

ЗАРЯДНИТЕ УСТРОЙСТВА

ПЕЧЕЛЯТ или ГУБЯТ ВРЕМЕ И ПАРИ ?

Настоящият обзор не е строго научен, а по скоро е споделяне на 30 годишен натрупан опит от изследвания на различни зарядни режими и зарядни устройства (ЗУ) за оловни тягови акумулаторни батерии (ТАБ) –с цел **облекчена експлоатация и удължен живот**.

Б.Р. Авторът 30 години работи като конструктор и ръководител иновации в завод за ЗУ „VC – CONVERT” и „Балканкар рекорд”.

Защо **стационарните батерии** в енергетиката и телекомуникациите или стартерните в автомобилите **работят по-дълго време** от тяговите в електрокарите ?

Ако пренебрегнем конструктивните различия , най съществената разлика е в **режимите на експлоатация на акумулаторни батерии**:



1 – Разряд ; 2 – Ускорен заряд ; 3 – Подзаряд ; 4 - Отдых

Фиг.1

- При стационарните батерии и UPS системите 98% от живота на батериите преминава в режим на подзаряд с температурна компенсация.

- В автомобилите стартерните батерии са подложени на частичен кратък стартов разряд , ускорен заряд , реверсивен подзаряд и покой в заредено състояние.

- При карите има два варианта на режими на работа:

- Интензивен - По 2 цикъла заряд/разряд в денонощие , 6 дни седмично

Обичайно 1 ден седмично батерията може да се подложи на 24 часов изравнителен заряд.

- Нормален - По 1 цикъла заряд/разряд в денонощие , 5 дни седмично

Обичайно 2 дни седмично батерията не е в експлоатация и може да остане включена към зарядно устройство.

От направената съпоставка по-горе се вижда , че тяговите батерии са подложени на чести цикли пълен разряд-заряд . Производителите на ТАБ батерии им дават живот 1200 ÷ 1500 цикъла , който може да бъде достигнат при строго спазване ред изисквания за обслужване на батерията. Тук няма да обсъждаме безспорните предписания за съхранение , въвеждане в експлоатация и работа с кара, а **принципните различия , предимства и недостатъци на различните зарядни режими и ЗУ** .

За да бъдем точни в изложението , ще въведем някои термини и определения.

Режими	Параметри				
	I_{ct}	U	ρ	C_5	t°
	Ток на батерията [% от C_5]	Напрежение на клемите на елемент [V/ел]	Плътноста на електролита [kg/L] 30°C	Капацитет % C_5 [Ah]	Температура на електролита [°C]
1. Експлоатационни режими				Отдаден	
1.1. Заредено състояние		2,12 ÷ 2,15	1,27 ÷ 1,28		0 до 40°C
1.2. Състояние след 5 часов разряд	$I_{C_5} = 0,2C_5$	1,88 1,7	1,16 1,13	80% 100%	0 до 50°C
1.3. Дълбок разряд	$I \leq I_{C_5}$	< 1,7	< 1,12	100%	0 до 50°C
2. Зарядни режими				Върнат	
2.1. Основен заряд	0,1 ÷ 0,3 C_5	до 2,4	под 1,2	над 80% C_5	до 45°C
2.2. Дозаряд	0,1 ÷ 0,05 C_5	до 2,65	над 1,26	до 120% C_5	до 50°C
2.3. Изравнителен заряд	= 0,05 C_5	до 2,75	над 1,27	над 120% C_5	до 50°C

3. Аварийни режими	Характерни признаци	Причини за възникване	Начин на отстраняване
3.1. Сулфатизация	Рязко занижен капацитет Невъзможност за голям товарен ток Малък начален заряден ток I_0 Бързо достигане напрежение на газоотделяне 2,4V Бурно газоотделяне и загряване на електролита при ускорен и изравнителен заряд Липса на капацитет след признаци на пълна зареденост Ниска плътност $\rho < 1,27\text{g/sm}^3$ в края на заряда Излизане от строя на отделни елементи поради окъсяване между „+“ и „-“ плочи	Системен непълнен заряд Съхранение над 48 часа при разреденост под 50% без последващ заряд Продължително (над 30 дни) съхранение в заредено състояние 100% без изравнителен заряд. В резултат на това се получава защитен филм от трудно разтворим нетокопроводящ оловен сулфат който намалява рязко работната повърхност на акумулаторните пластини.	Заряд с нормиран реверсивен ток Неколкократна смяна на електролита с дестилирана вода, продължителен заряд (48-72 часа) с ток $0,05 \div 0,02C_5$ Цикли заряд-разряд – 5 до 10 бр.
3.2. Презаряд	Намаляване на капацитета поради отпадане (излющване) на активната маса от плочите Намаляване на допустимият максимален ток поради изтъняване на тоководещите пръти (решетки) Излизане от строя на отделни елементи поради прекъсване тоководещата верига на цели плочи Излизане от строя на отделни елементи поради окъсяване от отпаднала активна маса	Продължителен заряд с голям ток над 2,4V/ел Продължителен заряд с ограничен ток над 2,7V/ел Периодичен заряд и изравнителен заряд при непълно разредена батерия без система за отчитане степента на зареденост /ЗУ нисък клас/	Капацитивен тест поотделно на всички елементи и подмяна на тези чиито капацитет е по-малък от 80% C_5 Подмяна на ЗУ с устройство висок клас
3.3. Прегряване	Бурно газоотделяне, загряване над 50°C и изкипяване на електролита	Неправилно подбрано зарядно устройство по напрежение (за високо U_0) Нерегулирано входно напрежение за W-характеристика Неправилно подбрано зарядно устройство по ток (за по-големи Ah на батерията) Неподходящ тип зарядно устройство – без нужната система за отчитане степента на начална зареденост, температура на околната среда и електролита, степента на сулфатизация и др. („евтино устройство“)	Подмяна на зарядното устройство Подмяна на зарядното устройство с такова с по-висока степен на автоматизация и контрол
3.4. Недозаряд след 14 часов заряд	Батерията при 5 часов разряд с I_{C_5} неотдава нужният капацитет $C_5 < 0,8 C_{5nom}$ Понижена мощност на кара	Сулфатизация и евтино ЗУ Повредени елементи от презаряд Липса на електролит (H_2O) Ниска температура по време на заряда с неподходящо ЗУ в зимни условия Ранно изключване автоматиката на ЗУ поради неправилно избран критерий за зареденост от производителя на ЗУ Нерегулирано входно напрежение на ЗУ при W-характеристика Липса на добра връзка между ЗУ и батерия поради прекъснати нагорели или хлабави връзки	Проверка на батерията по елементи с тестер Доливане H_2O Регулировка или подмяна на ЗУ с по-качествено Проверка качеството на връзките батерия-ЗУ

Забележка:

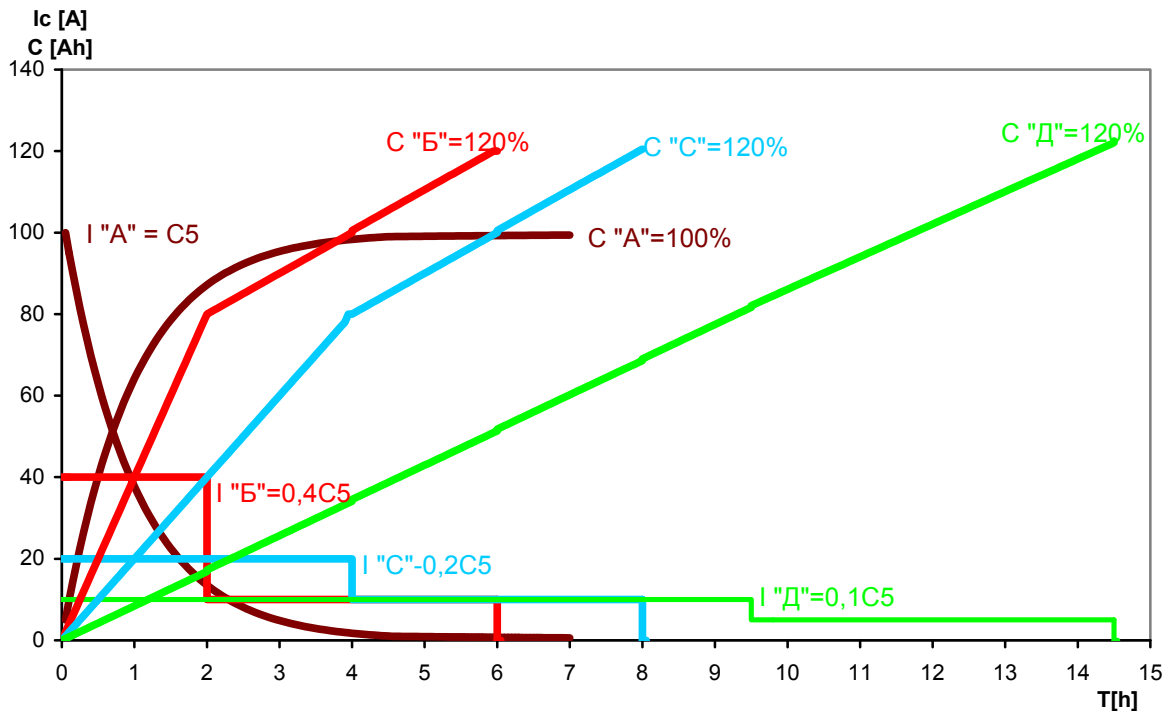
I_{CT} – Ток в амperi изразен чрез отношението $\frac{\text{Капацитет } C_5 [Ah]}{\text{Време } T [h]} = I_{CT}$

Пример: За ТАБ със $C_5 = 100Ah$ $I_{C5} = \frac{100}{5} = 20A$ $I_{C20} = \frac{100}{20} = 5A$

Какво е необходимо за да се зареди батерията?

Ако Вашата ТАБ е с капацитет $C_5=100\text{Ah}$ и е напълно разредена до $1,7\text{V/ел}$ т.е. от нея са изтеглени 100Ah , то изискването към ЗУ е да „върне” в батерията за време от 6 до 14 часа 120Ah

Времезарядни характеристики на ТАБ с примерен капацитет $C_5 = 100\text{Ah}$ в зависимост от зарядния ток I_{cT}



Фиг.2

No	Основен заряд				Форсиран дозаряд				Общо		Крайна зареденост	
	Режим	I [A]	T [h]	U [V/ел]	Отдаден C [Ah]	I [A]	T [h]	U [V/ел]	Отдаден C [Ah]	Отдаден C [Ah]	T [h]	$\frac{C_5}{C_{5ном}}$ [%]
1		≤ 100	>5	2,4	≤ 100	-	-	-	-	100	>5	85 незареден
2		40	2	2,4	80	10	4	2,65	40	120	6	100 зареден
3		20	4	2,4	80	10	4	2,7	40	120	8	100 зареден
4		10	9,5	2,4	95	5	5	2,75	25	120	14,5	100 зареден

Извод: Степента на зареденост не зависи от зарядния ток , а от режима на заряд

Теоретично това е лесно изпълнимо:

Ако напрежението U на ЗУ е стабилизирано на $2,4\text{V/ел}$ (при 20°C) , то при заряд батерията поема толкова ток в А колкото Ah не и достигат.

Според характеристика „А” (Фиг.2) ако за 100Ah батерия зарядното устройство е 100A то би върнало 100Ah за 5 часа, но за 100% са нужни 120Ah .

Характерни особености и проблеми при заряд и поддръжка на оловни ТАБ:

Както посочихме по-горе зарядът до $2,4\text{V/ел}$ е безпроблемен независимо от типът зарядна характеристика А , Б, С или Д. До тук зарядния процес протича по електрохимични закони ,

характерни с високо КПД , без бурно газоотделяне и загряване на електролита . Начинът на преобразуване на мрежовото хранващо напрежение и вида на тока са без значение. Но ТАБ няма да бъде заредена 100% защото необходимите и 120Ah не могат да бъдат върнати при 2,4V/ел.

Какво налага заряд до 120% C₅?

Всяка батерия е съставена от последователно свързани отделни клетки с нееднакъв капацитет. При цикличният режим на експлоатация – разряд-заряд някои клетки са подложени на непълно зареждане - условие за сулфатизация. Това са елементите с фабрично недобре формована активна маса или с по-ниска степен на начална зареденост. Колкото повече цикли , толкова по-голяма става разликата в клетките по зареденост. Незаредените клетки сулфатизират и при последващ заряд тези клетки бързо вдигат напрежение и кипят без да се зареждат с Ah. Те трябва да достигнат добре заредените елементи за да може батерията да отдаде 100% C₅ при добри товарни характеристики. **Това налага заряд над 120% C₅ в рамките на 10-14h .**

Едно от решенията е форсиран дозаряд с нормиран ток. Този процес протича при напрежение над 2,4V .Освен електрохимичен процесът е и физичен –газоотделяне (разлагане на H₂O на H₂ и O) съпроводено с повишаване температурата на електролита поради екзотермичният му характер.

От тук идват и проблемите!

Тъй нареченият електрохимичен потенциал на отделяне на водорода при 20°C е над 2,3V/ел. Той е силно зависим от температурата на електролита – колкото тя е по-висока , толкова по-нисък е електрохимичният потенциал , по-бурно се отделя водород , по-бързо и силно загрява електролита.

Образуваните газови мехурчета се наслояват плътно върху плочите на батерията , намалява работната им повърхност и се увеличава вътрешното съпротивление на батерията. Това води до повишаване общото зарядно напрежение , по-големи загуби на мощност и загряване.

При ползване ЗУ нисък клас с нестабилизирани параметри , ТАБ достига тъй наречената „температурна лавина” при което цялата енергия вкарана от ЗУ се преобразува в топлина.

Крайният резултат от неправилно управляваният процес на дозаряд може да бъде:

1. Разрушаване на батерията от:

- Периодичен презаряд
- Прегряване водещо до изкривяване на акумулаторните плочи и късо съединение помежду им
- Изкипяване на електролита
- Изпаряване на H₂O и повишаване концентрацията на H₂So₄ водеща до сулфатизация и разрушаване плочите на батерията
- Електрохимична корозия на тоководещите пръти в положителните плочи

2. Тежка експлоатация:

- Отделяне на взривоопасни газове и агресивни аерозоли
- Необходимост от квалифициран контрол на зарядния процес .
- Необходимост от водене точен отчет за степента на зареденост на АБ
- Често доливане H₂O

При ЗУ осигуряващи дозаряд със стабилизирани нормирани ток , двата процеса са сходящи и в даден момент (в зависимост от околната температура) те остават в равновесие . Общото напрежение спира да се покачва.

Установяването на константно напрежение и плътност на електролита за определено време се счита сигурен критерий за зареденост.

Това е реализирано при интелигентни зарядни устройства от висок клас с процесорен контролер и стабилизирани параметри. Те осигуряват дълъг живот и комфортна експлоатация на ТАБ .

Пример за устройства от този клас намираме в продуктовата гама на фирмите :

VC-CONVERT, EXIDE, BENNING, CLORIDE, FULMEN, ZAPPI, и др.

За 30години научно изследователска и внедрителска работа аз и моят екип със съдействието на научни специалисти по АБ и ЗУ сме установили зарядни режими и създали устройства удовлетворяващи изискванията за оптимален заряд , дълъг живот и лека поддръжка състоянието на АБ – гамата „**EPKAr**”

Зареждани в тези режими батерии работят вече 11 години и са преминали двукратно указаните от производителя 1500 цикъла.

Какво Ви струва правилния избор на зарядно устройство?

Стойността на ЗУ е на порядък по-ниска от тази на ТАБ , а разликата в цените на висок и нисък клас ЗУ е минимална спрямо цената на батерията. Ниският клас ЗУ съкращава живота и с 20 ÷ 30%. За експлоатационният му период се налага закупуване на още една допълнителна батерия.

Високият клас устройства удължават живота на батерията с минимум 10% с което стават безплатни и Ви спестяват разходите за допълнителна батерия.

Те Ви осигуряват спокойствие и комфорт при експлоатация.

В момента на пазара се предлагат три класа зарядни устройства в зависимост от зарядните характеристики.

1. Зарядни устройства нисък клас с нестабилизирана характеристика

Токът посочен в означенията на токоизправителите е максималният който протича 30 – 40 минути в началото на заряда. Продължителният зареден ток е наполовина от посоченият. Времето за заряд по правило е 12 – 14 часа. **Зарядният процес е силно зависим от мрежовото напрежение .** Когато то е ниско батериите остават недозаредени и сулфатизират , а когато е високо – газоотделят , кипят и се презареждат. Това води до **значително скъсяване живота на ТАБ.**

Необходим е непрекъснат стриктен контрол за регулиране , пренастройка и обслужване от квалифициран персонал.

2. Зарядни устройства среден клас със стабилизирана характеристика с гладък ток I .

Параметрите ток и напрежение са стабилизирани , има режим на форсиран дозаряд с нормиран ток . Времето за заряд е от 6 до 10 часа. Изключването е по време или по друг относителен критерий за зареденост.

Поради температурна зависимост на зарядните параметри , **зимно време е възможно батериите да останат недозаредени , а през лятото да се презаредят .Животът на батериите е близък до предписания от производителя при условие , че квалифициран персонал следи степента на зареденост и ги включва на заряд.**

3. Зарядни устройства висок клас с оптимизирана характеристика с пулсиращ реверсивен ток .

Типопредставител - гама „**ЕРКаг**” с мека зарядна характеристика осигуряваща оптимален зареден процес според капацитета и режима на експлоатация на ТАБ. **Допуска заряд по всяко време -ежедневно , без да се отчита степента на зареденост и без развиване капачките на елементите на батериите.**

Адаптивните свойства на зарядното устройство към състоянието на зареденост позволяват батерията **да остане включена към ЗУ неограничено дълго време** (параметрите на подзаряда $I_{ср}$ и $I_{ср}$ са както при стационарните батерии).

Благодарение на **микроциклите заряд/разряд** се извършва **активна десулфатизация и изравняване на клетките по капацитет и степен на зареденост без презаряд.** Така заредена , батерията поддържа максималния си капацитет и зареденост 100% .

Диференцираният контрол на напрежителният градиент осигурява минимално газо-отделяне , не допуска презаряд и температурна лавина . **Икономисва се електроенергия и не се налага често доливане на вода .**

Еднаквостта на клетките гарантира пълното им **симетрично натоварване и добри динамични характеристики на кара през целия разряден цикъл.**

Намаляват ремонтите поради липсата на сулфатизация .

Експлоатацията и поддръжката са изключително облекчени.

Не се изисква квалифициран персонал и време за измерване , контрол и наблюдение.

Животът на батерията превишава предписания от производителя.

Нядвам се с това изложение да съм Ви помогнал да спестите време и пари с правилния избор на ЗУ.

Чакам Вашите отзиви и забележки на vc_convert@abv.bg

С уважение,
Инженер Н. Деветаков