Vladimir Babović,
dipl. inž.
Čedomir Mijatović,
dipl. inž.

Osnovne karakteristike sistema paralelnog punjenja masovnih tipova akumulatorskih baterija

Sistem paralelnog punjenja je najčešći oblik punjenja akumulatora u akumulatorskim stanicama. Prednosti koje ovaj način punjenja pruža rukovaoćima u pogledu efikasnosti iskorišćenja raspoložive snage punjača, mogućnosti organizacije brzih režima punjenja, regulacije i zadavanja režima punjenja, kao i pogodnosti u organizaciji merenja, mogu doći do izražaja samo ako su korisnici dobro upoznati sa svim karakteristikama ovakvog načina rada.

Uvod

Pod sistemom paralelnog punjenja akumulatora podrazumeva se takva organizacija održavanja, u kojoj se veći broj paralelno priključenih akumulatorskih baterija istovremeno puni iz jednog izvora napajanja.

Na slici 1 prikaza je blok-šema sistema paralelnog punjenja koji se primenjuje u postojećim akumulatorskim stanicama jedinica KoV JNA, za potrebe njihovog masovnog održavanja, a koji se sastoji od izvora napajanja i zajedničkih sabirnica na koje se vrši priključivanje akumulatorskih baterija.

Sl. 1 — Blok šema sistema paralelnog punjenja masovnih tipova akumulatorskih baterija, gde su $C_1, C_2, \dots, C_n$ njihovi kapaciteti

U tekućoj praksi održavanja akumulatorskih baterija, kao izvori napajanja primenjuju se snažni ispravljači izlaznih napona (12—24) V, sa ručnom regulacijom struje do 300 A. Režim punjenja određuje se prema broju i kapacitetu pojedinačnih akumulatorskih baterija paralelno priključenih na sabirnice — kao da se puni jedna akumu-

latorska baterija zbirnog kapaciteta: $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$.

U ovom radu razmatraju se nedostaci postojećeg sistema paralelnog punjenja (sl. 1) kao i mogućnosti formiranja takvog sistema u kojem bi se primenom stabilisanog izvora napajanja i regulacionih elemenata u kolu punjenja pojedinačnih akumulatorskih baterija omogućilo kontrolisano i automatizovano održavanje svih tipova i vrsta akumulatora u masovnim razmerama.

Punjenje iz izvora napajanja u režimu $I = C^*$

Punjenje akumulatorskih baterija od 12 V

Snimanje toka punjenja paralelno priključenih akumulatorskih baterija (sl. 1) izvršeno je na 6 kom. akumulatorskih baterija, tipa 12 V/140 Ah, strujom $I = 84$ A ($6 \times 0,1$ C), bez naponskog ograničenja procesa punjenja. Ispitni uzorak je pre početka ispitivanja toka njihovog punjenja doveden u stanje različitih stepena ispražnjenosti, tj. u stanje koje približno odgovara realnim uslovima eksploatacije. Pojedinačni akumulatori su najpre napunjeni, a zatim ispražnjeni na različite nivoe u granicama od 0 % C_n do 100 % C_n (0, 20, 40, ... 100) % C_n od nazivnog kapaciteta.

Tok punjenja ovih akumulatorskih baterija prikazan je u tabeli T-1.

Tabela 1

Tok paralelnog punjenja akumulatora tipa 12V/140 Ah-»MUNJA« proizvodnje 1983. različitog stepena ispražnjenosti od 100% do 0% C-N

Ukupna struja punjenja je
 $I = 84A(6 \cdot 14A) = \text{CONST.}$

Red. br.	1	2	3	4	5	6
Stepen ispraz.	100%	80%	60%	40%	20%	0%
[H]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]U[V]
0H	23.0	20.0	18.0	12.0	6.00	5.00 13.0
30'	27.0	21.5	18.5	11.0	5.50	.50 13.3
1H	27.0	22.0	17.5	11.0	6.00	.50 13.4
30'	26.0	22.0	17.5	11.5	6.50	.50 13.6
2H	25.0	22.5	17.0	12.0	6.50	.75 13.7
30'	22.5	22.5	17.5	12.5	7.50	.75 13.8
3H	22.5	22.8	17.5	13.0	7.50	.35 14.3
30'	22.5	22.0	17.5	12.0	7.50	2.00 15.1
4H	23.0	21.0	17.0	11.0	7.50	3.50 16.3
30'	25.5	21.0	17.0	10.0	6.50	4.00 16.4
5H	27.0	21.0	17.0	9.00	6.50	5.00 16.5
30'	29.5	20.5	16.0	8.50	6.00	5.00 16.5
6H	34.0	20.5	15.0	7.00	5.00	4.50 16.5
30'	38.0	19.0	14.0	6.00	4.00	4.00 16.3
Isr. (A)	26.6	21.3	16.9	10.4	6.32	2.60
Cpr. (Ah)	172	138	110	68.0	41.0	16.8

Temperatura elektrolita u toku punjenja

	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
0H	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
3H	13.0	11.0	9.50	7.00	5.50	5.00
30'	14.5	12.5	10.0	8.00	6.00	5.00
4H	16.0	14.0	11.5	9.00	6.50	5.00
30'	20.0	18.0	15.0	11.0	7.00	6.00
5H	26.0	20.0	16.0	12.0	9.00	7.00
30'	29.5	24.0	18.5	15.0	10.0	9.00
6H	39.0	31.0	25.5	16.0	12.0	11.0
30'	47.0	34.0	28.5	18.0	13.0	12.0

Napomena: Cpr. — primljeni kapacitet u toku punjenja.

Kao što se vidi iz tabele, primljeni kapaciteti pojedinačnih akumulatorskih baterija, u trenutku prekida procesa punjenja (6,5 h), na nivou su prethodno oduzetih kapaciteta, imajući u vidu koeficijent punjenja (1,2 — 1,4).

Proces punjenja, koji se odvijao u laboratorijskim uslovima, na akumulatorima poznatog stepena ispražnjenosti, kao i uz kontrolu izlaznih parametara (napon, struja punjenja pojedinačnih akumulatora i njihova temperatura elektrolita), bio je, dakle, prekinut kad je utvrđen završetak procesa punjenja svih priključenih akumulatorskih baterija.

Ukoliko bi se proces punjenja odvijao bez kontrole izlaznih parametara, na akumulatorima nepoznatog stanja ispražnjenosti — kao što je to slučaj u realnim uslovima eksploatacije, tada bi se proces punjenja nastavio još 6 h — kao da se vrši punjenje potpuno ispražnjenih akumulatora sa koeficijentom punjenja 1,2. Dalji tok punjenja »kritičnog« akumulatora (br. 1) odvijao bi se kako što je to prikazano na dijagramu sl. 2, uz trajnu degradaciju njegovih električnih karakteristika.

Sl. 2 — Tok punjenja

Osnovni uzrok ove pojave jesu razlike u stepenu ispražnjenosti pojedinačnih, paralelno priključenih akumulatora, na početku procesa punjenja, a razlike u temperaturama elektrolita na kra-

ju procesa punjenja. Ove razlike u temperaturama elektrolita prouzrokuju kumulativni proces preraspodele ukupne (zadate) struje punjenja u »korist« akumulatora sa trenutno najvećom temperaturom elektrolita.

Punjenje Ni-Cd akumulatorskih baterija hermetičke izvedbe

Snimanje toka punjenja paralelno priključenih akumulatorskih baterija (sl. 1) izvršeno na 6 kom. akumulatorskih baterija tipa 10 TB-6B (12 V/6Ah), proizvodnje »Trepča«, strujom $I=6 \times 1,2 \text{ A}=7,2 \text{ A}$ ($6 \times 0,2 \text{ Cn}$). Pre početka ispitivanja, akumulatorske baterije su bile napunjene, a zatim su pražnjenjem, pojedinačni akumulatori dovedeni do 100%, 80%, 60%, 40%, 20% i 0%-tnog stepena njihove ispražnjenosti od Cn — nazivnog kapaciteta.

Tok punjenja i proces preraspodele struje punjenja pojedinačnih akumulatorskih baterija, u odnosu na ukupnu stabilisanu struju od $6 \times 1,2 \text{ A}=7,4 \text{ A}$, prikazan je u tabeli T-2.

Tabela 2

Tok paralelnog punjenja akumulatora tipa 10 TB-6, različitog stepena ispražnjenosti od 100% do 0% nazivnog kapaciteta

Ukupna struja punjenja je $I=7,2 \text{ A}(6 \times 1,2 \text{ A})$

Red. br.	1	2	3	4	5	6
Stepen ispraz.	100%	80%	60%	40%	20%	0%
[H]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]
0H	1.20	1.50	1.45	1.15	1.00	.60
15'	1.40	1.45	1.40	1.15	1.05	.50
30'	1.65	1.55	1.40	1.15	.85	.30
45'	1.75	1.60	1.45	1.10	.75	.25
1H	1.85	1.65	1.45	1.10	.65	.20
15'	1.90	1.70	1.45	1.05	.60	.20
30'	1.95	1.70	1.45	1.00	.55	.20
45'	2.00	1.75	1.40	1.00	.50	.20
2H	2.10	1.80	1.35	.90	.50	.25
15'	2.25	1.80	1.20	.75	.55	.35
30'	2.00	1.60	1.15	.80	.75	.60
45'	1.70	1.25	1.05	.90	1.05	.90
3H	1.45	1.15	1.10	.90	1.25	1.10

15'	.90	.95	1.10	.90	1.60	1.40
30'	.70	.85	1.05	.85	1.80	1.60
45'	.45	.70	1.00	.80	2.05	1.85
4H	.30	.60	.80	.80	2.25	2.00
15'	.25	.55	.95	.70	2.35	2.15
30'	.15	.45	.85	.60	2.55	2.35
45'	.10	.35	.70	.50	2.70	2.55
Isr.(A)	1.30	1.25	1.19	.91	1.27	.98
Cpr.(Ah)	6.18	5.92	5.64	4.29	6.02	4.64

Temperatura akumulatorske baterije u toku punjenja

	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
0H	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
.						
.						
3H	10.0	10.0	11.5	11.5	15.0	15.5
15'	11.5	13.0	15.0	15.5	21.0	21.5
30'	13.0	15.0	18.0	18.5	26.5	26.5
45'	15.5	19.0	22.5	22.5	35.5	35.0
4H	17.0	21.5	25.5	25.0	44.0	43.0
15'	17.5	23.0	28.0	27.5	49.5	48.0
30'	18.0	24.5	30.5	29.0	56.5	55.0
45'	18.0	25.0	31.0	30.0	62.0	61.0

Punjenje akumulatora je prekinuto posle 4,75 h, kada je temperatura akumulatorskih baterija br. 5 i 6 (merena u sredini baterije) dostigla kritičnih (61—62)°C. Kod njih je došlo do nekontrolisanog porasta struje punjenja i temperature, sa tendencijom daljeg porasta. Nastavak punjenja ovih baterija doveo bi do njihovog uništenja.

Kao i u prethodnom slučaju, uzrok ove pojave je u razlikama stepena ispražnjenosti na početku i temperaturama akumulatora na kraju procesa njihovog punjenja.

Za razliku od olovni akumulatorskih baterija, kod kojih su »kritični« akumulatori na početku procesa punjenja bili sa najvećim stepenom ispražnjenosti (100% Cn), kod Ni-Cd hermetičkih akumulatorskih baterija ugroženi su akumulatori sa najmanjim stepenom ispražnjenosti u grupi paralelno priključenih akumulatorskih baterija.

Punjenje iz izvora napajanja u režimu $U = \text{const}$

Punjenje olovnih akumulatorskih baterija od 12 V

Snimanje toka punjenja paralelno priključenih akumulatora, prema električnoj šemi na sl. 1, izvršeno je na 6 kom. akumulatorskih baterija tipa 12 V/140 Ah, proizvođača »Munja«, pri $U_{\text{const}} = 15 \text{ V}$ i strujom ograničenja izvora napajanja na $I_{\text{max}} = 84 \text{ A}$ ($6 \times 0,1 \text{ Cn}$). Početno stanje stepena ispražnjenosti pojedinačnih akumulatora, pre početka snimanja toka njihovog punjenja, dovedeno je na nivo od 100% Cn do 10% Cn.

Tok punjenja ovih akumulatorskih baterija prikazan je u tabeli T-3.

Tabela 3

Tok paralelnog punjenja akumulatora tipa 12V/148 Ah-»MUNJA« proizvodnje 1983, različitog stepena ispražnjenosti od 100% do 0% C-N u režimu: $U = \text{CONST.} = 15 \text{ V}$, $I(\text{MAX.}) = 84 \text{ A}$

Red. br.	1	2	3	4	5	6	
Stepen ispraz.	100%	40%	40%	20%	20%	10%	
[H]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	U[V]
0H	26.5	13.0	12.5	12.5	12.5	9.50	13.3
30'	37.5	11.5	12.0	9.00	9.50	4.50	13.7
1H	38.0	12.5	12.0	9.50	9.00	5.00	13.8
30'	36.0	12.5	12.5	9.50	9.00	5.00	14.1
2H	34.5	13.5	13.0	10.0	9.00	5.00	14.5
30'	27.5	11.0	9.00	8.50	7.50	3.50	15.0
3H	16.0	7.50	6.50	5.50	5.00	2.00	15.0
30'	9.00	4.50	5.00	3.00	3.50	1.50	15.0
4H	6.00	2.50	3.50	2.00	2.00	1.00	15.0

Promena režima punjenja pri $U = \text{CONST.}$ sa 15.0 V na 16.0 V

30'	11.0	3.00	3.50	2.50	2.50	2.00	16.0
5H	9.50	2.50	3.00	2.00	2.00	1.50	16.0
30'	9.50	2.50	3.00	2.00	2.00	1.50	16.0
6H	9.50	2.00	2.50	2.00	1.50	1.50	16.0
30'	9.50	2.00	2.00	2.00	1.50	1.50	16.0
Isr.							
(A)	20.0	7.18	7.14	5.71	5.46	3.21	
Cpr.							
(Ah)	130	46.6	46.4	37.1	35.5	20.8	

Temperatura elektrolita u toku punjenja

0H	4°C	Temperatura okoline				
2H	13.5	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00
30'	15.5	7.00	6.00	5.50	5.50	5.00
3H	17.0	8.00	7.00	6.00	6.50	5.00
30	18.0	8.50	7.00	6.50	7.00	5.50
4H	18.0	9.00	7.50	7.00	7.50	7.00
30'	21.0	9.50	8.50	7.50	8.00	7.00
5H	22.0	10.0	9.00	8.00	9.00	7.00
30'	23.0	10.0	9.00	8.00	9.00	7.00
6H	24.5	10.0	10.0	8.50	9.00	7.00
30'	26.0	10.0	10.0	9.00	9.00	8.00

Kraj punjenja

Kao što se vidi iz tabele, nakon drugog časa punjenja, ukupna struja punjenja svih pojedinačnih akumulatora smanjuje se u trenutku dostizanja stabilisanog napona izvora napajanja od 15 V. Na dalji tok punjenja nije bitno uticala ni promena napona izvora napajanja sa 15 V na 16 V, kao što se to vidi iz dijagrama na slici 3 koji prikazuje tok punjenja akumulatora sa najvećim stepenom ispražnjenosti (100% Cn).

Sl. 3 — Tok punjenja »kritičnog« akumulatora

Na dijagramu (sl. 3) prikazano je ograničavajuće dejstvo stabilisanog napona izvora napajanja od 15 V na porast temperature i struje punjenja akumulatora br. 1.

Sl. 4 — Proces punjenja akumulatorskih baterija u dva ekstremna režima: a) tok punjenja jedne i više sukcesivno priključenih akumulatorskih baterija u periodu od 3 h, b) istovremeno punjenje 17 akumulatorskih baterija u režimu punjenja pojedinačnih akumulatora strujom 0,05 Cn (A)

Sl. 5 — Režim punjenja pojedinačnih paralelno priključenih akumulatorskih baterija

Bez dejstva naponskog ograničenja, dalji tok punjenja akumulatorske baterije br. 1 odvijao bi se približno prema isprekidanim linijama, kao što je to prikazano na dijagramu (sl. 2).

Punjenje olovničkih akumulatorskih baterija pri ograničenju maksi struje izvora napajanja na $I_{max} \approx C_n(A)$

Na dijagramu (sl. 4), prikazan je tok punjenja akumulatorskih baterija od 12 V, kapaciteta 140 Ah, pri $U_{const} = 14,5$ V i struji ograničenja od 120 A.

Kao što se vidi iz prikazanih dijagrama na sl. 4, pri brzim režimima punjenja (sl. 4a), postignuti stepen napunjenosti je oko 75% Cn posle 1h punjenja, dok je u sporijem režimu punjenja (sl. 4b) postignuti stepen napunjenosti oko 100% Cn (17 akumulator-

skih baterija u 20-satnom režimu punjenja).

Zavisnost režima punjenja od broja paralelno priključenih akumulatorskih baterija (N), odnosno vremena punjenja (h), data je dijagramom na sl. 5.

U vezi s ovim dijagramom, neophodno je napomenuti da se veće brzine punjenja istog broja paralelno priključenih akumulatorskih baterija mogu postići pri odgovarajućem povećanju izlazne snage izvora napajanja.

Suštinska prednost razmatranog sistema paralelnog punjenja sastoji se u automatizovanom toku punjenja pojedinačnih akumulatora, bez obzira na stepen njihove ispražnjenosti u trenutku priključivanja na zajedničke sabirnice. Punjenje se završava naglim smanjenjem struje punjenja, pri dostizanju (75—100)% Cn primljenog kapaciteta.

Zbog toga, ukupni stepen neispražnjenosti svih priključenih akumulator-

skih baterija, na početku procesa punjenja, može dovesti samo do skraćivanja njihovog ukupnog vremena punjenja.

Punjenje dve akumulatorske baterije vezane u seriju

Punjenje dve akumulatorske baterije u seriji (npr. $2 \times 12 \text{ V}/140 \text{ Ah}$) pri $U = c^{st}$, odvija se, u principu, kao i punjenje jedne 12 V-ne baterije, ukoliko su istog stepena ispražnjenosti u trenutku njihovog priključivanja na izvor napajanja.

U realnim uslovima eksploatacije, međutim, u akumulatorske stanice pristizu akumulatori nepoznatog stanja u rasponu od 100% Cn do 0% Cn stepen ispražnjenosti. U najgorem slučaju, da bi se napunio jedan akumulator, drugi bi se morao prepunjavati na nivou (120 — 140) % Cn.

Na dijagramu (sl. 6) prikazan je tok punjenja dve u seriju povezane akumulatorske baterije tipa 12 V/140 Ah, pri $U_{const} = 28,8 \text{ V}$ (odnosno 30,5 V u daljem toku punjenja), dovedenih na nivo od 45% Cn i 85% Cn — stepena ispražnjenosti.

Kao što se vidi iz dijagrama, za 3,5h punjenja sa naponom $U_{const} = 28,8 \text{ V}$, akumulatorima je saopšteno oko 60 Ah, pri čemu se akumulator br. 1 nalazi, praktično, u napunjenom stanju, dok akumulatoru br. 2 nedostaje još:

(oduzeti kapacitet) $\times$ (koeficijent punjenja) — (primljeni kapacitet)
ili

$$119 \times 1,2 - 60 = 83 \text{ Ah}$$

Ovaj kapacitet u datom režimu punjenja može biti nadoknađen tek nakon $\approx 40 \text{ h}$ neprekidnog punjenja.

Nastavkom punjenja u periodu sledećih 3,5 h, u režimu pri $U_{const} = 30,5 \text{ V}$, postiže se još 40 Ah ulaznog kapaciteta,

uz intenzivno prepunjavanje akumulatora br. 1, pri čemu je za završetak punjenja akumulatorske baterije br. 2 potrebno još najmanje 10 h, odnosno 40 Ah.

Sistem paralelnog punjenja regulacionim elementima i šentom u kolu svih pojedinačnih akumulatora

Punjenje Ni-Cd akumulatorskih baterija

Punjenje svih vrsta i masovnih tipova Ni-Cd akumulatorskih baterija moguće je vršiti prema principijelnoj blokšemi, prikazanoj na slici 7.

Sl. 7 — Principijelna šema sistema paralelnog punjenja svih vrsta i masovnih tipova akumulatora i akumulatorskih baterija

U prikazanom sistemu moguće je ostvariti sledeće režime punjenja:

a) pri $U = c^{st}$ izvora napajanja, pri $U = c^{st}$ u grani punjenja akumulatora, sa $I = c^{st}$, u impulsnom režimu punjenja, i dr;

b) modifikovani režim punjenja pri $U = c^{st}$ izvora napajanja. Pri većim razlikama napona izvora napajanja i napona akumulatora, režim punjenja se približava režimu pri $I = c^{st}$, a pri manjim razlikama — režimu $U = c^{st}$;

c) pri $U = c^{st}$. Dioda služi radi sprečavanja inverznih struja u pojedinačnim granama paralelno priključenih akumulatora;

d) isto kao i pod b, sa zaštitnom diodom u kolu punjenja;

e) direktni režim punjenja pri $U = c^{st}$;

x) bilo koji drugi režim punjenja (npr. DC/DC pretvarači, brzi režimi punjenja, i dr.).

Za masovno održavanje Ni-Cd akumulatora istog tipa pogodni su režimi punjenja pod (b), odnosno (d), kojim se obezbeđuje:

— istovremena regulacija struje punjenja svih paralelnih priključenih akumulatora podešavanjem izlaznog napona izvora napajanja,

— praćenje toka i završetka procesa punjenja pojedinačnih akumulatora, preko šenta (Š).

Neophodno je napomenuti da ispitivanje veka trajanja Ni-Cd akumulatora hermetične izvedbe, u laboratorijskim uslovima rada i temperaturama okoline ($15 - 25$)°C, u režimu pri $I = c^{st}$ i $U = c^{st}$, daje približno iste rezultate.

U sistemu paralelnog punjenja, međutim, režim pri $U = c^{st}$ nije pogodan zbog mogućnosti otkaza (kratak spoj) pojedinačnog akumulatora u bateriji, koji bi izazvao prekomernu preraspodelu ukupne struje izvora napajanja (I_{max}) u »korist« oве baterije uz mogućnost eksplozije.

Punjenje pri $U = c^{st}$ Ni-Cd akumulatora hermetične izvedbe bilo bi moguće, međutim, u režimu (a) kojim bi se predvidelo ograničenje struje u kolu pojedinačnih akumulatora na vrednost $I < (0,2 - 0,3) C_n$ na normalnim temperaturama okoline.

Punjenje ostalih vrsta akumulatorskih baterija

Punjenje svih vrsta i tipova akumulatorskih baterija, kao što su: Pb- hermetički akumulatori, Ag — Zn, Ag — Cd, i dr., koji se primenjuju ili će se pojaviti u narednom periodu, moguće je održavati — puniti, prema principijelnoj električnoj šemi na slici 7 u bilo kom poznatom režimu punjenja.

Kontrola stanja pojedinačnih akumulatorskih baterija u procesu njihovog punjenja

Merenje pojedinačnih parametara režima punjenja akumulatora

Sistem paralelnog punjenja pri $U = c^{st}$ izvora napajanja, omogućava praćenje stanja pojedinačnih paralelno priključenih akumulatora, preko uvida u promenu struje punjenja, temperature elektrolita ili akumulatorske baterije i napona u toku celog procesa njihovog punjenja. Završetak procesa punjenja karakteriše smanjenje vrednosti struje punjenja, porast temperature elektrolita — akumulatora, kao i njegovog napona. Kontrolom stanja ovih parametara moguće je utvrditi stepen njihove napunjenosti — istraživanja na početku i u toku procesa punjenja, otkaz ili stepen upotrebljivosti za dalju eksploataciju.

Mogućnost primene računara u sistemu paralelnog punjenja

Sistem paralelnog punjenja masovnih tipova akumulatora, prema principijelnoj električnoj šemi na slici 7, pogodan je za primenu akvizicionog računara koji bi preuzeo ulogu merenja, prikupljanja izračunavanja i obrade svih relevantnih parametara u toku procesa punjenja.

Ovaj računar bi, takođe, omogućio i formiranje neophodne baze podataka stanja svih pojedinačnih akumulatora predviđenih za održavanje u datom sistemu paralelnog punjenja, u toku celog perioda njihove eksploatacije.

Zaključak

Osnovne prednosti razmatranog sistema paralelnog punjenja sastoje se u sledećem:

— efikasnost iskorišćenja raspoložive (instalirane) snage izvora napajanja, stabilisanog izvora napajanja u mir-

nodopskim uslovima eksploatacije, odnosno jednosmernog elektroagregata sa odgovarajućim regulatorom izlaznih električnih karakteristika u ratnim uslovima eksploatacije;

— mogućnost organizacije brzih i automatizovanih režima punjenja, uz efikasnu preraspodelu energije punjenja prema stepenu ispražnjenosti pojedinačnih paralelno priključenih akumulatora;

— mogućnost istovremene regulacije i zadavanja režima punjenja prome-

nom napona izvora napajanja ili karakteristika regulacionih elemenata (sl. 7), za sve pojedinačne paralelno priključene akumulateore;

— pogodnost u organizaciji merenja i praćenja svih karakteristika pojedinačnih paralelno priključenih akumulatora u toku njihovog punjenja.

Osnovni nedostatak razmatranog sistema paralelnog punjenja sastoji se u potrebi razrešavanja problema efikasnog završetka procesa punjenja sa koeficijentom punjenja (1,2 — 1,4).