

NOVE VRSTE AKUMULATORSKIH BATERIJA ZA SUSTAVE ISTOSMJERNOG NAPONA U RASKLOPNIM POSTROJENJIMA

Javor Škare – Attila Lövei, Zagreb

UDK 621.356:621.315
STRUČNI ČLANAK

Na svjetskom tržištu akumulatorskih stacionarnih baterija susrećemo se s raznim vrstama olovnih i Ni-Cd akumulatorskih baterija s minimalnim zahtjevima za održavanje. Svaka od njih ima izvjesnih prednosti i nedostataka. Tema ovog referata je njihova međusobna usporedba s naslova prihvatljivosti ugradnje u nove i postojeće podsustave istosmjernog razvoda i napajanja u rasklopnim postrojenjima HEP-a.

Ključne riječi: rasklopna postrojenja, istosmjerni razvod, akumulatorske baterije.

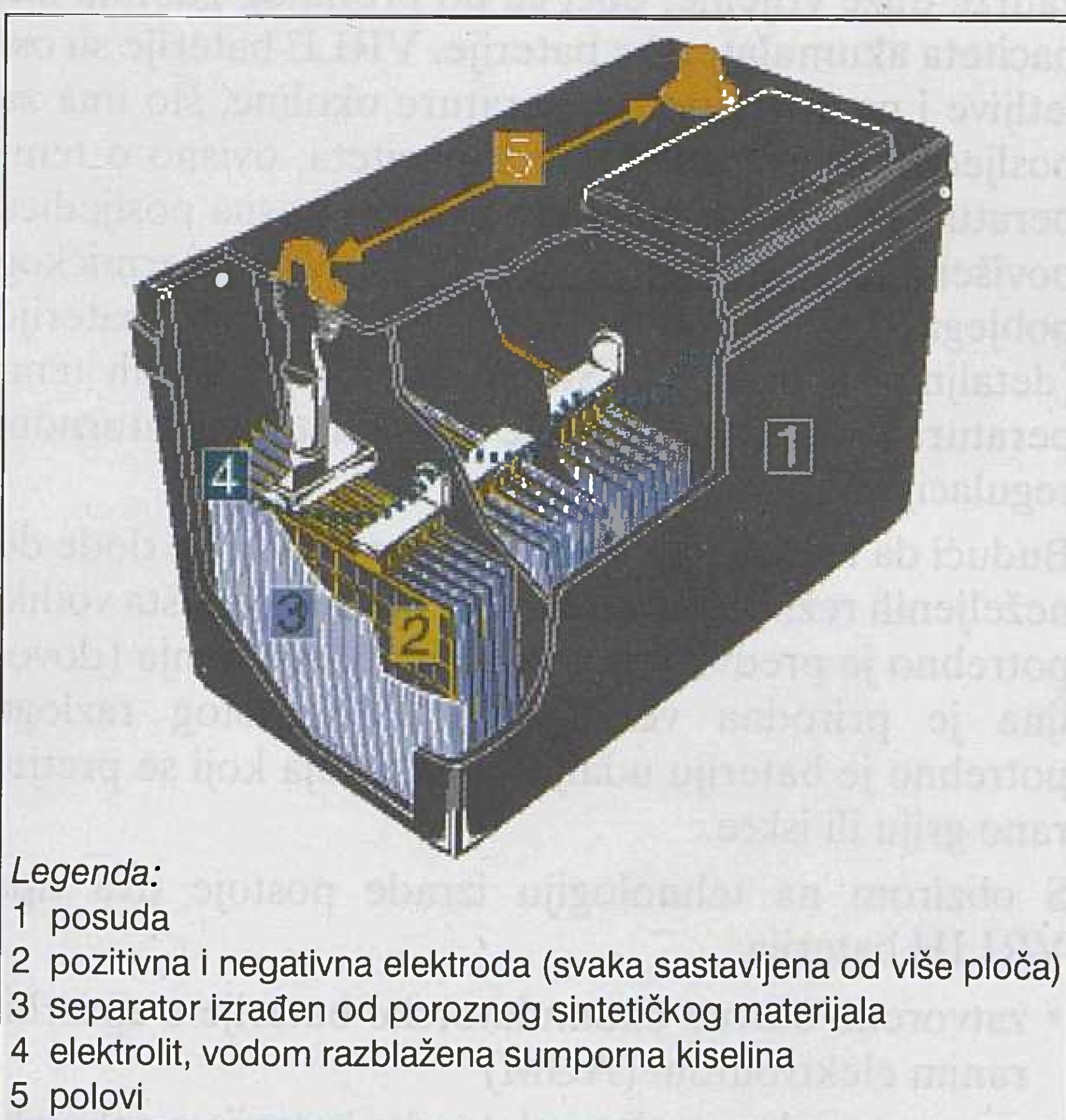
1. UVOD

Akumulatorske baterije predstavljaju obnovljivi kemijski izvor električne energije, te služe kao rezervni izvor električne energije u rasklopnim postrojenjima. One su priključene na sabirnice istosmjernog pomoćnog napona paralelno s ispravljačima koji se napajaju iz izmjenične mreže. Dok je izmjenična električna mreža prisutna, baterije su u režimu stalnog nadopunjavanja, a istosmjerne potrošače napajaju ispravljači. Kad nestane napajanja iz izmjenične električne mreže, akumulatorske baterije preuzimaju napajanje potrošača osiguravajući besprekidnost napona. Akumu-

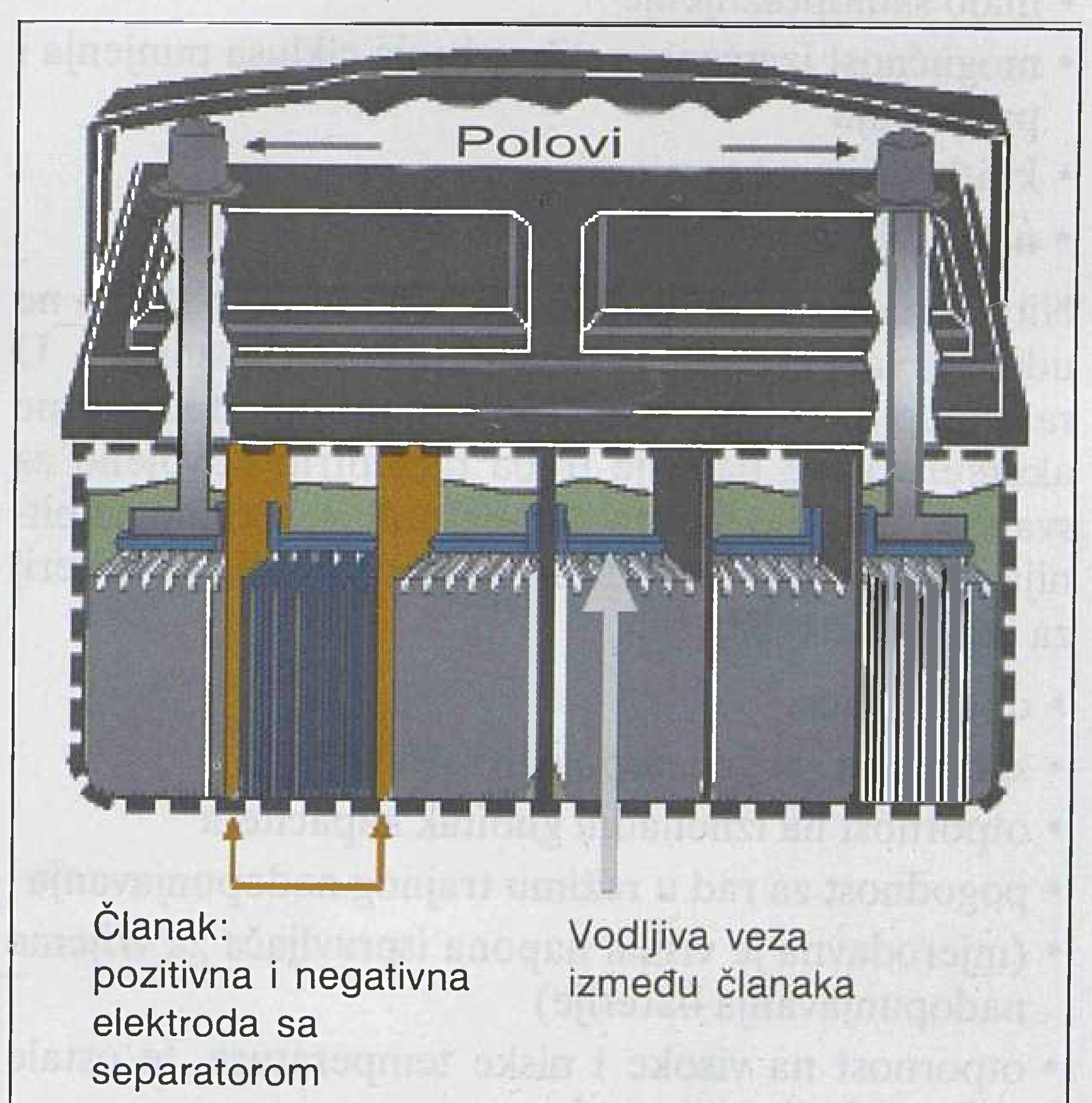
latorske baterije koje se trajno postavljaju i održavaju u energetsom postrojenju zovemo stacionarnim baterijama.

Na slikama 1 i 2 je prikazan izgled i presjek 12 V olovne akumulatorske baterije.

Akumulatorske baterije se za stacionarne aplikacije koriste od sredine 19. stoljeća kada je Gaston Planté izradio prvu olovnu bateriju s velikom pozitivnom elektrodom (GroE akumulatorske baterije). Ova vrsta olovnih baterija se uz izvjesne modifikacije zadržala i do današnjih dana. Tijekom druge polovice 19. i početkom 20. stoljeća pojavili su se i drugi tipovi klasičnih



Slika 1. Građa baterije



Slika 2. Električne veze unutar baterije

olovnih baterija (premazane, tubularne i s okruglim pločama). Uz klasične olovne baterije, za stacionarne aplikacije su se počele koristiti i NiCd baterije. One su se pokazale otpornije na promjene temperature, a također su bile pogodnije za aplikacije s učestalijim cikličkim punjenjima i pražnjenjima. NiCd baterije se najčešće koriste u područjima s ekstremno niskim i visokim temperaturama. Ograničavajući faktor široj uporabi NiCd baterija je značajno (od 2.5-3.5 puta) viša cijena u odnosu na olovne baterije.

Posljednjih dvadeset godina došlo je do naglog tehnološkog napretka u proizvodnji akumulatorskih baterija. Razlog za to je brzi razvoj sofisticiranih elektroničkih uređaja i mobilnih telekomunikacija.

Za te aplikacije se danas najčešće koriste suhe akumulatorske baterije Li-Polimer, Li⁺ (litij-ion) i NiMH (nikal-metal-hibrid) koje iz uporabe sve više istiskuju zatvorene NiCd i olovne baterije.

Međutim, za stacionarne aplikacije, kod kojih su akumulatorske baterije u pravilu velikih kapaciteta (od nekoliko desetaka do više tisuća Ah), u komercijalnoj uporabi su i dalje isključivo olovne ili NiCd akumulatorske baterije. Zatvorene olovne baterije su se pojavile, najprije s gel elektrolitom, a zatim s apsorbiranim elektrolitom, 60.-tih godina 20. stoljeća. Njihova masovna uporaba za stacionarne aplikacije počinje sredinom 80.-tih godina. Desetak godina poslije tvrtke SAFT i ALCAD počele su proizvodnju ULM (*ultra-low maintenance*) NiCd baterija koje su također pogodne za stacionarne aplikacije.

Od akumulatorskih baterija uglavnom se očekuje:

- velika specifična snaga koja se mjeri raspoloživim Ah/kg (Wh/kg)
- dugotrajnost
- malo samopražnjenje
- mogućnost izvršenja velikog broja ciklusa punjenja i pražnjenja
- kratko vrijeme punjenja
- niska cijena.

Niti jedna vrsta od brojnih olovnih i NiCd baterija ne udovoljava univerzalno navedenim očekivanjima. U rasklopnim postrojenjima izbor vrste i tipa stacionarne akumulatorske baterije treba razmotriti odvojeno za svako konkretno mjesto ugradnje. Navest ćemo najbitnija svojstva koja se pri tome mogu uzimati kao kriterij za odabir baterije:

- dugotrajnost
- specifična snaga (raspoloživi Ah/kg)
- otpornost na iznenadni gubitak kapaciteta
- pogodnost za rad u režimu trajnog nadopunjavanja
- (mjerodavna je visina napona ispravljača za vrijeme nadopunjavanja baterije)
- otpornost na visoke i niske temperature, te ostale uvijete okoline
- razina rekombinacije plinova

- potreba za održavanjem (periodičko dolijevanje vode)
- mogućnost smještanja uz ostalu opremu
- zahtjevi koje akumulatorska baterija postavlja na ispravljač (režimi punjenja, visina dozvoljene izmjenične komponente struje punjenja, temperaturna regulacija, podnaponska zaštita itd.)
- sposobnost savladavanja udarnih opterećenja
- otpornost na povremena duboka pražnjenja
- otpornost na ciklička opterećenja
- brzina punjenja ispražnjene baterije
- visina struje kratkog spoja
- ukupna cijena
- odnos ukupne cijene i predvidivog životnog vijeka.

2. ZATVORENE OLOVNE AKUMULATORSKE BATERIJE (VRLA)

VRLA (*Valve Regulated Lead-Acid*) baterije su zatvorene, s izuzetkom ventila koji služi za povremeno oslobađanje prevelikog unutrašnjeg tlaka. Kod ove vrste akumulatorskih baterija, za razliku od klasičnih olovnih baterija, vrši se rekombinacija plinova tijekom punjenja, kako bi se onemogućila potrošnja vode. To se postiže usmjeravajući kisik s pozitivne na negativnu elektrodu gdje se događa rekombinacija.

Kod klasičnih olovnih akumulatorskih baterija preokretanje punjenja uzrokuje dijeljenje vode na vodik i kisik. Gubitak vode se mora redovito nadomještati. Kod VRLIH baterija je oslobađanje vodika u normalnim uvjetima spriječeno. Punjenje izvan točno propisanih naponskih okvira može ipak uzrokovati pojavu manje količine eksplozivnog vodika koji se oslobađa kroz ispušni ventil. U slučaju da se takvi uvjeti punjenja zadrže duže vrijeme, doći će do preranog gubitka kapaciteta akumulatorske baterije. VRLE baterije su osjetljive i na povišene temperature okoline, što ima za posljedicu trajno gubljenje kapaciteta, ovisno o temperaturi i njezinom trajanju. Druga opasna posljedica povišene temperature je mogućnost pojave termičkog pobjega koji uzrokuje trenutnu havariju baterije (detaljnije u točki 4.). Štetan utjecaj povišenih temperatura okoline moguće je ublažiti temperaturnom regulacijom napona ispravljača.

Budući da realno nije moguće osigurati da ne dođe do neželjenih režima rada u kojima baterija ispušta vodik, potrebno je predvidjeti minimalno ventiliranje (dovoljna je prirodna ventilacija). Zbog istog razloga potrebno je bateriju udaljiti od uređaja koji se pretjerano griju ili iskre.

S obzirom na tehnologiju izrade postoje dva tipa VRLIH baterija:

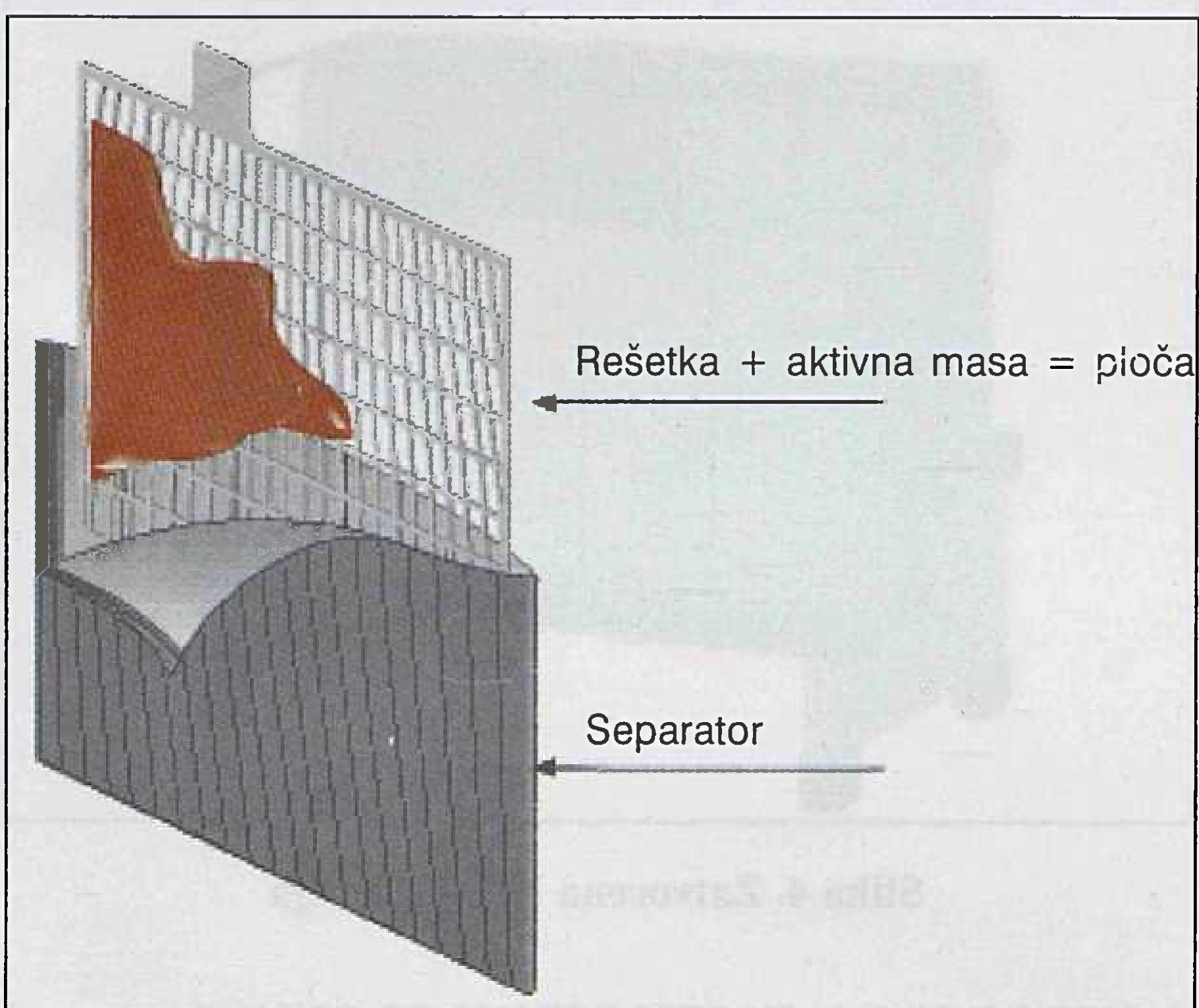
- zatvorene olovne akumulatorske baterije s apsorbiranim elektrolitom (AGM)
- zatvorene olovne akumulatorske baterije s gel elektrolitom.

2.1. Zatvorene olovne baterije s apsorbiranim elektrolitom

Zatvorene akumulatorske baterije s apsorbiranim elektrolitom (u daljem tekstu AGM baterije – od *Absorptive Glass Mat Recombination Batteries*) počele su se proizvoditi 70.-tih godina 20. stoljeća, a desetak godina poslije proizvedene su prve AGM baterije za stacionarne aplikacije.

AGM baterije su izrađene s ograničenom količinom tekućeg elektrolita upijenog u separatoru. Separator raspoređuje elektrolit jednoliko i održava ga u kontaktu s elektrodama, a u isto vrijeme omogućuje prolaz kisika za vrijeme punjenja, kako bi se mogla vršiti rekombinacija plinova. Ove baterije imaju vrlo male unutrašnje otpore, odnosno razvijaju velike struje kratkog spoja. S obzirom na metale iz kojih se izrađuju noseće rešetke ploča elektroda razlikujemo sljedeće izvedbe:

- rešetka ploča elektroda iz legure na bazi olova i male koncentracije antimona
- rešetke ploča elektroda iz legure na bazi olova i kalcija
- rešetke ploča elektroda iz čistog olova
- rešetke ploča elektroda iz legure olova i kositra.



Slika 3. Struktura ploče elektrode

Rešetka ploča elektrode, vidi sliku 3, je vodljiva konstrukcija koja nosi aktivni materijal (Pb i PbO_2) te osigurava električnu vodljivu vezu prema baterijskim polovima. Glavni uzroci koji ograničavaju životni vijek baterije su isušivanje elektrolita i korozija pozitivne elektrode.

Isušivanje elektrolita je rezultat elektrolize vode. Naime, ako kroz vodu prolazi električna struja ona se raspada na plinove vodika i kisika. Elektrolit olovnih baterija dobrim dijelom sadrži vodu. Plinovi zbog elektrolize prvenstveno se stvaraju uz površinu elektroda pokušavajući izići iz posude. Elektrode služe kao neka vrst katalizatora za stvaranje plinova. Da bi došlo do elektrolize vode moraju biti zadovoljena dva uvjeta.

Prvi je da napon mora biti minimalno 1.2 V i on je zadovoljen kod svih olovnih baterija. Kad bi taj uvjet bio jedini, plinovi bi se stvarali i onda kada je baterija odvojena od potrošača. Međutim, svi materijali nisu jednako dobri katalizatori. Čisto olovo i legura olova i kositra su loši katalizatori. U slučaju kad se koriste legure na bazi antimona ili ako se pojavi nečistoća tijekom izrade elektroda dramatično se povećava količina razvijenih plinova. To je razlog zbog čega se legure olova i antimona malo koriste za izradu AGM baterija. Ipak, u slučajevima gdje se očekuju češća duboka pražnjenja, npr. ako je baterija priključena paralelno alternativnim izvorima energije (vjetar, sunce), koriste se AGM baterije s pozitivnim pločama od legure olova, kalcija i male količine antimona. U tim se slučajevima koriste dobra svojstva antimona kod cikličkih i dubokih pražnjenja.

Električki potencijal prisutan na pozitivnoj elektrodi i prisustvo kisika idealni su uvjeti za pojavu korozije. Legura olova i kalcija je izuzetno podložna koroziji. Kao posljedica korozije javlja se gubitak vodljivosti elektroda. Kod izvedbe rešetki ploča elektroda iz legure na bazi olova i kalcija ploče elektroda moraju biti masivnije, kako bi se ublažile posljedice korozije te osigurao dug vijek trajanja akumulatorske baterije (cca 10 godina). Povećanjem debljine elektroda u istom volumenu, smanjuje se njihova aktivna površina, a time se smanjuje specifična snaga akumulatorske baterije (Ah/kg).

Rešetke izrađene od čistog olova i legure olova i kositra osiguravaju duži vijek i veću specifičnu snagu akumulatorskih baterija. Kao što je već rečeno, ti materijali su loši katalizatori pa ne izazivaju isušivanje elektrolita, a vrlo su otporni na koroziju pozitivne elektrode. AGM baterije s rešetkom od čistog olova najotpornije su na koroziju pozitivne elektrode i isušivanje, ali su podložne, za razliku od baterija s rešetkom od legure olova i kositra, iznenadnom gubitku kapaciteta koji nastaje zbog pojave neaktivnog sloja između rešetke ploče elektrode i aktivnog materijala.

Gotovo sve AGM baterije koje su do danas korištene u rasklopnim postrojenjima HEP-a imaju elektrode izrađene kao ravne premazane ploče s rešetkom od legure na bazi olova i kalcija, te deklariranim životnim vijekom oko 10 godina. Proizvođači akumulatorskih baterija danas već nude AGM baterije s rešetkom na bazi legure olova i kositra ili čistog olova s deklariranim životnim vijekom baterije i do 20 godina.

Važno je naglasiti da na životni vijek akumulatorskih baterija ne utječe samo vrsta i debljina materijala iz kojeg se izrađuju rešetke ploča elektroda. Proizvođači AGM baterije koriste razne materijale i rješenja za:

- Izradu posuda, budući da materijal posude mora imati visoku otpornost na prodiranje vlage i moguće mehaničke i termičke deformacije, te što bolju toplinsku vodljivost.
- Tehnologiju izrade rešetke ploča elektroda te nanošenja aktivnog materijala na rešetku. Pri tom je

neobično važno da se tehnološkim postupkom unošenje nečistoća svede na minimum.

- Brtvljenje i izvedbu baterijskih polova.
- Brtvljenje poklopca i posude.

2.2. Zatvorene olovne akumulatorske baterije s gel elektrolitom

Zatvorene olovne akumulatorske baterije s elektrolitom u obliku gela (u daljem tekstu GEL baterije) prvi put su opisane 1958. godine (Jache), a u komercijalnoj uporabi su od 60.-tih godina.

Izvedba GEL baterije je slična izvedbi klasičnih baterija osim elektrolita koji zbog velike gustoće nije u tekućem stanju. Struje kratkog spoja ovakvih baterija su velike, ali manje nego kod AGM baterija. U odnosu na AGM baterije, moguće ih je izraditi s dodatnim rezervama u elektrolitu, što GEL baterije može učiniti povoljnijima s obzirom na vijek trajanja. Naime, dodatnom rezervom u elektrolitu smanjuje se opasnost od isušivanja članaka. Nažalost, pojava korozije pozitivnih ploča prisutna je kao i kod AGM baterije.

GEL baterije su obično teže i veće u odnosu na AGM baterije. Materijali od kojih se izrađuju ploče elektroda i ostali dijelovi identični su onima kod AGM baterija, osim što se pozitivna elektroda najčešće izrađuje kao tubularna ploča.

3. ZATVORENE NiCd BATERIJE

Zatvorene NiCd baterije su u komercijalnoj uporabi od sredine 20. stoljeća. Dugo je njihova uporaba bila isključivo za napajanje malih elektroničkih potrošača, dok su se za stacionarne aplikacije koristile klasične NiCd akumulatorske baterije. Međutim devedesetih godina pojavile su se ventilom regulirane NiCd baterije koje u normalnim uvjetima rada (napon punjenja 1.42 V/čl. i temperatura od +10 do +30°C) ne zahtijevaju održavanje (dolijevanje vode), s kapacitetima do cca 500Ah, namijenjene stacionarnim pogonima. One imaju tekući elektrolit, a životni vijek im je u pravilu preko 20 godina. Cijena im je i do četiri puta veća od odgovarajućih AGM baterija. Manje su osjetljive na visoke i niske temperature, izmjenične komponente napona punjenja, te nisu podložne iznenadnim gubicima kapaciteta, kao ni termičkom pobjegu, svojstvu karakterističnom za zatvorene olovne baterije. Za smještaj zatvorenih NiCd baterija nisu potrebne posebne prostorije, a mogu se ugraditi i u razvodne ormare.

NiCd baterije koriste lužinu kao elektrolit (kalijev hidroksid KOH s malim količinama litij hidroksida LiOH, koji mu popravljaju cikličke karakteristike i svojstva kod visokih temperatura). Aktivni materijal je nikal hidroksid (NiOOH) na pozitivnoj i kadmij (Cd) na negativnoj elektrodi. Elektrolit služi samo za prenošenje električnih iona između elektroda i ne sudje-

luje u kemijskom procesu. Stoga se tijekom punjenja i pražnjenja ne mijenja gustoća elektrolita. Specifična težina elektrolita kod ventilom reguliranih baterija iznosi oko 1.16. Takav elektrolit sadrži dovoljnu rezervu i dolijevanje vode u normalnom režimu rada nije potrebno. Kod klasičnih NiCd baterija gustoća elektrolita se kreće od 1.16 do 1.25. Veće gustoće se primjenjuju za niže temperature.

Jedan od nedostataka NiCd baterija je nizak napon otvorenog kruga (1.2 V) te relativno visoki naponi punjenja. Napon održavanja iznosi 1.41-1.45 V/čl. Razlika između napona održavanja i napona otvorenog kruga iznosi oko 20% dok je kod AGM baterija oko 14%. To komplicira izvedbu punjača koji su u pravilu podijeljeni ili se moraju ugraditi dropperi (reduktori napona) koji smanjuju izlazni napon prema potrošačima za vrijeme punjenja i održavanja.

S obzirom na izvedbu elektroda postoji nekoliko vrsta NiCd baterija:

- kutijaste
- sintetizirane
- plastikom presvučene ploče
- hibridne izvedbe.



Slika 4. Zatvorena NiCd baterija

4. USPOREDBA ZATVORENIH OLOVNIH I NiCd AKUMULATORSKIH BATERIJA

Akumulatorske baterije mogu biti vrlo različitog životnog vijeka. Nekoliko faktora može imati bitan utjecaj na životni vijek zatvorenih olovnih i NiCd baterija:

- temperatura
- broj ciklusa punjenje-pražnjenje, ovisno o dubini pražnjenja
- napon punjenja
- izmjenična komponenta struje punjenja/održavanja
- deformacija pozitivne elektrode zbog korozije
- karbonizacija
- memori-efekt.

Međutim, različite baterije različito podnose štetne utjecaje.

4.1. Temperatura

Za optimalno iskorištenje, bateriju bi trebalo održavati na temperaturi okoline od 15°C do 25°C.

Sve su baterije osjetljive na visoke temperature. Dužim radom na povišenoj temperaturi skraćuje se životni vijek baterije. Niska temperatura osigurava dug život, ali usporava kemijske reakcije pa smanjuje raspoloživi kapacitet.

NiCd baterije mogu podnijeti visoke temperature lakše od olovnih. Tako se npr. životni vijek NiCd baterije skrati kod temperature 32°C za oko 20%, a olovne baterije za oko 50%. Osim toga se NiCd baterija neće uništiti kod niskih temperatura zbog smrzavanja. Iskoristivi kapacitet NiCd baterija je kod niskih temperatura za oko 60% viši nego kod olovnih baterija.

Kod olovnih baterija razvijanje plinova i korozija pozitivne elektrode rastu eksponencijalno s porastom temperature elektrolita.

Štetan utjecaj promjene temperature na životni vijek baterije može se ublažiti ugradnjom temperaturne regulacije napona punjenja.

Zatvorene olovne baterije su podložne svim kvarovima koji su mogući i kod klasičnih olovnih baterija, ali kod njih može doći i do havarije zbog "termičkog pobjega", kvar koji nije svojstven klasičnim olovnim baterijama. "Termički pobjeg" nastaje zbog rekombinacije kisika kroz imobilizirajući elektrolit (separator). U nenormalnim radnim uvjetima, posebno pri visokim radnim temperaturama ili pretjeranom nadopunjavanju, zatvorena baterija se može zagrijati brže nego što toplinu može predati okolini. U tom slučaju će temperatura baterije narasti toliko da će plastična posuda oslabiti, pući i rastopiti se. Iako je AGM baterija osjetljivija od baterije s GEL-om, obje se trebaju propisno montirati, nadzirati i održavati, kako bi se smanjila mogućnost "termičkog pobjega".

4.2. Broj ciklusa punjenje-pražnjenje

Olovne baterije mogu izdržati veliki broj kratkih ciklusa pražnjenja, ali su osjetljive na duboka pražnjenja. Razne izvedbe ploča elektrode mogu znatno utjecati na mogućnost cikličkih pražnjenja. Ponekad kratki i neprimjetni propadi napona mogu teret prebaciti s ispravljača na bateriju te ju ciklički opterećivati.

NiCd baterije mogu izdržati veliki broj ciklusa dubokog punjenja i pražnjenja. Starenjem aktivnog materijala, zbog rekristalizacije, dolazi do smanjenja mogućeg broja ciklusa. Da se povise sposobnosti pri cikličkim opterećenjima elektrolitu (KOH) se dodaju različite količine LiOH.

4.3. Naponi punjenja i održavanja

Prekoračenjem napona punjenja ili održavanja iznad vrijednosti potrebne za nadoknađivanje samopražnjenja baterije uzrokovat će pojavu prevelike struje punjenja, povećano isplinjavanje i pojavu

korozije pozitivne elektrode. Najbolji je napon onaj kod kojeg baterija ostaje potpuno puna, a da se pri tom stvara najmanje plinova i korozije. Taj napon propisuje proizvođač baterije. Spajanje više članaka baterije u seriju često dovodi do toga da se pojedini članci, zbog rasipanja napona, pune i održavaju različitim naponima. Rasipanje je najveće kod nove baterije, a postupno se smanjuje i stabilizira u prvim mjesecima eksploatacije. Brzina stabilizacije i konačno rasipanje napona među člancima ovise o kvaliteti baterije.

Napon punjenja i održavanja NiCd baterija je 1.41-1.45 V/čl. Taj napon će održavati članak potpuno punim i optimirati razgradnju vode. Optimalan način punjenja NiCd baterija je, za razliku od olovnih baterija, punjenje konstantnom strujom. Stoga, budući da stacionarnu bateriju punimo konstantnim naponom, dolazi nakon dužeg punjenja konstantnim naponom do smanjenja srednjeg napona pražnjenja i raspoloživog kapaciteta. Za dimenzioniranje NiCd baterija trebaju se koristiti tablice pražnjenja bazirane na prethodnom dugom punjenju konstantnim naponom, a ne konstantnom strujom.

4.4. Izmjenična komponenta struje punjenja

Proizvođači zatvorenih olovnih baterija postavljaju vrlo rigorozne zahtjeve na prisustvo izmjenične komponente struje pri punjenju i održavanju. Uobičajene vrijednosti se kreću od 0,05 do 0.1 C₁₀. Problem se rješava pojačanim filtriranjem izlaznog napona ispravljača.

U odnosu na olovne NiCd baterije su mnogo otpornije na prisustvo izmjenične komponente struje koja može dosezati i do 0,5 C5.

4.5. Deformacija pozitivne elektrode zbog korozije

Pojavom korozije volumen pozitivne elektrode se povećava, a to dovodi do deformacije mehaničke konstrukcije baterijskog članka. To može dovesti do iznenadnog gubitka kapaciteta olovnih baterija.

Kod NiCd baterija ne dolazi do kvarenja mehaničke strukture, tako da kod njih nikada ne dolazi do iznenadnog gubitka kapaciteta.

4.6. Karbonizacija

Karbonizacija se javlja samo kod NiCd baterija. Ona može štetno utjecati na životni vijek i karakteristike prilikom jakih pražnjenja.

Karbonat nastaje kao rezultat oksidacije ugljika koji se koristi kao vodljivi materijal na pozitivnoj elektrodi. Može se javljati i pri ispuštanju lužnatog elektrolita u zrak. Nakupljanje prevelikih količina kalijeva karbonata oko polova može prouzročiti dozemni spoj.

4.7. Memorijski efekt

Memorijski efekt se javlja samo kod NiCd baterija. Ako je baterija izvrgnuta učestalim ciklusima kratkog punjenja-pražnjenja iste dubine dolazi do naglog gu-

bitka napona. Uzrok je kristalizacija površine negativne elektrode tijekom kratkih ciklusa. Memori-efekt se najčešće događa u baterijama malog kapaciteta sa sintetiziranom negativnom elektrodom i uglavnom ne predstavlja problem kod stacionarnih baterija.

U tablici 1 je prikazano kako pojedine od spomenutih akumulatorskih baterija zadovoljavaju pojedine zahtjeve koje smo u uvodnom dijelu postavili kao kriterij za odabir stacionarne akumulatorske baterije u rasklopnim postrojenjima:

Tablica 1.

Kriterij za odabir	AGM- -olovne	Gel-olovne	NiCd
Dugotrajnost	3-20 god.	3-20 god.	preko 20 god.
Specifična snaga (Wh/kg)	25-30	15-20	15-20
Iznenadni gubitak kapaciteta	dogada se	dogada se	ne dogada se
Napon održavanja/ nazivni napon članka (V)	2.27/2	2.23/2	1.42/1.2
Temperaturna regulacija napona ispravljača	obvezna	obvezna	poželjna
Razina rekombinacije plinova	>95%	>95%	85-95%
Potreba za održavanjem (periodičko dolijevanje vode)	bez održavana	bez održavana	bez održavana
Mogućnost smještanja uz ostalu opremu ili u razvodne ormare	moguće	moguće	moguće
Najviša dozvoljena izmjenična komponenta struje punjenja	0.05-0.1C ₁₀	0.05-0.1C ₁₀	0.5C ₅
Otpornost na povremena duboka pražnjenja	mala	mala	velika
Uobičajen max. broj ciklusa	400	600	1500
Brzina punjenja potpuno prazne baterije	8-15 h	8-15 h	1-8 h
Visina struje kratkog spoja	visoka	srednja	mala
Cijena u odnosu na AGM bateriju	1	1.3-1.4	2.5-3.5

5. ZAKLJUČAK

Posljednjih 20-tak godina došlo je do naglog tehnološkog napretka u proizvodnji akumulatorskih baterija. Za napajanje elektroničkih uređaja i mobilnih telekomunikacija se najčešće koriste suhe akumulatorske baterije Li-Polimer, Li⁺ (litij-ion) i NiMH (nikal-metal-hibrid), a za stacionarne aplikacije zatvorene olovne i NiCd baterije. Zatvorene olovne akumulatorske baterije se već više godina ugrađuju u rasklopna postrojenja HEP-a. Najčešće se koriste AGM baterije i GEL baterije s elektrodama čije ploče su izrađene iz legura olova i kalcija.

Rijetko se koriste AGM baterije s elektrodama od čistog olova ili legure olova i kositra, te zatvorene ventilom regulirane NiCd baterije. Obje vrste baterija pružaju mogućnost produljenja životnog vijeka baterije, a NiCd baterije su također i znatno otpornije na nepovoljne termičke i električne utjecaje od olovnih baterija.

U slučajevima kada cijena nije osnovni kriterij za odabir vrste akumulatorske baterije uputno je razmotriti prednosti i mane primjene svih opisanih tipova akumulatorskih baterija, a posebno zatvorene NiCd baterije koja, kao što se vidi iz poglavlja 4 i tablice 1, pruža znatne prednosti u odnosu na zatvorenu olovnu bateriju.

Iako se klasične olovne i NiCd baterije još uvijek koriste za stacionarne aplikacije u elektroenergetskim postrojenjima, nije nam bila namjera da ih u ovom referatu podrobnije opisujemo već smo svoju pozornost okrenuli modernim rješenjima sa zatvorenim baterijama koje se mogu postavljati uz ostalu opremu i ne zahtijevaju održavanje i posebne prostorije za svoju ugradnju.

LITERATURA

- [1] IEEE Std 1184-1994 Guide for the selection und sizing of batteries for uninterruptible power system
- [2] L. S. HOLDEN, C&D Charter Power System, Inc., Blue Bell, PA: "Valve-Regulated Lead Acid Batteries: They're not all the same!"
- [3] F. A. FLEMING, L. GAO, P. R. SHUMARD, R. EVANS & R. KURIAN: "Float life verification of VRLA Battery Utilizing a High Purity Electrochemical System"
- [4] CPT: Lead Acid Batteries VRLA Types
- [5] Alcad: No sudden death in final stages of plates
- [6] HAWKER: Types of Batteries & Their Uses
- [7] T.E. RUHLMANN and S. GERNER: Thermal Run-away – Its Cause and Prevention
- [8] HAWKER: Frequently asked questions
- [9] Aeroquality: Ultra Low Maintenance Nickel Cadmium Battery Development Program
- [10] J. SZYMBORSKI, M. EGGERS: "Development of totally maintenance-free lead-acid battery for telecommunications standby power"
- [11] S. L.VECHY: "Product Design and Manufacturing Process Consideration for the Application of a 10 Year Design Valve Regulated Lead Acid Battery in the Outside Plant Environment"
- [12] J. JERGL, B. COLE and S. PURCELL: "Real World Effect on VRLA Batteries in Float Application"
- [13] B. A. COLE, M. A. KEPROS and R. J. SCHMITT: "A Discussion About Water Loss, Compression and the VRLA Cell"

- [14] C. A. VINCENT: "Recent developments in battery technology"
- [15] Tehnički podaci, katalozi i prospektni materijali raznih proizvođača olovnih i NiCd akumulatorskih baterija za stacionarne aplikacije
- [16] IEC 60896-2 Stationary lead-acid battery-General requirements and methods of test-Valve regulated lead-acid battery

NEUE BATTERIENARTEN FÜR GLEICHSTROMSYSTEME IN DEN SCHALTANLAGEN

Auf dem Weltmarkt der ortsfesten Batterien findet man verschiedene Gattungen von Blei und Nickel-Kadmium Batterien mit äusserst beschränktem Bedarf an Wartung. Jede dieser Gattungen hat gewisse Vor- und Nachteile. Gegenstand dieser Darstellung ist deren gegenseitiger Vergleich vom Standpunkt der Eignung für den Einbau in neue und bestehende Gleichstromverteilungen und -Einspeisungen in die Schaltanlagen der Kroatischen Elektrizitätswirtschaft.

NEW ACCUMULATOR BATTERY TYPES FOR D.C. VOLTAGE SYSTEMS IN SWITCHING SUBSTATIONS

Many stationary accumulator battery types can be found at the world market, which use lead or Ni-Cd with minimum maintenance requirements. Each of them has certain advantages and disadvantages. The theme of this paper is the comparison among them from the point of acceptability for new and existing direct current circuit and power supply subsystems in HEP switching substations.

Naslov pisaca:

Javor Škare, dipl. ing.

Attila Lövei, dipl. ing.

Končar INEM

10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2002-05-02.