

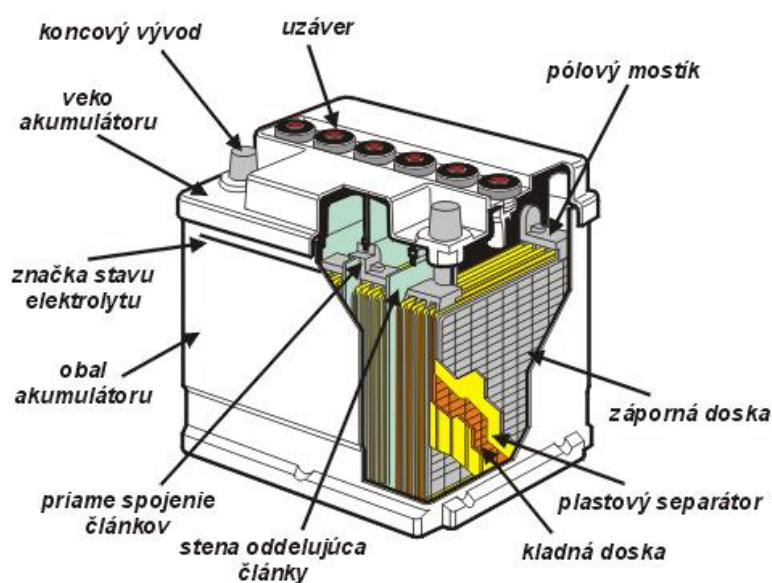
Štartovacie akumulátory JCB – základné poznatky

Tento článok je určený najmä našej súčasnej aj budúcej klientele a ich strojom JCB. Obsah je zameraný na štartovacie akumulátory a vznetové motory používané v strojoch a mechanizmoch výrobcu JCB, s ktorými sa stretávame v našej praxi. Článok nemá ani v najmenšom ambíciu komplexne zdokumentovať inak veľmi širokú problematiku akumulátorov. Účelom článku je najmä pomôcť našim zákazníkom a záujemcom o technické detaily zorientovať sa v rôznych konštrukciách, pojmoch, parametroch, údržbe a vlastnostiach spájajúcimi sa so štartovacími akumulátormi využívanými mobilnými strojmi a mechanizmami svetoznámeho anglického výrobcu JCB.

Štartovacie akumulátory vo všeobecnosti predstavujú reverzibilný elektrochemický zdroj elektrickej energie mobilných strojov a vozidiel vybavených spaľovacím motorom. Čerpanie a spätné ukladanie elektrickej energie je tak založené na neustále sa opakujúcich chemických reakciách medzi kladnými a zápornými elektródami v prostredí elektrolytu. Akumulátory sú jediným zdrojom energie elektrického okruhu celého stroja v čase, keď motor, a teda aj alternátor, ešte nepracuje. V núdzových prípadoch sú schopné dočasne pokryť spotrebu el. energie palubnej siete stroja v čase poruchy jeho dobíjacej sústavy. Konštrukcia štartovacích akumulátorov je primárne podriadená požiadavke poskytovať veľké prúdy počas veľmi krátkeho času štartu motora. V prípade štartovacích akumulátorov vznetových motorov strojov a mechanizmov JCB ide o prúdy najčastejšie v rozsahu 300 – 1200 A (ampérov) a štarty trvajúce približne 0,5 až 8 sekúnd. Medzi najčastejšie využívané patria klasické akumulátory s plochými elektródami (platňami, doskami) ponorenými v elektrolyte často s vylepšenou konštrukciou proti cyklickému zaťaženiu a odolnou voči vibráciám spravidla označovanou ako “Heavy duty” alebo “Vibration Resistant”. Štartovacie autobaterie disponujú tenkými doskami elektród, ktoré vytvárajú lepšie podmienky pre krátkodobý odber veľkého (štartovacieho) prúdu. Štartovacie akumulátory NIE sú štandardne skonštruované pre opakované hlboké vybíjanie (mimo autobaterií označovaných ako DEEP CYCLE).

Konštrukcia štartovacieho akumulátora

Klasický štartovací akumulátor sa skladá z nasledovných základných častí:



Obr. 1: **Konštrukcia akumulátora**, zdroj: Ivan MATAJ, on-line učebnica, URL: < <http://aaautoskola.sk/ku022.html> >

- **Obal** - vyrobený býva spravidla z polypropylénu, prípadne z PVC, ABS alebo tvrdenej gumy (pryže). V prípade 12 V akumulátorov je jeho vnútorný priestor rozdelený na šesť komôr, do ktorých sa umiestňujú jednotlivé sady elektród - články. U starších prevedení obalu býva na dne vytvorený odkalovací priestor zatiaľ čo v hornej časti pod vekom autobaterie je vytvorený rezervný priestor pre plyny a elektrolyt. V moderných akumulátoroch však odkalovací priestor na dne obalu už stráca

opodstatnenie, keďže v súčasnosti používané tesné obalkové prevedenie separátorov jednotlivých

(najmä kladných) elektród, znemožňuje vypadávanie aktívnej hmoty a hromadenie sa kalov na dne autobaterie.

- **Veko akumulátora** – je nerozoberateľne spojené s obalom a uzatvára jeho horný priestor. Vo veku akumulátora sú okrem otvorov umožňujúcich naplnenie článkov elektrolytom, vytvorené kanály v podobe labyrintu pre zachytávanie plynov za účelom ich rekombinácie. Okrem toho, veko obsahuje aj bezpečnostný pretlakový ventil, protizápalovú keramickú poistku, prípadne aj indikátor nabitia prezývaný tiež ako “magické oko”. Súčasťou veka sú tiež otvory pre pólové vývody, sklopné rukoväte uľahčujúce manipuláciu s akumulátorom a nálepka s informáciami výrobcu o akumulátore.
- **Ploché elektródy** – predstavujú najpoužívanejší tvar elektród. Rozlišujeme kladné elektródy z oxidu olovičitého (PbO_2) a záporné elektródy z pórovitého olova (Pb). Presné chemické zloženie aktívnej hmoty i mriežky elektród je výrobným tajomstvom každého výrobcu. Vo všeobecnosti sú pri výrobe elektród používané upravené zliatiny olova obohatené o látky ako antimón (Sb), vápnik (Ca), cín (Sn), hliník (Al), striebro (Ag) a najnovšie uhlík (C). Aktívna hmota kladných aj záporných elektród je vložená (nalisovaná) do pravouhlej alebo diagonálnej mriežkovej kostry odlievanej z tvrdeného olova. Mriežky elektród predstavujú statické kolektory (zberače) elektrického náboja čiže prúdu. V jednom článku batérie sú striedavo uložené kladné a záporné dosky pričom záporná sada elektród má spravidla o jednu elektródu viac a tvorí v zostave jedného článku vždy vonkajšie dosky. Dosky elektród jedného článku hrubé len 1,5 až 3 mm sú paralelne spojené pomocou pólového mostíka. Výsledné napätie jedného článku autobaterie je asi 2,14 V. Jednotlivé články sú spájané do série čo v konečnom dôsledku poskytne akumulátoru celkové napätie naprázdno na úrovni 12,84 V.
- **Špirálové elektródy** – ide o zvitkové usporiadanie elektród, ktoré sa vyskytuje pri niektorých AGM (Absorbed Glass Mat) batériách bez tekutého elektrolytu pod obchodnými značkami OPTIMA (obr. 2) a Exide MAXXIMA pričom v každom článku akumulátora sa nachádza iba jedna kladná a jedna záporná elektróda z vysoko čistého olova so separátorom zo sklenených vlákien uprostred. Obe elektródy sú pritom zvinuté do špirály a majú valcový tvar.



Obr. 2: *Autobatería OPTIMA*, zdroj: stránka Principal Auto,

URL: < <http://www.principalauto.ro/Baterii-Optima/OPTIMA-Red-Top-42-l-capacit-50-Ah-815-A--pID54.html> >

- **Separátory** – ide o vysokomolekulárne plastové prepážky vkladané medzi kladné a záporné elektródy. Vyrábané sú spravidla z polypropylénu (PP), polyetylénu (PE), polyvinylchloridu (PVC) alebo u starších batérií z impregnovaného papiera či pryže. V akumulátoroch typu AGM (Absorbed Glass Mat) sa ako separátory používajú mikroporézne prepážky (rošty) zo spletaných sklenených vlákien – sklolaminátových roštov dotovaných bórom.
- **Elektrolyt** – ide o destilovanou vodou zriedenú kyselinu sírovú (H_2SO_4) na koncentráciu 38% (tzv. akumulátorová kyselina) a hustotu $1,28 \text{ g/cm}^3$ (pri teplote $25 \text{ }^\circ\text{C}$). U autobaterií typu AGM hustota elektrolytu, ktorým sú separátory a elektródy iba nasiaknuté, dosahuje hodnotu $1,30$ až $1,32 \text{ g/cm}^3$. Úplne vybitý akumulátor má hustotu elektrolytu len $1,11 \text{ g/cm}^3$ a zamrzá už pri teplote okolo $-7 \text{ }^\circ\text{C}$.

Naproti tomu nová nabitá autobatéria zamrzne pri teplote približne $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$! Zamrznutý elektrolyt zväčšuje svoj objem, čo v praxi často vedie k prasknutiu obalu akumulátora a trvalému deformačnému poškodeniu elektród.

POZNÁMKA: V našej praxi sa často stretávame s nejasnosťami okolo rozdielov a odlišností v konštrukciách akumulátorov EFB, AGM a gelových autobaterií v porovnaní s klasickými akumulátormi. Preto považujeme za dôležité vniesť trocha svetla aj do tejto problematiky.

Zásadný rozdiel v konštrukcii medzi jednotlivými olovenými akumulátormi spočíva v type použitého nosiča elektrolytu:


- **Klasická Wet a EFB (Enhanced Flooded Battery) autobatéria** – nosičom elektrolytu je samotný tekutý vodný roztok kyseliny sírovej (H_2SO_4), ktorým sú zaliate jednotlivé skupiny elektród a separátorov - články. Niekedy sa tento typ akumulátorov preto zvykne nepresne a zjednodušene označovať ako „mokrú“ autobatéria.
- **AGM akumulátor** – *Absorbed Glass Mat*, nosičom elektrolytu u tohto typu batérií sú špeciálne separátory (akési rohože) so sklenených vlákien dotovaných bórom, ktoré sú iba nasiaknuté elektrolytom rovnako ako samotné doskové alebo špirálové elektródy. Ide teda o „suchý“ typ hermeticky uzavretého akumulátora montovateľného v akejkoľvek polohe bez nebezpečenstva vytečenia elektrolytu. Typickým predstaviteľom európskych výrobcov AGM batérií s valcovými článkami a elektródami zvinutými do špirály sú autobatérie OPTIMA a Exide MAXXIMA. Najrozšírenejším prevedením AGM batérií na slovenskom trhu však zostáva usporiadanie článkov vo forme plochých elektród v podobe platní s vysokou kompresiou oddelených navzájom rohožou so sklenených vlákien. AGM batérie sa najčastejšie využívajú pre vozidlá so systémom ŠTART-STOP, štartovacie vozíky, ako aj rôzne záložné zdroje UPS pre informačné, zabezpečovacie, telekomunikačné, protipožiarne systémy, núdzové osvetlenie atď....
- **GEL autobatéria** – elektrolyt je súčasťou kremičitej suspenzie, ktorej základ tvorí aditivovaný tixotropný (polotekutý) gél SiO_2 , ktorým sú „zaliate“ resp. pokryté štandardné separátory spolu s elektródami – ide teda o „mokrý“ typ hermeticky uzavretého akumulátora, ale s polotekutou až rôsolovitou konzistenciou elektrolytu. Gélové autobatérie majú najlepšiu odolnosť proti otrasom a vysokým prevádzkovým teplotám, a preto sú obzvlášť vhodné pre poľnohospodárske, stavebné stroje, ako aj terénne vozidlá a motocykle. Avšak ich masovému rozšíreniu ako štartovacích akumulátorov v mobilných strojoch bráni najmä vysoká cena.

Zaujímavosť: pri gélových a AGM batériách nedochádza k javu známemu ako stratifikácia (vrstvenie) elektrolytu ako je tomu pri konvenčných „mokrých“ akumulátoroch. Ide o stav kedy elektrolyt s vyššou koncentráciou (a teda aj hustotou) kyseliny sírovej klesá ku dnu, zatiaľ čo menej koncentrovaný roztok elektrolytu s menšou hustotou sa zdržiava v hornej polovici akumulátora. Nebezpečenstvo tohto javu spočíva v tom, že koncentrovanejší roztok napadá materiál elektród a spôsobuje ich rozpad, t. j. uvoľňovanie častíc aktívnej hmoty z mriežky elektród a zároveň trvalú oxidáciu.

Najdôležitejšie elektrické parametre štartovacích akumulátorov

- MENOVITÁ KAPACITA** akumulátora označovaná písmenom C_{xx} (napr. C_{05} , C_{10} , C_{20}) zjednodušene povedané predstavuje maximálne množstvo elektrickej energie vyjadrené v ampérhodinách (Ah), ktoré môže akumulátor za presne definovaných podmienok jednorázovo poskytnúť. Menovitú kapacitu akumulátora možno využívať ako porovnávací údaj pre hodnotenie akumulátorov za rovnakých podmienok. Kapacita je udávaná pre vybitie plne nabitého akumulátora pri teplote 25 °C počas 10 alebo 20 hodín. V praxi sa najčastejšie používa tzv. **20-hodinová menovitá kapacita** podľa európskej normy EN (STN) **označovaná ako C_{20}** , ktorej hodnota je vždy mierne vyššia ako C_{10} . Je to množstvo el. prúdu, ktoré je nabitý akumulátor schopný dodávať pri teplote 25 °C počas 20 hodín bez toho, aby došlo k poklesu napätia článku pod 1,75 V, resp. 10,5 V na vývodoch akumulátora.

Príklad označovania akumulátora JCB 126 Ah	
Part number	729/12345
Voltage	12 V
CCA SAE	850 A
AH (20h)	126 Ah

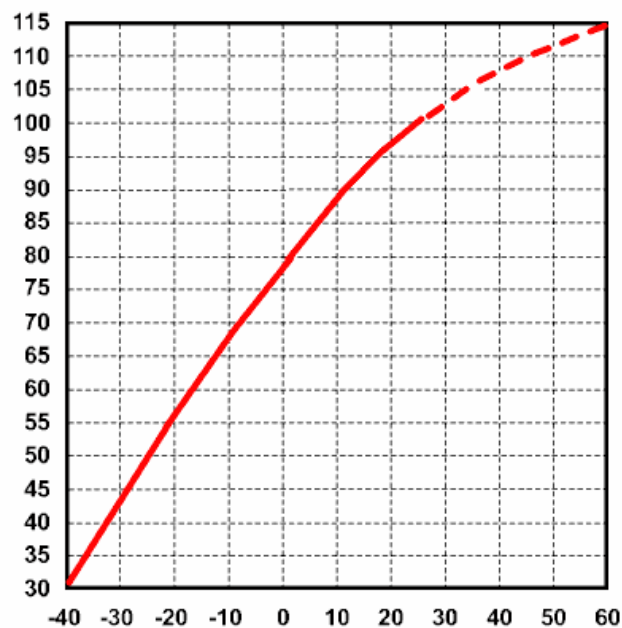


U mobilných strojov JCB sa najčastejšie stretávame s akumulátormi s kapacitou C_{20} 110 Ah a 125 Ah, resp. 130 Ah. V praxi to znamená, že napr. 110 Ah akumulátor bude teoreticky schopný dodávať konštantný prúd veľkosti 110 A počas 1 hodiny alebo 55 A - 2 hodiny, prípadne 11 A - 10 hodín atď.

Zvyšovanie kapacity akumulátorov je možné zväčšovaním objemu, resp. množstva aktívnej hmoty elektródových dosiek alebo zväčšením počtu elektród (avšak na úkor rozmerov a hmotnosti batérie). Zväčšovanie plochy elektród (zmenšovaním ich hrúbky) pri zachovaní hmotnosti vedie zase k nárastu štartovacieho prúdu.

Kapacita akumulátora závisí najmä od veľkosti prúdu vybíjania a teploty elektrolytu.

Pri vybíjaní veľkým prúdom sa kapacita akumulátora rýchlo znižuje. Dôvodom je skutočnosť, že vznikajúci málo porézny síran olovnatý ($PbSO_4$) vytvára na oboch elektródach takmer nepriepustný povlak a bráni tak prieniku (difúzii) elektrolytu do pórov aktívnej hmoty elektród. Dochádza k chemickej nerovnováhe (tzv. heterogenite) v koncentrácii elektrolytu vo vnútri hmoty a mimo elektród. Vo vnútri aktívnej hmoty počas vybíjania rýchlo klesá koncentrácia roztoku elektrolytu v dôsledku spotreby iónov SO_4 , no zároveň tvoriace sa kryštály síranu olovnateho na povrchu elektród, bránia prieniku koncentrovanejšieho elektrolytu kyseliny sírovej z priestoru mimo elektród do vnútra aktívnej hmoty. Rýchlosť prebiehajúcich chemických reakcií postupne poklesne a časť materiálu elektród vo vnútri hmoty zostane tak bez využitia, t. j. nezúčastní sa chemických reakcií vedúcich k uvoľneniu ďalších elektrónov.



Obr. 3 : Závislosť kapacity akumulátora (v %) a teploty (v °C)

Rovnako tak **kapacita autobatérie klesá s klesajúcou teplotou elektrolytu** (pozri obr. 3), pretože rastie hustota elektrolytu a znižuje sa pohyblivosť iónov medzi elektródami, ako aj ich schopnosť prenikať (difundovať) hlbšie pod povrch elektród. Nízka teplota tak pôsobí ako veľmi účinný inhibítor (spomaľovač) chemických reakcií.

Tab. 1: Závislosť kapacity akumulátora od teploty elektrolytu (okolia) možno zhrnúť nasledovne:

Pri teplote 25 °C je k dispozícii	100% kapacity plne nabitého akumulátora	Napr. 110 Ah
Pri teplote 0 °C je k dispozícii	len ~80% kapacity plne nabitého akumulátora	110Ah → 88 Ah
Pri teplote -25 °C je k dispozícii	len ~50 % kapacity plne nabitého akumulátora	110Ah → 55 Ah (!)

- **REZERVNÁ KAPACITA RC** (Reverse Capacity) – podľa americkej normy SAE predstavuje čas v minútach, počas ktorého je plne nabitý akumulátor schopný dodávať konštantný prúd 25A pri teplote 26,7 °C bez toho, aby došlo k poklesu napätia pod 1,75 V na článok, resp. 10,5 V na vývodoch autobaterie. Ide o kapacitu dôležitú v čase poruchy dobíjania vozidla (stroja) pre dojazd do najbližšieho servisu. V praxi sa RC akumulátorov pohybuje v rozsahu od 30 do 370 minút.

Ak sa hodnota RC na akumulátore neuvádza je ju možné približne určiť jednoduchým výpočtom. Platí približný vzťah pre klasické „mokré“ autobaterie: **$RC (min.) \approx 1,7 \times C_{20} (Ah)$ a pre batérie AGM $\approx 1,9 \times C_{20} (Ah)$** . Napr. pre 110 Ah klasický „mokrý“ akumulátor potom bude hodnota rezervnej kapacity RC približne $1,7 \times 110 = 187$ minút.

- **ŠTARTOVACÍ PRÚD (ICC, ICA, CCA)** – podľa európskych štandardov EN ide o množstvo prúdu v ampéroch (A), ktoré je plne nabitý 12 V akumulátor schopný dodať počas 10 s pri teplote -18 °C, bez toho, aby došlo k poklesu napätia na článku pod 1,25 V, t. j. pod hodnotu svorkového napätia akumulátora 7,5 V. **Rôzne normy však využívajú odlišné metodiky stanovenia hodnoty štartovacieho prúdu, a preto je veľmi dôležité popri hodnote samotného prúdu poznať aj normu podľa, ktorej sa k výsledku dospelo (pozri tab. 2 a 3).** Na akumulátoroch určených pre loď a člny je často udávaná okrem štandardnej hodnoty štartovacieho prúdu za studena CCA (Cold Cranking Amperes) aj hodnota prúdu CA (Cranking Amperes), resp. MCA (Marine Cranking Amperes) pri teplote 0 °C (32 °F), ktorá je približne o 20 - 25 % vyššia ako hodnota prúdu CCA stanovená pri teplote -18 °C.

Tab. 2: Prehľad rôznych podmienok testovania podľa rôznych noriem

Štandard*	Teplota	Čas zaťaženia	U _{min} na svorkách
EN	- 18 °C	10 s	7,5 V
DIN	- 18 °C	30 s	9,0 V
BS, IEC	- 18 °C	60 s	8,4 V
SAE, BCI	- 18 °C	30 s	7,2 V
ČSN	- 18 °C	60 s	6,0 V

*Vysvetlivky skratiek:

EN – European Norm

DIN – Deutsche Industrie Norme

BS – British Standards

SAE – Society of Automotive Engineers

BCI – Battery Council International

IEC – International Electrotechnical Commission

DOLEŽITÝ FAKT: Existencia rôznych noriem (metodik) pre stanovenia štartovacieho prúdu vytvára marketingový priestor pre výrobcov autobaterií kedy na otestovanie svojich akumulátorov radi siahnu najmä po norme, ktorá im umožní stanoviť najvyššie hodnoty štartovacieho prúdu CCA, t. j. najmä americkej normy SAE. Norma SAE pritom stanovuje hodnotu svorkového napätia na konci fáze simulovaného štartu počas testovania len 7,2 V (!) a nereálne dlhý čas štartu, ktorý by v praxi viedol k zničeniu štartéra! Pritom každé vybíjanie 12 V akumulátora pod hodnotu svorkového napätia 10,5 V je z hľadiska dlhodobej životnosti akumulátora považované za hlboké vybitie s deštruktívnym účinkom vedúce k drastickému zníženiu životnosti autobaterie! V praxi potom autobateria otestovaná americkou metodikou SAE môže u zákazníka vyvolať

dojem výkonnejšej batérie v porovnaní s konkurenciou využívajúcou iné (väčšinou šetrnejšie a objektívnejšie) metodiky stanovenia hodnoty CCA. Originálne štartovacie akumulátory JCB udávajú štartovací prúd podľa americkej normy SAE.

Prehľad približne ekvivalentných štartovacích prúdov podľa rôznych noriem uvádza tabuľka 3. **V praxi to znamená, že napríklad akumulátor s udávaným štartovacím prúdom 1000 A (SAE), t. j. stanovený podľa americkej normy je porovnateľný s akumulátorom so štartovacím prúdom 560 A (DIN) teda určeným podľa nemeckej normy DIN !**

Tab. 3: Približné hodnoty prúdu CCA (Cold Cranking Amperes) v ampéroch pre rôzne standardy

SAE/CCA	EN	IEC	DIN	SAE/CCA	EN	IEC	DIN
155	145	100	90	800	760	515	450
200	180	130	110	850	790	550	480
250	230	160	140	900	860	580	505
300	280	185	170	950	900	615	535
350	330	225	200	1000	940	645	560
400	360	260	225	1050	1000	680	590
450	420	290	255	1100	1040	710	620
500	480	325	280	1150	1080	745	645
550	520	355	310	1200	1150	775	675
600	540	390	335	1250	1170	810	700
650	600	420	365	1300	1220	840	730
700	640	450	395	1350	1270	870	760
750	680	485	420	1400	1320	905	790

Nabíjanie štartovacích akumulátorov

Nabíjaním sa obnovuje elektrický náboj autobatérie. V optimálnom prípade pre nabíjanie používame moderné elektronické nabíjačky, ktoré sa o správne nastavenie prúdu a napätia často postarajú automaticky. Spôsob nabíjania opísaný nižšie možno uplatniť v prípadoch kedy za účelom nabíjania používame nabíjačky s možnosťou manuálneho nastavenia nabíjacieho prúdu. Ak teda výrobca nepredpisuje spôsob nabíjania autobatérie, spravidla sa volí počiatočná hodnota nabíjacieho prúdu 0,1 až 0,12 C₂₀ (A), čiže napr. pre 110 Ah akumulátor to bude 11-13,2 A. Po dosiahnutí splynovacieho napätia 14,2 V – 14,4 V (meraného počas nabíjania) je potrebné nabíjací prúd znížiť na úroveň 0,05C₂₀ a pokračovať v dobíjaní do známok plného nabitia akumulátora. Akumulátor sa považuje za nabitý pokiaľ všetky články rovnomerne splyňujú, svorkové napätie akumulátora pri zapojenej konvenčnej (transformátorovej) nabíjačke (!) je 15 V – 16,5 V (neplatí pre mikroprocesorové nabíjačky) a hustota elektrolytu 1,28 g/cm³ sa min. 2 hodiny nemení. Výnimočne je možné nabíjať klasický akumulátor aj prúdmi rovnajúcimi sa 0,5C₂₀ až 1C₂₀ akumulátora. **V žiadnom prípade však nemožno uplatniť tento spôsob nabíjania pre podchladené akumulátory s teplotou elektrolytu pod bodom mrazu alebo staré akumulátory s hlbokým stupňom vybitia, pretože hrozí explózia!** Pre určenie času rýchlonabíjania možno uplatniť nasledovné vzťahy: pre prúd 1C₂₀ čas T=0,05C₂₀ [min.], pre prúd 0,5C₂₀ čas T=0,1C₂₀ [min.] pričom je neustále treba kontrolovať teplotu batérie, ktorá nesmie prekročiť 40 °C! *Príklad: rýchlonabíjanie batérie s kapacitou C₂₀=110Ah prúdom 1C₂₀=110A bude T=0,05C₂₀=0,05x110=5,5 minúty alebo pre nabíjací prúd 0,5C₂₀=55A to bude max. 11 minút.* Ďalšie nabíjanie by malo pokračovať štandardným spôsobom uvedeným vyššie. Každé jedno rýchlonabíjanie však výrazne skracuje životnosť

akumulátora! Nabíjanie veľkými prúdmi (rovnako ako prebíjanie) vedie k výraznej heterogenite elektrolytu a vzniku mechanických napätí v mriežkach elektród. Vo vnútri elektród pokrytých z vonka síranom olovnatým totiž dochádza k rýchlej tvorbe vysoko koncentrovanej kyseliny sírovej, ktorá spôsobuje oxidáciu (koróziu) materiálu elektród (najmä kladnej elektródy). Vysoko koncentrovaný elektrolyt vo vnútri dosiek nedokáže dostatočne rýchlo preniknúť cez ešte nerozpustenú vrstvu síranu na povrchu elektród a homogenizovať tak elektrolyt mimo elektród, čo vytvára podmienky pre silnú chemickú nevyváženosť (heterogenitu) elektrolytu.

POZOR! S nízkymi teplotami klesá aj schopnosť úplného dobitia batérie! Každý pokles teploty o 10 °C si vyžaduje zvýšenie nabíjacieho napätia o 0,3 V (v lete naopak). Pri nízkych teplotách stúpa hustota elektrolytu a s ním aj elektrický odpor, pretože sa znižuje pohyblivosť iónov a zároveň sa chemické procesy silne spomaľujú a autobatéria nie je schopná dosiahnuť stav plného nabitia. Plné obnovenie kapacity autobatérie možno dosiahnuť len pri zhruba izbovej teplote elektrolytu! Z toho vyplýva potreba realizovať nabíjanie batérie na vozidle (stroji) vo vykurovanej garáži či hale alebo nabíjanie uskutočniť na demontovanej batérii v miestnosti s dostatočnou teplotou.

Tab. 4: Účinnosť nabíjania oloveného akumulátora pri nízkych teplotách

Teplota elektrolytu	-7 °C	-18 °C	-29 °C	-40 °C
Účinnosť nabíjania	90%	80%	60%	20%

Životnosť akumulátorov

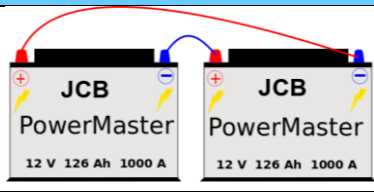
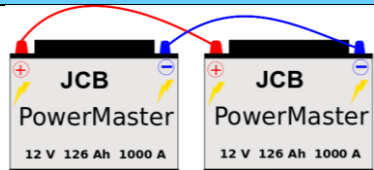
Bežná životnosť klasických autobaterií je 3 - 6 rokov, zriedkavo 8 či viac rokov. Pri AGM a gélových autobateriách je bežná životnosť 4 - 12 rokov. Je závislá na konštrukcii elektród (druhu akumulátora), teplote prostredia a spôsobe prevádzkovania z hľadiska vybíjania a dobíjania (počet cyklov), ako aj na kvalite údržby. Životnosť akumulátora je rozhodujúcim spôsobom ohraničená životnosťou kladných elektród autobatérie, ktoré sú v reálnych podmienkach náchylnejšie na sulfatáciu, uvoľňovanie aktívnej hmoty PbO₂ a koróziu (oxidáciu) pri prebíjaní batérie. V našej praxi sa často stretávame s prebíjaním akumulátorov JCB opravovanými (repasovanými) alternátormi, ktoré si majitelia strojov JCB sami zabezpečia.

Spájanie akumulátorov JCB

Pri spájaní autobaterií dodržíme zásadu, podľa ktorej je možné spájať iba dva identické akumulátory, t. j. batérie rovnakého výrobcu, typu (Wet, GEL, AGM), napätia, menovitej kapacity a veku (odchýlka veku nemá presiahnuť 6 mesiacov). Spájanie autobaterií realizujeme za účelom zvýšenia hodnoty sieťového napätia najčastejšie z 12 V na 24 V alebo zväčšenia kapacity, a teda aj štartovacieho prúdu elektrochemického zdroja. Dôvodom zvyšovania palubného napätia na 24 V je najmä zníženie veľkosti štartovacích prúdov potrebných pre napájanie štartérov u výkonných motorov. Menšie prúdy pri väčšom napätí umožňujú výrobcovi použiť pre rovnaký výkon štartéra menšie prierezy vodičov a teda menší a lacnejší štartér alebo pre rovnako veľký štartér dosiahnuť vyšší výkon potrebný najmä u 6-valcových motorov s veľkým zdvihovým objemom montovaných napr. do čelných kolesových nakladačov (napr. JCB 456ZX) a pásových rýpadiel (napr. JS 240 LC). Zároveň použitý 24 V alternátor u takýchto strojov rovnako tak pracuje s menšími prúdmi. Avšak pre napájanie ostatných spotrebičov s napätím 12 V takýchto strojov je použitý menič napätia 24V/12 V.

Spájať akumulátory možno nasledovným spôsobom:

- Sériovým prepojením** – výsledkom bude väčšie napätie el. zdroja pri zachovaní pôvodnej celkovej kapacity zdroja a max. štartovacieho prúdu
- Paralelným prepojením** – výsledkom bude nárast celkovej kapacity el. zdroja a max. štartovacieho prúdu pri zachovaní menovitého napätia spájaných akumulátorov
- Kombinovaným zapojením** – výsledkom je zväčšenie všetkých parametrov el. zdroja (celková kapacita, prúd, napätie) v rôznom pomere podľa aktuálnej potreby stroja. Kombinované zapojenie sa uplatňuje najmä v elektromobiloch, elektrických a vysokozdvihných vozíkoch, ale i v záložných zdrojoch.

Druh zapojenia		Ovplyvnené parametre dvoch identických batérií s napätím 12 V		
<i>Sériové prevedenie</i>		Napätie U [V]	Prúd I [A]	Kapacita C [Ah]
		Celkové napätie $12\text{ V} + 12\text{ V} \rightarrow 24\text{ V}$	Výsledný prúd sa NEMENÍ!	Výsledná kapacita sa NEMENÍ!
<i>Paralelné prevedenie</i>		Napätie U [V]	Prúd I [A]	Kapacita C [Ah]
		Výsledné napätie sa NEMENÍ!	Celkový prúd $I_A + I_B \rightarrow I_{AB}$	Celková kapacita $C_A + C_B \rightarrow C_{AB}$

Skladovanie akumulátorov JCB

Za účelom dlhodobého uskladnenia je potrebné štartovacie akumulátory skladovať v nabitom stave na chladnom a suchom mieste bez nadmerného prachu pri teplote od 5 do 15 °C so zabezpečeným vetraním. Nižšia teplota elektrolytu autobaterie vedie k spomaleniu vnútorných chemických reakcií a k utlmeniu procesu samovybájania. Stav nabitia akumulátora je potrebné kontrolovať minimálne raz za 2-3 mesiace. Vyššia skladovacia teplota urýchľuje samovybájanie, preto pri skladovacej teplote 20-25 °C je potrebné batériu skontrolovať aspoň raz za 2 mesiace. **Svorkové napätie naprázdno by počas skladovania akumulátora nemalo klesnúť pod 12,2 V.** Inak hrozí vznik trvalej sulfatácie elektród (tvorba hrubozrnných kryštálov stabilného a nerozpustného síranu olovnateho PbSO₄), a tým permanentná strata časti kapacity akumulátora, ktorú nebude už možné obnoviť ani pomalým dobíjaním autobaterie.

Frekvenciu kontroly stavu nabitia uskladnených akumulátorov JCB, ako aj autobaterií na dlhodobu odstavených strojoch JCB s aktivovaným odpojovačom batérie, treba prispôbiť rýchlosti samovybájania akumulátora. Rýchlosť samovoľného samovybájania (pri teplote okolia max. 25 °C) **klasických akumulátorov (Wet) predstavuje cca 0,3-1 % kapacity denne, pri GEL a AGM autobateriách len 1-3 % mesačne.** Rýchlosť prirodzeného samovybájania akumulátorov prudko rastie s nárastom teploty okolia (a naopak, s poklesom teploty klesá).

Praktický poznatok: v reálnych podmienkach sa možno často stretnúť s prípadmi úplného vybitia akumulátora stroja JCB po jeho krátkej niekoľkoďňovej odstávke (napr. počas víkendov, letných dovolení a pod.), ktorej príčina však nemá nič spoločné s prirodzeným samovybájaním autobaterie. Príčinou totiž bývajú parazitné prúdy niektorých stále aktívnych elektrických spotrebičov ako napr. rádia, majáka či GPS modulu, ktoré majú za následok hlboké vybitie autobaterie už po niekoľkých dňoch nečinnosti stroja JCB.

Údržba a starostlivosť o štartovacie akumulátory na strojoch JCB

Všetky akumulátory využívané v strojoch JCB patria do kategórie označovanej ako „**bezúdržbové akumulátory**“ (z angličtiny ako *maintenance-free battery*). **Avšak označenie „bezúdržbový akumulátor“ NEZNAMENÁ BEZ AKEJKOĽVEK STAROSTLIVOSTI v zmysle „namontuj a zabudni“ !!! Tento marketingovo zvolený výraz** všetkých výrobcov akumulátorov s cieľom urobiť akumulátor atraktívnejším v očiach zákazníkov, **v skutočnosti vyjadruje znížený rozsah starostlivosti, resp. údržby o batériu** v porovnaní so starými modelmi štartovacích akumulátorov. Starostlivosť obsluhy o štartovacie akumulátory strojov JCB možno zhrnúť do nasledovných základných úkonov:

- Udržovať povrch akumulátora čistý. Hrubé nánosy zeminy či iných nečistôt na povrchu batérie, s ktorými sa v našej praxi bežne stretávame, v kombinácii s vodou (dážď, sneh, vzdušná vlhkosť...) vedú k tvorbe vodivého spojenia pólových vývodov a k vybíjaniu akumulátora. Zároveň dochádza k silnej oxidácii všetkých vodičov a spojov a k nárastu prechodových odporov s negatívnym dopadom na výkon štartéra, ale aj na dobíjanie akumulátora alternátorom.
- Kontrolovať napätie akumulátora naprázdno pomocou multimetra raz za mesiac. U nabitého akumulátora v dobrej kondícii by nemalo byť svorkové napätie pred naštartovaním motora nižšie ako 12,6 V.
- Pokiaľ to konštrukcia akumulátora umožňuje tak je potrebné skontrolovať úroveň elektrolytu v jednotlivých článkoch štandardného (Wet – čiže „mokrého“) akumulátora aspoň raz za dva mesiace alebo v prípade, že jeho svorkové napätie na stroji klesne pod 12,4 V. Ak je potrebné doplniť elektrolyt do článku, dolejeme elektrolyt **destilovanou vodou** na úroveň 5 až 10 mm nad elektródy. **NIKDY nepoužívame pre tento účel vodu z vodovodu či úžitkovú, ale ani samotnú kyselinu sírovú (akumulátorovú kyselinu), pretože dôjde k rýchlemu a trvalému znehodnoteniu autobatérie!**
- Prevádzať dennú vizuálnu kontrolu neporušenosti spojov, upevnenia akumulátora držiakom k rámu stroja, prípadne zmien tvaru autobatérie – napr. zaoblenie (vydutie) akumulátora poukazuje na jeho prebíjanie chybným alternátorom.

Dolievanie akumulátora – dôležité poznatky

Pokiaľ konštrukcia akumulátora umožňuje prístup k jednotlivým článkom prostredníctvom dostupných zátok (často skrytých pod informačnou etiketou!) a je potrebné doliať kvapalinu, tak jedinou povolenou kvapalinou k tomuto účelu je **DESTITOVANÁ voda s mernou elektrickou vodivosťou max. 5 μ S/cm!** Nikdy k tomuto účelu nepoužívame úžitkovú či pitnú vodu, ale ani vodu s označením demineralizovaná voda! Rovnako tak nikdy nedolievame chýbajúci objem elektrolytu v článkoch batérie samotnou kyselinou sírovou a to ani v prípade kedy by sme chceli použiť originálnu tzv. akumulátorovú kyselinu!

Pri použití inej vody ako destilovanej sa do akumulátora dostanú rozpustené minerálne látky (vápnik, horčík, sodík, železo atď.), ale aj plyny (kyslík, oxid uhličitý, chlór...), ktoré ako prirodzené nosiče elektrického náboja mnohonásobne urýchlia spontánny (nekontrolovateľný) proces samovybíjania akumulátora. Prítomné minerály a plyny pôsobia ako katalyzátory (akcelerátory) chemických reakcií a drasticky urýchlia proces chemického znehodnotenia aktívnej hmoty akumulátora, ako aj samotného elektrolytu. Akumulátor po doliatí nesprávnou kvapalinou prestane úplne fungovať do niekoľkých dní, prípadne týždňov v závislosti od teploty elektrolytu, druhu a množstva doliatej znečistenej vody. **POZOR!** Je dobré mať na

pamäti, že rovnako degradujúci efekt má aj dažďová voda, rozpustený sneh či voda využitá pri vysokotlakovom umývaní stroja, ktorá prenikne cez zátky do článkov batérie (netýka sa to hermeticky uzavretých AGM a gelových akumulátorov)! Týka sa to najmä akumulátorov, ktorých nalievacie otvory sú zapustené pod úroveň povrchu veka a nevyužívajú ochranu vyvýšeným golierom.

Rovnako tak doliatím akumulátorovej kyseliny sírovej do článku batérie dôjde k znehodnoteniu akumulátora v dôsledku napadnutia aktívnej hmoty a celej konštrukcie elektród príliš koncentrovanou kyselinou resp. elektrolytom. Nosné časti mriežky sa začnú rozpúšťať, rozpadávať a zatlačená hmota elektród začne strácať fyzický kontakt s kolektormi až sa úplne uvoľní a akumulátor príde o schopnosť poskytovať elektrickú energiu.

Informačné zdroje:

- 1) Marconi, 2008: *Skoro vše o akumulátorech a nabíjení*,
URL: <http://www.motola.cz/UserFiles/Diskuzni_clanky/akumulatory.pdf, 12/2018>
- 2) Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.: *Olověné akumulátory (str. 41-60)*,
URL <<http://canov.jergym.cz/elektro/clanky2/olov.pdf>, 12/2018>
- 3) Doc. RNDr. Miroslav Cenek, Csc. a kolektiv: *Akumulátory a baterie*, vydavatelství STRO.M Praha, 1996
- 4) Doc. RNDr. Miroslav Cenek, Csc. a kolektiv: *Akumulátory od principu k praxi*,
vydavatelství FCC Public 2003
- 5) Informačný dokument spoločnosti EXIDE: *Spoločlivé akumulátory*,
URL <<http://www.exide-cz.cz/cz/pdf/SpolahliveAkumulatory.pdf>, 12/2018>
- 6) *Průvodce světem olověných akumulátorů*,
URL <<https://docplayer.cz/18454643-Pruvodce-svetem-olovenych-akumulatoru.html>, 12/2018>
- 7) Zděnek Vlasák, 2002: *Olověné automobilové akumulátory – Konstrukce*,
URL <http://www.zvlasak.net/baterie_s.pdf, 12/2018>
- 8) Zděnek Vlasák, 2002: *Olověné akumulátory- Ošetřování, opravy*,
URL <http://www.zvlasak.net/bat_opr_s.pdf, 12/2018