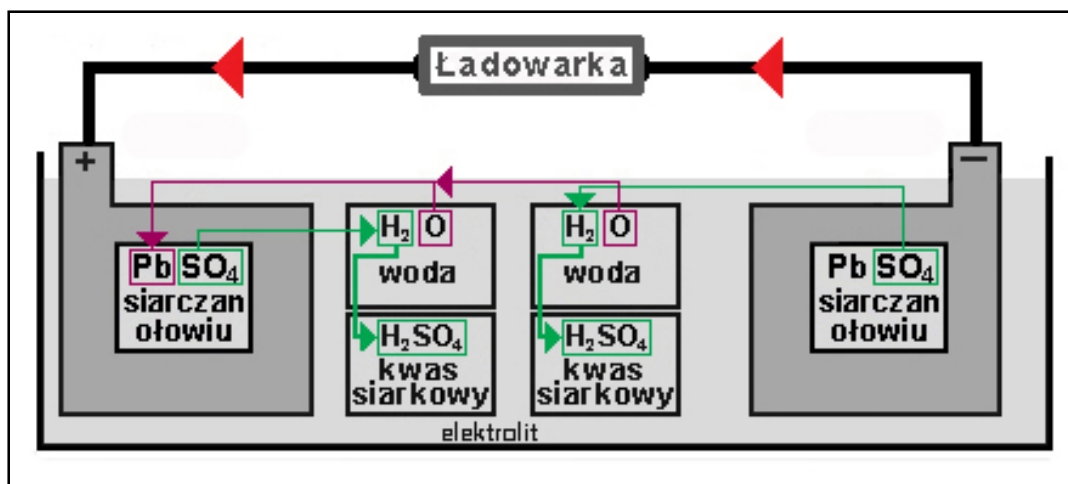


Wytrącający się z roztworu siarczan ołowiu (PbSO_4) krystalizuje się i osadza na obu elektrodach coraz grubszą warstwą, a w elektrolicie jest coraz większy procent wody. Gdy akumulator kilkakrotnie zostanie całkowicie rozładowany, wtedy siarczan ołowiu tworzy warstwę na tyle grubą, że zaczyna działać jako izolator. Akumulator traci swoje właściwości, zmniejsza pojemność, w następstwie czego ulega zniszczeniu.

4. Ładowanie akumulatora

² Sumarycznie, można te procesy zapisać jako:





Po podłączeniu akumulatora do źródła prądu, prąd wewnątrz akumulatora popłynie w przeciwnym kierunku, niż wtedy, gdy podczas normalnej pracy akumulator jest źródłem energii. Siarczan ołowiu (PbSO_4) rozkłada się (odrywając od płyt ołowiowych), a jon siarczanowy (SO_4) łączy się z wodorem (H_2) tworząc cząsteczki kwasu siarkowego (H_2SO_4), które zagęszczają elektrolit. Tlen (O_2) łączy się z ołowiem (Pb) po stronie elektrody dodatniej (+) i powstaje dwutlenek ołowiu. Podczas ładowania zaczyna się elektroliza wody na tlen i wodór: po stronie elektrody dodatniej (+) wydzielą się tlen (O_2), a po stronie elektrody ujemnej (-) – wodór. Gdy akumulator jest używany (czyli: rozładowywany – ładowany), następuje ubytek elektrolitu, więc co pewien czas trzeba sprawdzać jego poziom i uzupełniać wodą destylowaną.

Opis ten jest maksymalnie uproszczony, jednak na poziomie zwykłego użytkownika wzory i szczegółowa analiza reakcji chemicznych nie są potrzebne; wiedza ogólna o tym, co zachodzi w akumulatorze, wystarcza w zupełności, by zrozumieć i świadomie stosować proste zasady obsługi akumulatora, co przedłuży jego żywotność i jednocześnie zaoszczędzi wydatków.



ZASADY OBSŁUGI

Akumulatora nie należy zatem ani nadmiernie rozładowywać, ani przeladowywać.

Każda cela ma między swoimi biegunami napięcie 2,1 V. Można ją bezpiecznie wyładować do poziomu średniego (1,7 V), co w przypadku akumulatora 12-woltowego daje poziom 10,2 V. Dalsze wyładowanie grozi tzw. zasiarczeniem akumulatora. Pamiętajmy, że znaczy to, iż na obu elektrodach powstają duże kryształy siarczanu ołowiu (PbSO_4), co zmniejsza pojemność akumulatora, zwiększa opór wewnętrzny, a przy częstych zejściach poniżej poziomu 10,2 V powoduje całkowitą

utrata zdolności akumulatora do kumulacji i dostarczania prądu.

Ładując akumulator należy sprawdzić, czy źródło dostarczające prąd ma zabezpieczenie ograniczające podawane napięcie do wartości nie większej niż wartość SEM, czyli maksymalnie 2,1 V na jedno ogniwo. Gdy napięcie w poszczególnych ogniwach dojdzie do 2,35 V (między elektrodami akumulatora 12-woltowego jest wtedy napięcie 14,1 V), rozpoczyna się zjawisko gazowania: wskutek elektrolizy woda rozkłada się na wodór i tlen. Mieszanka tych gazów jest wybuchowa i wystarczy jedna iskra, by spowodować groźną w skutkach eksplozję. Dlatego trzeba pamiętać, by miejsca, w których znajdują się akumulatory, były zawsze wentylowane.

Transformacja związków chemicznych o różnych właściwościach z jednej formy w drugą, przebiegająca w sposób gwałtowny powoduje tzw. puchnięcie akumulatora. Płyty ołowiowe kruszą się i rozpadają na kawałki, izolator między nimi niszczy się, a efektem tego jest zwarcie. Co prawda czeka to nieuchronnie każdy akumulator, nawet dobrze eksploatowany, jednak właściwa eksploatacja znacznie wydłuża czas jego działania. Znając ceny akumulatorów łatwo obliczyć, ile można oszczędzić kupując je raz na 4-5 lat, a nie co roku.

RODZAJE AKUMULATORÓW

Akumulatory używane na łodziach (*marine battery*) dzielą się – ze względu na funkcję – na dwa rodzaje: rozruchowe (*starting / cranking battery*) i użytkowe (*house battery*).

Akumulatory rozruchowe / startowe (*starting / cranking battery*).

Akumulatory rozruchowe mają zapewnić uderzenie prądem o dużym natężeniu i natychmiast powrócić do pełnej mocy. Dlatego kupując akumulator rozruchowy należy zwrócić uwagę przede wszystkim na natężenie dostarczanego prądu. Generalnie można uznać, że żeglarzy będą interesowały akumulatory rozruchowe w przedziale od 75 do 400 amperów.

Silnik powinien zastartować od razu, ale istotne są wymagania rozrusznika. Jego charakterystykę podaje instrukcja silnika. Jeśli jej nie ma, warto zapamiętać, że trzeba co najmniej 2 A na cal sześcienny pojemności silnika dieslowskiego i minimum 1 A na cal sześcienny pojemności silnika benzynowego.

Jeśli nie znamy pojemności silnika, trzeba sprawdzić tę wartość u producenta. Dla przykładu: dieslowski silnik Yanmar 4 JH4 o mocy 110 koni mechanicznych ma pojemność 121,7 cala sześciennego (*121.7 cubic inch displacement*), zatem jego akumulator startowy powinien dostarczać prądu rozruchowego o natężeniu ok. 250 A.

Jeżeli silnik jest stary i wymaga kilkakrotnego „kręcenia” starterem, warto wziąć pod uwagę współczynnik (*rating*) CCA (*Cold Cranking Amps*) stosowany dla rozruchu w temperaturze 0 °F (-18 °C) lub MCA (*Marine Cranking Amps*) dla rozruchu w temperaturze 32 °F (0 °C). Współczynniki te powiedzą, ile amperów będzie miał prąd rozruchowy dostarczony przez dany akumulator w ciągu 30 sek., zanim napięcie w jego celach spadnie do poziomu 1,2 V (czyli 7,2 V w przypadku akumulatora 12-woltowego).

Reasumując: aby dowiedzieć się, z jakiego akumulatora najlepiej zakręcić rozrusznikiem starego silnika, należy sprawdzić, jakiego prądu rozruchowego (*cranking amps*) potrzebuje starter i pomnożyć to przez cztery (*CCA or MCA rating x 4*).

Uwaga: akumulatory rozruchowe nie znoszą rozładowania do „zera”. Gdy są problemy z rozruchem silnika, warto pomyśleć o akumulatorze rozruchowym z charakterystyką głębokiego rozładowania (*deep cycle*), o czym poniżej.

Akumulatory użytkowe (*house battery*)

Od akumulatorów tych wymagamy doprowadzenia prądu do wszystkich świateł, pomp wodnych, wentylatorów i elektroniki na jachcie. Do tego chcemy, aby działa się to jak najdłużej, bez częstego ładowania. Producenci wiedzą o tym i zakładają, że akumulator użytkowy wyładuje się do połowy swojej pojemności zanim zostanie ponownie naładowany.

Przy zakupie zwróćmy uwagę na następujące współczynniki:

Pojemność rezerwowa (*reserve capacity*) wyrażona w minutach – informuje, przez ile minut dany akumulator może wytrzymać obciążenie prądem 25 A, zanim jego napięcie spadnie do 10,5 V. Na przykład: *RC 150 minutes* znaczy, że akumulator może znieść obciążenie 25 A przez 2½ godziny. Przed wyjściem do sklepu warto sprawdzić, ile amperów wymaga każde urządzenie na jachcie i na ile godzin w ciągu doby będzie włączane. Zsumowanie tych danych pomoże zdecydować, jaki akumulator jest potrzebny, albo ile ich musimy kupić.

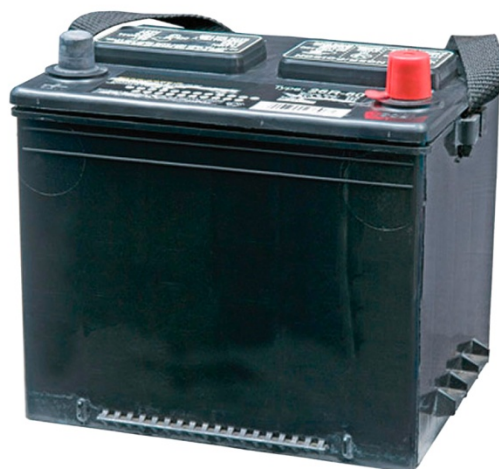
Życie w cyklach (*longevity, cycle life*) – im większa liczba, tym lepszy akumulator. Producenci określają tę liczbę następująco: rozładowują akumulator do 10 V, następnie ładują go małym prądem do pełnego poziomu i znów sprowadzają do poziomu 10 V. Proces jest powtarzany do momentu, w którym akumulator traci możliwość utrzymania połowy swej pełnej mocy.

Charakterystyka głębokiego rozładowania (*deep cycle*) – to najważniejsza funkcja akumulatorów użytkowych (*house*). Oznacza ona, że akumulator można użytkować długo, rozładowując znaczną część jego pojemności – a po naładowaniu nie traci on swych właściwości. Akumulator zwykły, przy eksploatacji jachtowej (czyli: rozładowanie do minimum – ładowanie – ponownie rozładowanie do minimum – ponownie ładowanie) szybko ulegnie zniszczeniu.

JAKI AKUMULATOR KUPIĆ?

Zasadowo-kwasowy, wymagający wody destylowanej? Czy bezobsługowy (*maintenance free*)? A jeśli bezobsługowy, to jaki? Z możliwością głębokiego rozładowania (*deep cycle*) czy jeden z tych w pełni uszczelnionych (VRLA, *Valve-Regulated Lead-Acid battery*)? A jeśli VRLA, to czy bezobsługowy z płynnym elektrolitem (*maintenance free / liquid electrolyte*), czy żelowy (*gel battery*), w którym elektrolitem jest unieruchomiony żel, czy taki, którego elektrolit jest wchłonięty przez matę z włókna szklanego (AGM, *Absorbent Glass Mat*)?

Popularne ołowiowo-kwasowe **akumulatory samochodowe** (*automotive / conventional flooded / lead-acid*) mają płyty ołowiowe na tyle cienkie, że wstrząsy na łodzi na pewno szybko je uszkodzą. Dlatego przestrzegamy przed zakupem tanich zwykłych akumulatorów samochodowych.



Firmy produkujące akumulatory samochodowe mają z reguły w ofercie **akumulatory do łodzi** (*marine battery*). Oznacza to, że akumulator ołowiowo-kwasowy został przystosowany do użycia w warunkach morskich i płyty ołowiowe ma grubsze. Ponieważ cenę mają przystępną, więc niektórzy je kupują i znane są nam przypadki, że akumulatory te służyły nawet trzy-cztery sezony.

Na rynku dostępne są akumulatory o podwójnej charakterystyce: startowe i JEDNOCZEŚNIE użytkowe o głębokim rozładowaniu (*starting / house deep cycle battery*). Nie wydaje się nam, by była to dobra kombinacja i osobiście opowiadamy się za osobnym akumulatorem do startu silnika, i osobnym zestawem akumulatorów przeznaczonych do całodziennego użytku. Wychodzimy bowiem z założenia, by unikać rzeczy wielofunkcyjnych, gdyż na ogół nigdy nie spełniają one do końca żadnej z przypisywanych im funkcji.

W tym wypadku każda z funkcji – startowa i użytkowa – wymaga od akumulatora czego innego. Sądzymy więc, że akumulator dwufunkcyjny jako mieszanka startowo-użytkowa (*start / house deep cycle*) lepiej spełni swoje zadanie jako źródło prądu rozrusznika dla silników starych, mających kłopoty z natychmiastowym rozruchem, gdyż gwałtowne rozładowanie kilkukrotnym rozruchem silnika go nie zniszczy, co z kolei zapewnia dłuższe użytkowanie. A do całodziennego poboru prądu niech służy zestaw osobny, nie oznaczony charakterystyką startową.

Akumulatory bezobsługowe z ciekłym elektrolitem (*wet-cell / maintenance free*) od poprzednich różnią się tym, że ich obudowa jest całkowicie zamknięta i nie daje dostępu do elektrolitu. Jeżeli nie są ładowane gwałtownie, tlen i wodór z nich nie uciekają. Na wypadek ładowania nieregulowanego mają zawór bezpieczeństwa, który uwalnia gazy, gdy wytworzy się ich zbyt dużo.

Gdy na jachcie regulator napięcia ulegnie awarii, akumulator zaczyna być przeładowywany, co powoduje (jak pamiętamy) gwałtowną elektrolizę wody. Powstałe z elektrolitu tlen i wodór „uciekają” przez zawór bezpieczeństwa, ale ponieważ w akumulatorze bezobsługowym nie ma możliwości dolania wody destylowanej, więc jego żywot skraca się w tempie przyspieszonym. Tego rodzaju akumulatory nie spełniają na jachcie swojej funkcji i ich nie polecamy.

I tu dodajmy rzecz absolutnie podstawową. Nie wolno ładować akumulatora z alternatora bez regulatora napięcia, bo tylko to urządzenie może kontrolować prąd ładowania. Owszem, robią to i ładowarki, ale te budowane są dla napięcia 110 V, którego z kolei na jachcie nie ma – i kółko się zamyka.

Ładowanie alternatorem silnika, panelem słonecznym czy prądnicą wiatrową **ZAWSZE WYMAGA URZĄDZENIA REGULUJĄCEGO ŁADOWANIE.**

Akumulatory z ciekłym elektrolitem o charakterystyce głębokiego rozładowania (*wet cell / deep cycle*) mają płyty ołowiowe gęsto rozmieszczone i bardzo grube, stąd są bardzo wytrzymałe. Tolerują rozładowania lepiej niż akumulatory samochodowe. Najlepsze z nich mają życie w cyklach (*Longevity, cycle life*) wyrażające się liczbą większą niż 1000, ale już 300-500 cykli jest parametrem bardzo dobrym.

Takie akumulatory stosowane są np. w akumulatorowych wózkach golfowych, wózkach jezdniowych i widłowych, stąd często nazywane są akumulatorami trakcyjnymi (lub *golf cart battery*). Są cięższe niż inne rodzaje akumulatorów.

Ładują się (zakładając prawidłowe ładowanie małym prądem) wolno i znacznie wolniej osiągają poziom pełnego naładowania (*full charge*). Naładowane, wolno się rozładowują i trzymają swoją moc bardzo efektywnie. Wymagają stałej kontroli i dolewania wody destylowanej.



W **akumulatorach żelowych** (*gel battery*) elektrolit jest unieruchomiony i ma postać żelu o konsystencji margaryny. Warstwy ołowiowe i izolujące są ze sobą skompresowane. Warstwa izolująca z mikroporowatego duroplastiku, o wysokiej stabilności temperaturowej i wytrzymałości mechanicznej, zapewnia bardzo dobrą odporność na wibracje i wstrząsy mechaniczne.

Akumulatory żelowe mogą dostarczyć dużo prądu bez gwałtownego rozładowania się, co pozwala np. na użycie ich do windy kotwicznej. Ich życie w cyklach (*longevity, cycle life*) wyraża się liczbą nie mniejszą niż 800. Warte zainteresowania są tu akumulatory żelowe głębokiego rozładowania (*deep cycle gel battery*).

Jako akumulatory użytkowe „żelki” są co najmniej o 25% bardziej wydajne niż akumulatory ołowiowo-kwasowe głębokiego rozładowania (*wet cell / lead-acid deep cycle*), także ładują się o wiele szybciej. Dodatkową zaletą jest całkowicie uszczelniona obudowa, z której nie wyleje się kwas i nie ulotni żaden gaz, która przetrwa nawet chwilowy pobyt pod wodą.



Wadą akumulatorów żelowych jest totalna nietolerancja na przeładowanie (*overcharging*). Tak jak utrata sztagu spowoduje natychmiastowe złamanie masztu, tak przekroczenie poziomu 14,1 V przy

ładowaniu natychmiast zniszczy akumulator żelowy. W przypadku zakupu akumulatorów żelowych radzimy zainwestować w dobry regulator / limiter napięcia.

Akumulatory szczelne AGM (*Absorbent Glass Mat*) mają elektrolit unieruchomiony w absorpcyjnej macie szklanej. Są to wyjątkowo efektywne akumulatory o dużej pojemności i wytrzymałości, które rozładowują się bardzo wolno. I znów: na jacht polecane są akumulatory AGM głębokiego rozładowania (*deep cycle AGM battery*). Jedyną ich wadą to – podobnie jak w przypadku akumulatorów żelowych – zero tolerancji na przeładowanie.

RÓŻNE TRYBY ŁADOWANIA

Akumulatory rozładowują się nawet wtedy, gdy są nieużywane. Dlatego należy je sprawdzać i co jakiś czas doładowywać małym prądem. Zimą, pozostawione na 5 miesięcy, nie przetrwają w pełnej mocy do następnego sezonu. Wyjątkiem są akumulatory żelowe i AGM. Bardzo wolno same się rozładowują i pozostawione bez opieki znoszą długi okres nieużywania raczej bez problemów.

Kompensacja temperaturowa (*temperature compensation*).

Wiele regulatorów ładowania akumulatorów z baterii słonecznych czy generatorów wiatrowych ma tryb „kompensacja temperaturowa” użyteczny zwłaszcza dla akumulatorów żelowych i AGM, polegający na włączeniu czujnika temperatury (tzw. inteligentna ładowarka). Opcja ta daje możliwość automatycznego dopasowania napięcia zasilającego do temperatury akumulatora, jeśli ta odbiega np. od 77 °F (+ 25 °C). Wyższa temperatura zmniejsza napięcie, niższa je zwiększa. Tryb ten znacznie wydłuża żywotność akumulatora.

Praktycznie: „inteligentna ładowarka” jest niezbędna dla akumulatorów żelowych i AGM, bo przekroczenie temperatury ładowania natychmiast je niszczy.

Ładowanie wyrównawcze (*equalizing*).

Te same regulatory ładowania akumulatorów z baterii słonecznych czy generatorów wiatrowych mają tryb ładowania wyrównawczego (*equalizing*). Jest to proces oczyszczania akumulatora i ma zadanie przywrócenia mu pojemności, wydajności i efektywności poprzez usunięcie zjawisk negatywnych zachodzących w akumulatorze. Jest to np. stratyfikacja (rozwarstwianie elektrolitu i gromadzenie się większych ilości kwasu bliżej dna), czy pojawianie się na ołowiowych płytach kryształków siarki. Po jakimś czasie zjawiska te znacznie obniżają wydajność akumulatora lub go po prostu unieruchamiają, warto więc ładowanie wyrównawcze przeprowadzać systematycznie od początku.

W trakcie ładowania wyrównawczego napięcie w poszczególnych celach jest podnoszone do poziomu 2,7 V (w przypadku akumulatora 12-woltowego: 16,2 V). **Ładowanie wyrównawcze można stosować tylko wobec akumulatorów z ciekłym elektrolitem** (*wet cell*).

Przypadkowe uruchomienie opcji ładowania wyrównawczego (*equalizing*) przy ładowaniu akumulatorów żelowych, AGM czy bezobsługowych, grozi uszkodzeniem akumulatora. Pamiętajmy, że

pierwsze dwa typy akumulatorów mają zerową tolerancję na przeładowanie, więc 16,2 V niszczy je natychmiast. Bezobsługowy (*maintenance free*) podczas przeładowania bardzo szybko traci elektrolit, który szybko rozkłada się na wodór i tlen (ulatniające się przez zawór bezpieczeństwa) – a ponieważ nie ma możliwości, aby dołać wody destylowanej, szybko następuje zwarcie.

Najlepiej sprawdzić u producenta, czy dany akumulator można poddać ładowaniu wyrównawczemu, a jeśli tak – dowiedzieć się, jak często należy je stosować i jak długo powinno ono trwać.

Na jednym z dyskusyjnych forów żeglarskich dowiedzieliśmy się, że trwające 8-10 godzin oczyszczanie akumulatora przez ładowanie wyrównawcze powinno być robione raz w miesiącu. Prąd ze źródła ładowania nie może przekraczać 5% pojemności akumulatora, przykładowo: akumulator mający 200 amperogodzin (200 Ah) powinien być ładowany prądem o natężeniu co najwyżej 10 A.

RÓŻNOŚCI

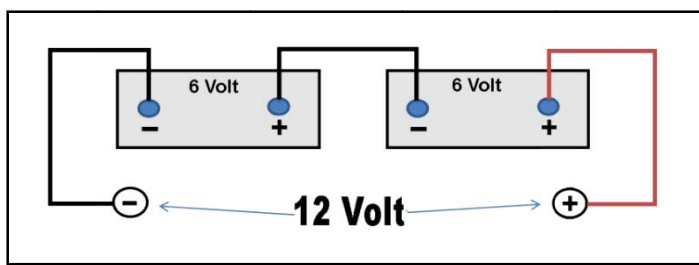
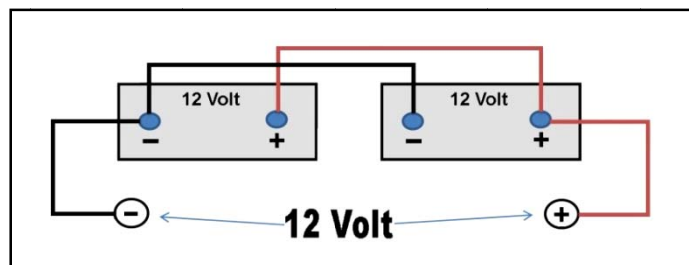
Na forum dowiedzieliśmy się, że:

- ◆ Jacht, mający dużą liczbę urządzeń elektrycznych (w tym lodówkę i TV) i często używany w długich podróżach pod żaglami, powinien mieć akumulator użytkowy (najlepiej dwa) o pojemności ok. 400-600 Ah (amperogodzin).
- ◆ Taki sam jacht, ale używany tylko w żegludze weekendowej, powinien mieć akumulator o pojemności co najmniej 200 Ah.

Z własnego doświadczenia wiemy:

- ◆ Zainstalowanie paneli słonecznych (*solar panels*) lub prądnicy wiatrowej (*wind turbine*) jest najlepszym sposobem na utrzymanie akumulatorów w dobrym stanie przez długi czas. Akumulatory są doładowywane systematycznie, małym prądem. Minusem zastosowania prądnicy wiatrowej jest hałas.
- ◆ Nie jest zalecane łączenie różnych rodzajów akumulatorów. Połączenie akumulatora mającego ciekły elektrolit (*wet cell*) z akumulatorem AGM – nawet jeśli oba mają charakterystykę głębokiego rozładowania (*deep cycle*) – stwarza wysokie prawdopodobieństwo zniszczenia tego drugiego, gdyż różny jest czas ładowania obu rodzajów. AGM ładuje się szybciej i – nieodłączony w porę – może otrzymać ładunek wyższy od zalecanego, co (jak już wiemy) natychmiast go niszczy.

- ◆ Akumulatory 12-woltowe łączymy równolegle (*parallel connection*).



- ◆ Akumulatory 6-woltowe łączymy szeregowo (*series connection*).

- ◆ Monitorujemy stopień wyładowania akumulatorów przez częste mierzenie napięcia zewnętrznego. Zazwyczaj w przypadku akumulatorów z ciekłym elektrolitem (*wet cell*): 12,6 V oznacza pełne naładowanie; 12,4 V – 75% pojemności; 12,2 V – 50% pojemności; 12,0 V – 25% pojemności, a 11,8 V to już absolutna rezerwa („pusty bak”) i należy natychmiast rozpocząć ładowanie. W przypadku akumulatorów żelowych lub AGM trzeba dodać 2%.

- ◆ Sprawdzamy poziom elektrolitu i dolewamy wody destylowanej. Dbajmy, by akumulatory były z wierzchu suche i czyste. Zewnętrzna wilgoć przyspiesza samorozładowanie.

- ◆ Starajmy się nie rozładowywać akumulatora poniżej 50% jego pojemności. Znacznie przedłużymy wtedy jego trwałość.

- ◆ Jachty mające telewizor, klimatyzację, zamrażarkę, pralkę, kuchenkę mikrofalową itd. mają na stałe zamontowany spalinowy generator prądu.

- ◆ Istnieje zależność między pojemnością a ciężarem akumulatorów głębokiego rozładowania z ciekłym elektrolitem (*wet cell*): 1 Ah (amperogodzina) powinna odpowiadać 0,75 lb (0.34 kg) wagi.

Akumulator o pojemności 100 Ah powinien zatem ważyć co najmniej 60 lb (27 kg). Przy lżejszych, producenci zazwyczaj starają się wykręcić opowieściami, że zmniejszono wagę obudowy dla wygody klienta, ale najczęściej są to akumulatory słabej jakości.

- ◆ Gdy nasz akumulator użytkowy ma 100 Ah, alternator powinien dawać prąd o natężeniu 35 A.
I odpowiednio:
 - akumulator 220 Ah wymaga alternatora 70 A,
 - akumulator 450 Ah wymaga alternatora 150 A.

Jeżeli nie mamy innego źródła ładowania niż alternator 35-ampereowy, kupowanie akumulatora (akumulatorów) o pojemności 450 Ah jest wyrzucaniem pieniędzy. Słaby alternator nie będzie w stanie doładować takiej pojemności w wymaganym czasie.

- ◆ Kupujemy na jacht urządzenia pracujące pod napięciem 12 V. W miarę możliwości unikajmy urządzeń pracujących pod napięciem 110 V. Producenci budują je z myślą o użytku domowym, a nie jachtowym, więc z punktu widzenia żeglarza zawsze pobierają za dużo prądu.

- ◆ Ich obecność na jachcie zmusi nas do korzystania z inwertera (*inverter*) 12 V – 110 V. Inwerty tymczasem mają wydajność zaledwie ok. 85%, tak więc powodują poważne straty energii. Ich częste stosowanie bez włączonego silnika, skróci znacznie życie każdego akumulatora.

- ◆ Kuchenka mikrofalowa pracująca pod napięciem 110 V, włączona przez inwerty na 6 minut, pobierze tyle samo prądu co 6-minutowy rozruch silnika. O tym, że „kręcenie” starterem przez 6 minut może rozładować nowy akumulator, a na pewno rozładuje akumulator używany, nie trzeba przekonywać.

- ◆ Użycie komputerów pracujących pod napięciem 110 V jest – niestety – złem koniecznym. Większość z nas bierze na pokład „ładowe” laptopy wraz z programami nawigacyjnymi, a laptopy i komputery 12-woltowe są zazwyczaj droższe od tych na 110 V.
- ◆ Mając na względzie długość eksploatacji – najbardziej sensowny jest zakup akumulatorów żelowych lub AGM i wysokiej jakości regulatora napięcia. Są to idealne akumulatory dla tych, którzy nie chcą mieć kłopotów związanych z ich obsługą. Jest to jednak poważny wydatek początkowy. Dlatego większość żeglarzy stosuje na jachtach akumulatory głębokiego rozładowania (*deep cycle*) z ciekłym elektrolitem (*wet cell*) w funkcji użytkowej (*house*). Jeśli są to akumulatory trakcyjne, takie jak w wózkach akumulatorowych (*golf cart battery*), będą spełniać swoje funkcje długo – choć wymagają trochę uwagi.
- ◆ Dla wybierających się w daleką podróż polecamy akumulatory trakcyjne (*golf cart battery*) i zapas wody destylowanej.

Krzysztof Grubecki

9 lipca 2010

www.ZeglujmyRazem.com

Artykuł ten nie wyczerpuje wiedzy o akumulatorach i gospodarce prądem na jachtach, ani też do tego nie pretenduje. Jest to jedynie garść skróconych i podstawowych informacji. Ich zgromadzenie jest efektem dużej ilości pieniędzy wydanych przez autora i jego znajomych na akumulatory, które zniszczone zostały w wyniku wcześniejszego braku powyższej wiedzy. Opinie fachowców i użytkowników będą bardzo mile widziane.

* * *

Serdecznie dziękujemy:

- prof. Maciejowi Gellerowi za przypisy i uwagi na temat procesów zachodzących w akumulatorze
- Jerzemu Wilderowi za uwagi i informacje na temat inwerterów (czekamy na więcej!)