



9. АКУМУЛАТОРИ НА ВОЗИЛИМА

Аккумулятори

- Аккумулятор (lat. *accumulare*: nagomilati) је врста батерије, електрохемијског уређаја, која је способна да врши двоструко претварање (конверзију) енергије.
- Могуће је претварати електричну енергију у хемијску, што се сматра пуњењем акумулатора и претварање хемијске енергије у електричну, као и код сваке батерије, прикључењем електричног потрошача на крајеве акумулатора (полове).

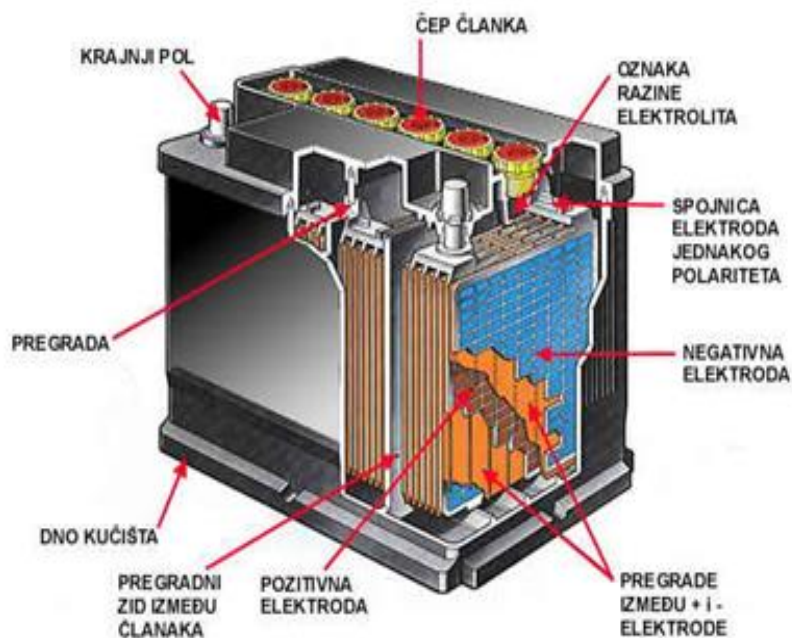


- **Акумулатори спадају у секундарне електро-хемијске изворе електричне енергије (реверзибилни извори), што значи да могу више пута да претварају хемијску у електричну енергију и обрнуто (могу се пунити и празнити).**
- **Најпознатији и најчешће присутни у пракси су:**
 - **оловни акумулатори**
 - **алкални акумулатори**



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

СТАРТЕРСКИ ОЛОВНИ АКУМУЛАТОРИ





ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

СТАРТЕРСКИ АКУМУЛАТОРИ

Стартерски акумулатори

- Акумулатор на возилу је хемијски акумулатор који складишти електричну енергију, коју производи генератор (**алтернатор**), док мотор ради. Ускладиштена електрична енергија потребна је за покретање (**стартовање**) мотора СУС (**стартерски акумулатор**) и за напајање електричне опреме у електричном систему возила.
- У суштини, електрични систем возила се састоји од:
 - **алтернатора** као **генератора** енергије,
 - **акумулатора** као енергетског **складишта**, и
 - **електропокретача (алнасер)** и других електричних потрошача као **оптерећења**.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

СТАРТЕРСКИ АКУМУЛАТОРИ

- Сви ови елементи морају бити савршено усклађени једни са другима.
- Следећи параметри имају посебн значај за однос између акумулатора, алтернатора и алнасера:
 - Захтеви електричног оптерећења;
 - Струјни излаз алтернатора;
 - Брзина мотора када је, заправо, возило покренуто;
 - Напон пуњења и
 - Температура покретања.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

СТАРТЕРСКИ АКУМУЛАТОРИ

Електрично оптерећење

- У последњих неколико година, због све бројније и сложеније опреме која се уграђује у возило, број електричних оптерећења се нагло повећао.
- Раније, то су углавном били алнасер, систем за паљење и осветљење, који су били главни потрошачи.
- Протеклих година није дошло до прекида у ширењу основне опреме возила, него до додавања све нових елемената (електронски контролисани системи за убризгавање и паљење горива, системи комфора и удобности, који користе више различитих ел. мотора и системи за сигурност и безбедност).
- Ови потрошачи имају стално растући удео у утрошеној енергији у електричном систему возила.



Покретање (стартовање) система

- Алнасер мора покренути мотор СУС и довести га до минималне само-одржаване брзине. У процесу стартовања, морају се савладати значајни отпори услед компресије, трења клипа и трења лежајева.
- Они јако зависе од типа мотора, броја цилиндара, карактеристика мазива те температуре мотора.
- Иако је алнасер укључен врло кратак период, он има највећу потрошњу од свих оптерећења (Табела 1).

1 Starter power input	
Application	Power range (kW)
Passenger car with SI engine	0.7...2.0
Passenger car with diesel engine	1.4...2.6
Buses, trucks, tractors	2.3...9.0



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

- Остали електрични потрошачи у возилу имају различите снаге и времена рада. Неки су чак само сезонски (клима-уређај, грејање).
- Разликујемо:
 - стална оптерећења (паљење, убризгавање горива и/или управљање мотором),
 - дуготрајна оптерећења (осветљење, грејање задњег стакла)
 - краткотрајна оптерећења (мигавци, стоп-светла).



Радни услови

- Температура стартовања
- Спољно оптерећење
- Климатска оптерећење
- Место инсталације
- Утицај брзине мотора
- Екстремни радни услови
 - спољне температуре
 - механичка и циклична оптерећења акумулатора



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Температура стартовања

- Температура на којој се још увек може покренути мотор, између осталог, зависи од акумулатора и алнасера (величина, са/без редукционог мењача, електрична побуда или са сталним магнетима).
- Ако ће се мотор стартати, на пример, на температурама до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, неопходно је да акумулатор има минимално стање пуњења. Са јачим акумулатором (већи капацитет Ah), минимално стање пуњења може бити мања од оног са слабијим акумулатором (мањи капацитет Ah).
- У Европи, на пример, предвиђене су следеће минималне температуре стартовања:
 - Путнички аутомобили $-18 \dots -25\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - Камиони и аутобуси $-15 \dots -20\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - Трактори $-12 \dots -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Место инсталације (уградње)

Што се тиче места инсталације, следећи критеријуми су важни:

- Лак приступ за уградњу акумулатора
- Заштита од прекомерног загревања акумулатора
- Заштита од прекомерног хлађења акумулатора
- Заштита од влаге
- Заштита од механичких оштећења (нпр. услед претераних вибрација). Акумулатор мора бити добро причвршћени и не сме бити изложен вибрацијама
- Заштита од уља и горива, итд.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

- Одељак мотора обично пружа бољу доступност у односу на друга места у возилу. Осим тога, у моторном простору, водови између акумулатора, алтернатора и алнасера су кратки па су губици напона сведени на минимум.
- Да би спречили прегревање у или око акумулатора које може да убрза нежељене хемијске реакције, место инсталације не треба да буде у близини блока мотора или издувног колектора.
- Акумулатор не би требало да буде трајно изложен температурама **изнад 50°C**, иначе ће му радни век бити смањен (висок ниво самопражњења).



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Утицај брзине мотора

- Стање акумулатора у великој мери зависи од режима у ком се возило креће, тј. користи (нпр. у саобраћајним гужвама, решим стани-крени, или без заустављања).
- Режим вожња одражава се на број обртаја мотора који се са мотора преноси на алтернатор. Производња електричне енергије у алтернатору се повећава ако је већа брзина возила.
- Дуга чекања у саобраћајним гужвама и на семафорима, (мотор ради у празном ходу), резултира ниским брзинама обртања алтернатора и ниском струјом пуњења.
- Возило које се не креће на дугим копненим путовањима имаће неуравнотежено пуњење акумулатора.



Потребна снага

■ Стандардна верзија

- Потребна снага произилази из потрошње електричне енергије у датом возилу, а одређује се у складу са условима рада возила.
- То је пресудно не само за димензионисање акумулатора, него и за алтернатор.
- За то се проводи следћи **тест** који обухвата:
 - приградски саобраћај зими са вожњом дању и ноћу у трајању од 2 недеље, од чега 1 недеља на 0 °C и друга на -20 °C,
 - резидуални (преостали) капацитет акумулатора мора да буде најмање 50% након завршетка оваквог распореда вожње.
- Следеће мора још увек да функционише:
 - **стартовање на -20 °C**
 - **светла за паркирање 12 сати**
 - **сигнални систем упозоравања и скретања мора да ради 3 сата**



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Додатна опрема

- Додатни потрошачи који су касније накнадно монтирани, или су повезани с времена на време, могу изискивати да се стандардни акумулатор замени јачим.
- Примери су следећи:
 - Софистицирани ауто-радио и аудио системи велике снаге;
 - Додатно монтиране лампе, стоп лампе, фанфаре, спот светла, алармни систем;
 - Додатни систем за грејање;
 - Повезивање опреме која се напаја енергијом акумулатора возила кроз упаљач, на пример (компресор мале снаге, мали рефлектор);
 - Приколице и камп приколице прикључене на електрични систем возила.

Захтев повећања снаге

- Оригинални стартер акумулатор не може се једноставно извадити и заменити са акумулатором већег капацитета (више Ah) !!



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

СТАРТЕРСКИ ОЛОВНИ АКУМУЛАТОРИ

- ЕЛЕКТРОХЕМИЈСКИ ПРОЦЕСИ У ОЛОВНОЈ ЋЕЛИЈИ
- ЕЛЕКТРИЧНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ АКУМУЛАТОРА
- ОПИС И САСТАВНИ ДЕЛОВИ АКУМУЛАТОРА
- ПРИПРЕМА АКУМУЛАТОРА ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈУ
- КОНТРОЛА ИСПРАВНОСТИ АКУМУЛАТОРА
- ПУЊЕЊЕ АКУМУЛАТОРА
 - правила за пуњење акумулатора
 - пуњачи акумулатора
 - методе пуњења акумулатора
- НЕИСПРАВНОСТИ И ОДРЖАВАЊЕ АКУМУЛАТОРА



ЕЛЕКТРОХЕМИЈСКИ ПРОЦЕСИ У ОЛОВНОЈ ЋЕЛИЈИ

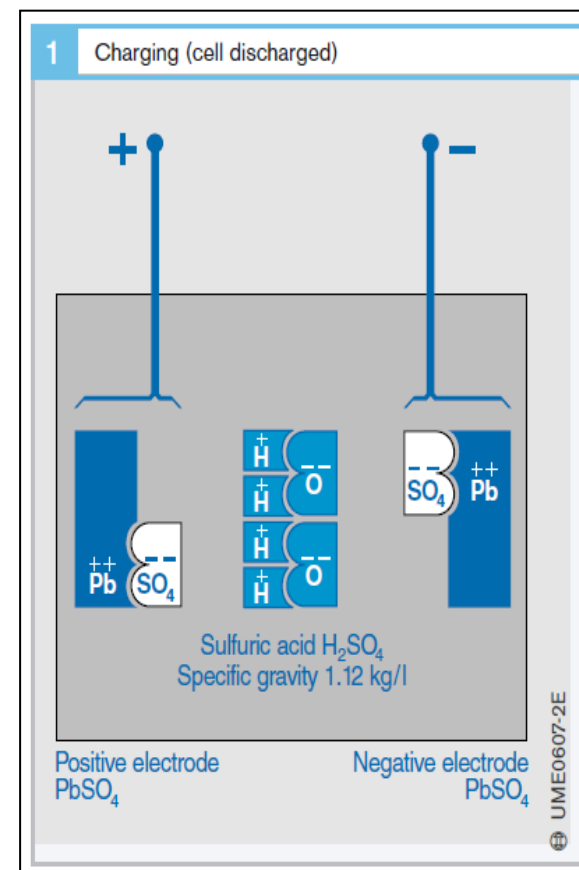
- Генерисање напона ћелије
- Пуњење
- Пражњење



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Генерисање напона ћелије

- Уколико су оловне електроде уроњене у разблаженој сумпорној киселини (електролит), позитивни јони се преносе са електроде у електролит због ефекта познатог као “притисак раствора”.
- Ако 2 електроде од различитих материјала (олово [Pb] и олово-диоксид [PbO₂]) су уроњене у заједнички електролит, различити потенцијали се развијају на електродама у односу на електролит (слика 1).
- Разлика потенцијала између самих електрода је **напон ћелије**. Преостала негативна наелектрисања на електродама делују силом привлачења (повратна сила) на позитивне јоне који су ушли у електролит.





ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

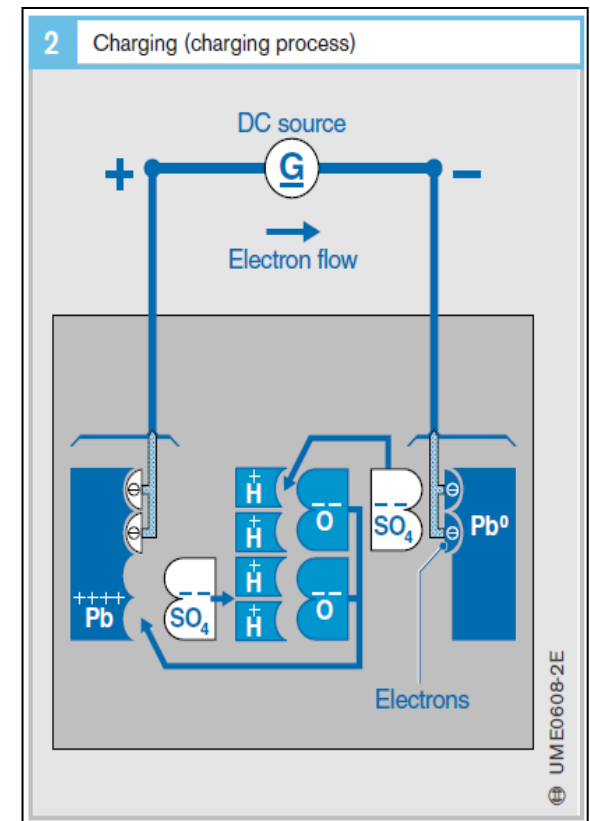
- Цепанье молекула сумпорне киселине је предуслов за проводљивост електролита и самим тим за проток струје пуњења или пражњења.
- Када тече струја пражњења, позитивна електрода (олово-диоксид) и негативна електрода (чисто олово) конвертују се у олово-сулфат (PbSO_4).
- У испражњеној оловној ћелији (слика 1), обе електроде се састоје од олова сулфата.
- Електролит је разблажена сумпорна киселина (17% чиста сумпорна киселина $[\text{H}_2\text{SO}_4]$ и 83% вода $[\text{H}_2\text{O}]$)



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Пуњење

- За пуњење оловних ћелија, њена позитивна електрода је повезана на позитиван пол DC извора, а негативна електрода на негативни пол.
- Извор пуњења привлачи електроне из позитивне електроде и тера их на негативну электроду.
- У исто време, негативно наелектрисани заостали јони (SO_4^{--}) се ослобађају из негативног електроде у електролит.
- На позитивној електроди двовалентно позитивно олово (слика 2) се трансформише у тетравалентно олово, због уклањања електрона, при чему је једињење олова PbSO_4 (олово сулфат) електрохемијски разложено доведеним напоном за пуњење.





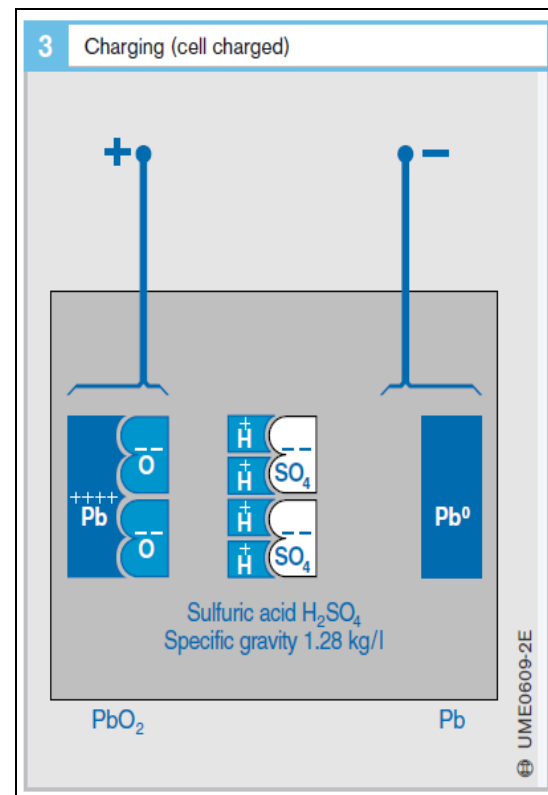
ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

- Четворовалентано позитивно олово комбинује се са кисеоником ослобођеним из воде (H_2O) и формирају олово-пероксид (PbO_2).
- У исто време, сулфатни јони отпуштени са позитивне електроде током овог процеса оксидације (од оловног једињења PbSO_4), и јони водоника (из воде), пролазе у електролит.
- Дакле, као резултат процеса пуњења број водоничних и сулфатних јона у електролиту се повећава.
- Формира се “свежа” сумпорна киселина (H_2SO_4) и густина електролита (ρ) се повећава.
- У напуњеној ћелији, ово је обично $\rho \approx 1.28 \text{ kg/l}$ и одговара електролиту који садржи око 37% сумпорне киселине и око 63% воде.
- То значи да се стање напуњености оловног акумулатора може одредити мерењем специфичну тежину електролита.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

- Пуњење је завршено када:
 - олово сулфат на позитивној електроди је конвертован у олово-пероксид (PbO_2), и
 - олово сулфат на негативној електроди је конвертован у чисто олово (Pb), и када
 - напон пуњења и специфична тежина електролита остају константни иако се пуњење наставља.
- Ако се наставља пуњење, иако је у ствари оно завршено, све што се дешава је електролитичка декомпозиција воде.
- Кисеоник се формира на позитивној а водоник на негативној плочи. Каже се да акумулатор **"гасира"**. Након што је напуњен, акумулатор се сада може одвојити од извора пуњења.
- У процесу пуњења, електрична енергија доведена на ћелију је конвертована и чува се у хемијском облику (сл. 3).

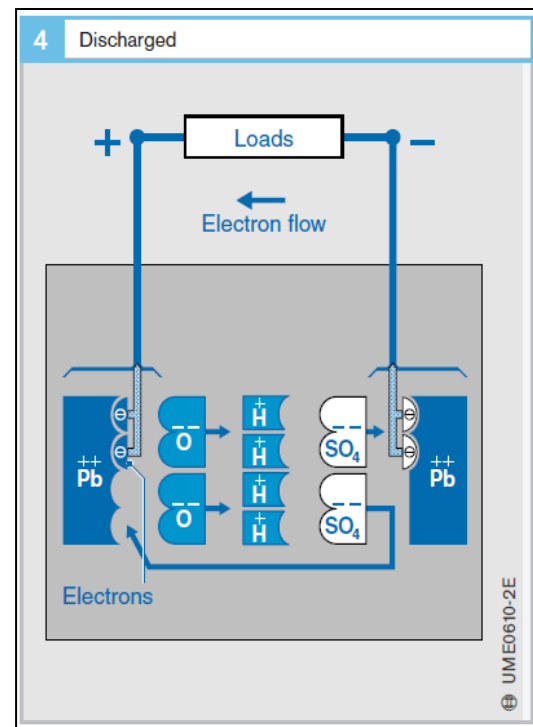




ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Пражњење

- Ако је оптерећење (нпр. сијалица) повезано између полова оловне ћелије, електрони прелазе са негативног пола кроз оптерећење на позитивни пол. Смерови струје и електрохемијског процеса су супротни (слика 4)
- Овај ток електрона доводи да се тетравалентно олово на позитивној електроди претвара у бивалентно позитивно олово, и да се раскида веза између претходног тетравалентног олова и атома кисеоника.
- Тако ослобађени атоми кисеоника везују се са јонима водоника из киселине и граде воду.
- Бивалентни негативни сулфатни јони (SO_4^{--}) комбинују се са двовалентним позитивним оловом на обе електроде и представља производ пражњења на свакој од електрода.





Параметри

- Ћелијски напон
- Номинални напон
- Напон неоптерећеног и стационарног стања
- Унутрашњи отпор
- Напон на почетку гасирања
- Капацитет
- Номинални капацитет
- Струјни тест хладног пражњења I_{CC} (раније I_{KP})



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

- Европски стандарди EN 60095-1 (а и национални стандарди) дефинишу спецификације и методе испитивања за акумулаторе.
- Једна од карактеристика ускладиштености хемијске енергије је да количина електричне енергије (капацитет) зависи од величине струје пражњења I_E .
- Да би могли направити поређење између акумулатора уопште, њихов капацитет се односи на струју које акумулатор може да испоручи у року од 20 сати, при константној струји пражњења до дефинисаног пад напона по ћелији (номинални капацитет K_{20}).

Ћелијски напон

- Ћелијски напон U_Z је разлика потенцијала који се генеришу између позитивних и негативних плоча у електролиту. Ови потенцијали зависе од материјала плоча и од концентрације електролита.
- Напон ћелија није независна величина, већ зависи од стања напуњености (специфичне тежине електролита) и температуре електролита.



Номинални напон

- За оловне акумулаторе стандарди (DIN 40 729) дефинишу номинални (теоретски) напон U_N једне ћелије као 2V. Номинални напон комплетног акумулатора је резултат множења појединачног ћелијског напоне и броја ћелија повезаних у серију.

Напон празног хода акумулатора

- Напон празног хода је напон неоптерећеног акумулатора. Након завршетка процеса пуњења и пражњења, услед поларизације и дифузије тих промена успоставља се коначна вредност напона, која се назива напон стационарног стања U_0 .
- За шест ћелија, то је:

$$U_0 = U_{z1} + \dots + U_{z6} = 6 \cdot U_{zi}$$

- Слично као и напон ћелије, напон стационарног стања такође зависи од стања напуњености и температуре електролита.



Унутрашњи отпор

- Унутрашњи отпор R_i ћелије се састоји од више појединачних отпора и имамо следеће:

$$R_i = R_{i1} + R_{i2} + R_{i3} + R_{i4}.$$

где је:

- R_{i1} отпор контакта између електрода и електролита (отпорност поларизације),
- R_{i2} отпор електрода (плоче са сепараторима)
- R_{i3} отпор електролита (за проток јона),
- R_{i4} отпор конектора (споја) сваке ћелије.



Унутрашњи отпор

- Ако се број плоча повећава (а тиме и њихова укупна површина), унутрашњи отпор ћелије се смањује.
- С друге стране, више испражњен акумулатор и ниска температура (сумпорна киселина постаје вискознија), унутрашњи отпор се повећава.
- На пример, за потпуно напуњен 50 Ah акумулатор на 20°C R_i је од 5 ÷ 10 mΩ, док за 50% напуњен и на -25°C R_i се повећава до 25 mΩ.
- Обзиром да R_i , заједно са осталим отпорима у колу стартовања, одређује брзину “верглања” приликом стартовања, то је он један од пресудних параметара за понашање при стартовању.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Прикључни напон

- Прикључни напон U_K је напон мерен између два прикључка (пола) акумулатора.
- Он је функција напона празног хода и пада напона на унутрашњем отпору акумулатори R_i (сл. 6):

$$U_K = U_0 - U_i,$$

где је: $U_i = I_E \cdot R_i$

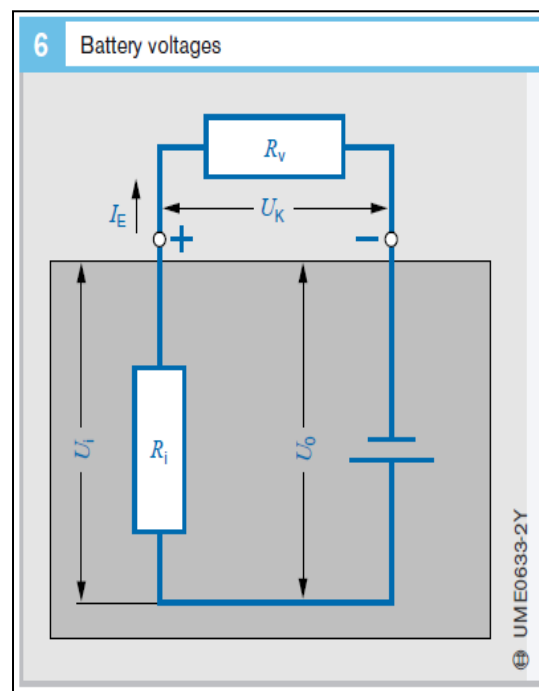


Fig. 6

I_E Discharge current
 R_i Internal resistance
 R_v Load resistance
 U_0 Steady-state voltage
 U_K Terminal voltage
 U_i Voltage drop across internal resistance



Напон гасирања

- Напон гасирања (DIN 40 729) се дефинише као напон пуњења изнад којег акумулатор очигледно ослобађа гас.
- Гасирање доводи до губитака воде и постоји опасност због експлозивног гаса који се формира.
- Према VDE 0510, напон од $2,4 \div 2,45 \text{ V}$ по ћелији важи као груба граница у зависности од конкретне изведбе акумулатора.
- За 12 V акумулаторе, ово ограничење напон је око $14,4 \div 14,7 \text{ V}$.



Капацитет

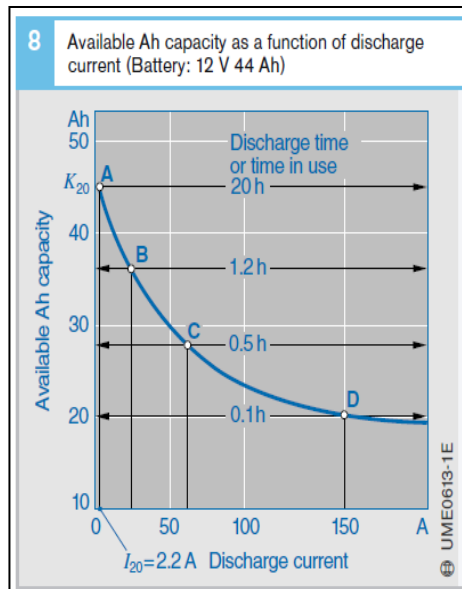
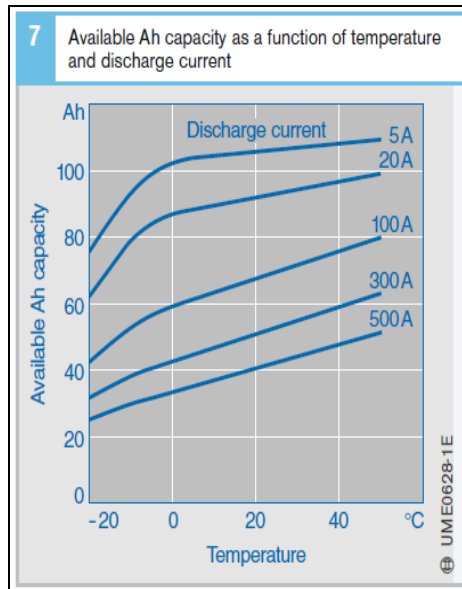
Доступни (расположиви) капацитет

- Капацитет K је количина електричне енергије коју акумулатор може да испоручи под одређеним условима. Како је то производ струје и времена изражава се у Ah (ампер-час).
- Капацитет акумулатора у Ah , у суштини, одређује количина активног материјала која се користи у његовој изградњи.
- За велике снаге (када се покреће мотор СУС), активни материјал мора да има велике унутрашње и спољне површине (велики број плоча великих површина).



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

- Међутим, Ah капацитет акумулатора није фиксни параметар, већ зависи, између осталог, од следећих фактора (сл.7 и 8):
 - Величине струје пражњења;
 - Специфичне тежине и температуре електролита;
 - Процеса пражњења као функције времена (преостали капацитет Ah је већи када се прави пауза током пражњења, него када је пражњење континуирано);
 - Старости акумулатора (услед губитка активног материјала са плоча, Ah капацитет се смањује ако се акумулатор приближава крају свог радног века) и
 - Да ли је акумулатор био у покрету током употребе, или је био у мировању (електролитичко раслојавање).





ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

- Струја пражњења игра посебно важну улогу, при чему виша струја пражњења смањује расположиви Ah капацитет .
- У примеру је приказано (на сл. 8), да пражњење струјом од 2,2 А омогућава да капацитет од 44 Ah је расположив до 20 h. Док на температури од 20 °C, и са средњом почетном струјом од 150 А, то доводи да расположиви капацитет пада на око 20 Ah и унутар само 8 минута.
- Разлог за ово је што при ниским струјама пражњења електро-хемијски процеси се одвијају споро и продиру дубоко у поре плоче, док при великим струјама пражњења ови процеси се одвијају углавном на површини плоча.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Номинални капацитет

- Номинални капацитет K_{20} је оцењени Ah капацитет акумулатора.
- Према EN 60095-1, ово је количина електричне енергије (у Ah) која, при сталној струји пражњења од I_{20} , може се узети из акумулатора у року од 20 часова док се не постигне предвиђени напон краја пражњења од 10,5 V на 25 ± 2 °C.
- Струја пражњења I_{20} је струја пражњења која се издваја (добива) са акумулатора са номиналним Ah капацитетом, и акумулатор мора давати ову струју током укупног периода пражњења: $I_{20} = K_{20}/20$ сати.
- На пример, нов 44 Ah акумулатор може да се празни струјом од 2,2 A најмање 20 сати ($44 \text{ Ah} / 20 \text{ h} = 2,2 \text{ A}$) све док се не достигне напона коначног пражњења од 10,5 V.
- Номинални капацитет K_{20} је стога веома важан параметар акумулатора за стална оптерећења у електричном систему возила (Сл. 8).



Струјни тест хладног пражњења I_{CC} (раније I_{KP})

- Струјни тест ниске температуре показује излазно- струјну способност акумулатора на ниским температурама.
- Према EN 60 095-1, напон на прикључцима, када се акумулатор празни са I_{CC} на -18°C измерен 10 s након отпочињања пражњења мора бити најмање 7,5 V (1.25 V по ћелији).
- Остали детаљи који се односе на период пражњења наведени су у стандарду.
- Одлучујући фактори који утичу на ову карактеристику су број плоча, површина плоча, размак између плоча и материјал сепаратора.
- Још један фактор који значајно утиче на стартерске карактеристике је унутрашњи отпор R_i .
- Међутим, струјни тест ниске температуре у различитим земљама је дефинисан према разним различитим условима тестирања, **тако да није увек могуће направити директно поређење** наведених података (дијаграма).



Конструкција акумулатора

- *Конвенционални акумулатори*
 - Кућиште акумулатора
 - Електроде
 - Сепаратори
 - Ћелијске спојнице
 - Прикључни полови
- *Акумулатори без одржавања*
 - Батеријске плоче
 - Олово-калцијум легура ($PbCa$)
 - Олово-калцијум-сребро легура ($PbCaAg$)
 - Потрошња воде



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Конструкција акумулатора

- Стартерски акумулатор од 12 V садржи шест у серију повезаних појединачно одељених ћелија у полипропиленском кућишту.
- Свака ћелија садржи ћелијски чланак који се састоји од позитивног и негативног сета плоча.
- Овај сет плоча састоји се од оловних плоча (оловна мрежа и активна маса) и микропорозног изолационог материјала (сепаратори) између плоча супротног поларитета.
- Све је уроњено у електролит који је разблажена сумпорна киселина која продире у отворе (поре) у плочама и сепараторима (слика 1).

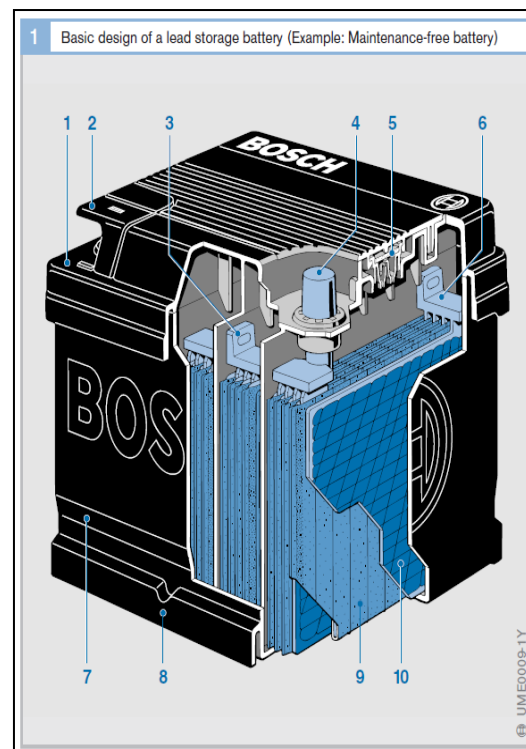


Fig. 1

- 1 One-piece cover
- 2 Terminal-post cover
- 3 Cell connector,
- 4 Terminal post
- 5 Vent plugs underneath the cover plate
- 6 Plate strap
- 7 Case
- 8 Bottom mounting rail
- 9 Positive plates inserted into envelope-type separators
- 10 Negative plates



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Конвенционални акумулатори

Кућиште акумулатора

- Кућиште акумулатора (сл. 1, тачка 7) је направљен од изолационог материјала отпорног на киселину. Нормално, оно је опремљено доњим шинама (8) за монтажу.
- Кућиште је подељено на ћелије, основне акумулаторске склопове. Оне садрже позитивне и негативне плоче (9, 10), као и сепараторе уметнуте између њих.
- Ћелије су повезане у низу (редно) користећи ћелијске конекторе (3).
- Ћелије су запечаћене са једноделним поклопцем (1), са отвором изнад сваке ћелије који обезбеђује пуњење електролитом и сервисирање. Отвор је затворен завртањ-чепом са озрачним отвором (5).
- На акумулаторима 100% без одржавања, ови чепови више нису потребни и не постоје, али су ћелије снабдевене са озрачним отворима, који нису видљиви.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Електроде

- Електроде (или ћелије) садрже позитивне и негативне плоче и сепараторе (9) између њих.
- У суштини, број и површина ових плоча дефинишу ћелијски капацитет. Плоче, тзв. решетке плоча, су изграђене од оловних решетки (који носе "активни материјал"), и самог активног материјала који је "налепљен" на њих.
- Активан материјал позитивних плоча садржи олово пероксид (PbO_2 , тамно браон боје), а негативна плоча је од чистог олова у облику "сунђерастог олова" (Pb , металик сиве боје).
- Овај активни материјал, који се подвргава хемијском процесу када кроз њега тече струја, је порозан и стога обезбеђује велику ефективну површину.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Легура олово-антимон ($PbSb$)

- Антимон се додаје олову које се користи за мрежу да побољша чврстоћу танких оловних решетки (веома важно код акумулатора високих перформанси), тј. да убрза процес стврдњавања.
- Другим речима, антимон делује као учвршћивач, одакле долази термин "тешко олово".
- Међутим, током радног века акумулатора, антимон се одваја због корозије позитивне решетки. Он плута до негативне плоче и на путу до ње пролазећи кроз електролит и сепаратор "загађује" их формирањем локалних галванских парова.
- Као прво, ово повећава самопражњење негативне плоче и смањује напон на којем почиње емитовање гаса.
- Оба фактора подстичу повећање потрошње воде, а то заузврат доводи до повећања ослобађања антимона.
- Овај механизам само-пуњења доводи до константног пада снаге током радног века акумулатора.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Сепаратори

- Пошто тежина и уштеда простора доминирају код разматрања кућишта аутомобилских акумулатора, позитивне и негативне плоче су веома близу једна друге.
- Оне не смеју да додирају једна другу, ни када се савијају нити када се њихови делови одвајају са њихових површина.
- У супротном акумулатор ће одмах бити уништен као резултат кратког споја.
- Преграде (сепаратори) су инсталирани између појединачних плоча како би се осигурало да су плоче супротног поларитета довољно далеко и електрично изоловане.
- Међутим, ови сепаратори не смеју значајно да спречавају јонско кретање.
- И они морају бити отпорни на киселине а и порозан материјал (микропорозан) кроз који електролит може да прође.



Ћелијске спојнице

- Акумулаторске појединачне ћелије (електроде) су повезане у низу помоћу спојница ћелија (слика 1 тачка 3). Да би се смањио унутрашњи отпор и тежина акумулатора, у савременим акумулаторима користе се директне ћелијске спојнице.

Прикључни полови

- Трака за позитивне плоче прве ћелије је повезана са позитивним прикључним полом (стубић), а иста таква трака од негативних плоча последње ћелије са негативним прикључним полом.
- Између ова два прикључна пола влада прикључни напон (око 12 V).
- Акумулаторски каблови се прикључују на прикључне половине посебним кабловским клеммама.
- У циљу спречавања замене каблова и прикључака, позитиван пол је дебљи него негативан.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Аккумулятори без одржавања

Аккумуляторске плоче

- Легуре које се користе за тешко-оловне решетке конвенционалних и акумулатор без одржавања су различите.
- Након смањења садржаја антимона у оловним решеткама током многих година, коначно је достигнута тачка где нема даљих правих побољшања карактеристика акумулатора.
- То је значило да се развој морао интензивирати на неки други облик учвршћивача који би заменио антимон.

Легура олово-калцијум ($PbCa$)

- Код акумулатора без одржавања, антимон је замењен калцијумом, који је електрохемијски неактиван за већину могућих услова оловних акумулатора.
- То значи да онечишћење негативне плоче је избегнуто, а самопражњење је заустављено.
- Од још већег значаја је чињеница да напон гасирања остаје стабилан на високом нивоу током целог радног века акумулатора.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Легура олово-калцијум –сребро (PbCaAg)

- Високе перформансе модерних аутомобилских мотора, у комбинацији са компактнијим и модернијим облицима, довели су до повећања просечне температуре моторског одељка (простора).
- Та промена у условима експлоатације има ефекат и на акумулатор, па је најновији развој у дизајну акумулатора решење видео у коришћењу побољшане легуре олова за мреже позитивних плоча.
- Додатно, има нижи садржај калцијума и већи садржај калаја а такође садрже и одређени део сребра.
- Ова легура у комбинацији са финијом структуром решетке показала се изузетно издржљива чак и на високим температурама - који имају ефекат убрзавања корозије.
- Оптимизована геометрија структуре решетке, са додатно оптимизованом електропроводљивошћу, омогућава бољу искоришћеност активног материјала и појачава овај ефекат.
- То ће омогућити да се додатно повећају хладно-стартне струје без жртвовања квалитета.



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Потрошња воде

- Нове, стартер акумулаторе без антимоно, као и оне са смањеним садржајем антимоно, карактерише далеко мања потрошња воде од максималних 6 g/Ah, како је прописано DIN.
- По правилу олово-калцијум акумулатор има потрошњу воде мању од 1 g/Ah. Високи напон гасирања доводи до минималног разлагања воде.

Ово има следеће предности:

- Напон пуњења једини прелази напон гасирања на високим температурама. То значи да се гасирање јавља ретко (разлагање воде), тако да је доливање дестиловане воде непотребно током радног века акумулатора. Ова је разлог зашто су чепови за затварање покривени плочом, или уопште не постоје.
- Повреде и опасност од оштећења услед контакт са сумпорном киселином су ствар прошлости.
- Трошкови одржавања и сервисирања су смањени.
- Више није потребно да се батерија у возилу налази на лако доступном месту.