

УСТРОЙСТВО ЗА СТАРТЕРНИ И ТЯГОВИ ИЗПИТАНИЯ НА ОЛОВНИ АКУМУЛАТОРИ

Ангел Гушев

agoushev@vtu.bg

**Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”,
катедра СОТС, ул. “Гео Милев” 158, София 1574,
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: оловни акумулатори, стартерни изпитания, тягови изпитания

Резюме: Направен е анализ на разрядните параметри и характеристики на химическите източници на ток /ХИТ/ в т.ч. и при тежки разрядни режими. Очертани са изискванията към ХИТ при реализация на най-разпространените режими от този вид – разреждане при стартиране на двигатели с вътрешно горене, наречено стартерен разряден режим и разреждане при задвижване на тягови електродвигатели, наречено тягов разряден режим. На тази база са формулирани основните параметри и характеристики на устройство за изследване и изпитване на оловни акумулатори, работещи в такива разрядни режими. Посредством методите и средствата на аналого-цифровата техника е синтезирана функционалната схема на разработваното устройство. Предвидено е то да работи като специализиран, регулируем електрически товар в рамките на едномерна система с автоматично управление и да покрива метрологичните изисквания на стартерни и тягови разрядни режими на оловни акумулатори с токове в диапазон от 6 А до 600 А и напрежения от 3 V до 12V. Проведени са изследвания на реализиран образец, доказващи, че устройството за стартерни и тягови изпитания на оловни акумулатори е тестер, притежаващ високи метрологични показатели, надеждност и производителност. Това го прави подходящ за оборудване на заводски и изследователски лаборатории, решаващи както текущи проблеми при производството на оловните акумулатори, така и проблеми на изследователската и развойна дейност в тази област.

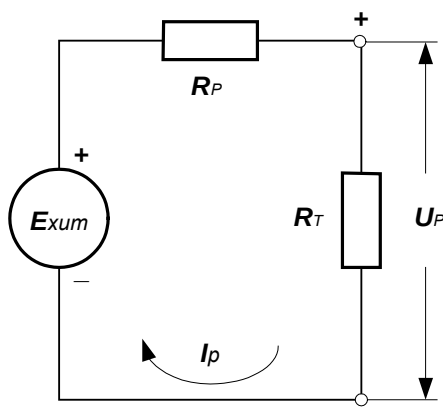
2. ВЪВЕДЕНИЕ, ПОСТАНОВКА

Известно е [1], че ХИТ са източници на електрическа енергия, чието вътрешно съпротивление в режим на разреждане R_p (фиг. 1) се състои от две части и това е отразено в зависимостта

$$(1) R_p = r_o + r_{пп},$$

където r_o е омическото съпротивление на ХИТ (т.е. то зависи от силата на разрядния ток I_p), а $r_{пп}$ е неговото поляризационно съпротивление на разряд. Поляризационното съпротивление на разряд $r_{пп}$, както е отбелязано в израза

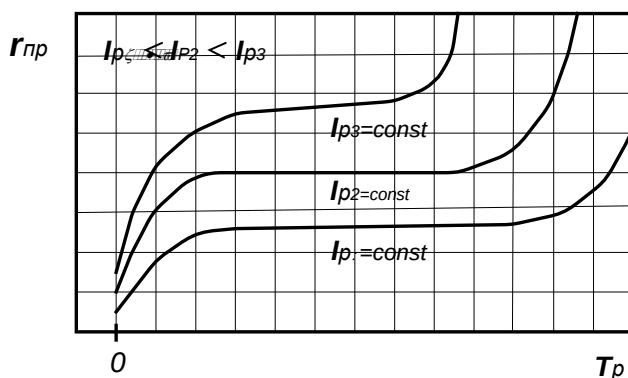
$$(2) r_{пп} = f(I_p, T_p),$$



Фиг. 1. Режим на разреждане на ХИТ, където:

$E_{ХИТ}$ е електродвижещо напрежение;
 R_P – вътрешно съпротивление на ХИТ при разряд;
 I_P – разряден ток;
 R_T – електрически товар;
 U_P – разрядно напрежение.

зависи от силата на разрядния ток I_P и от времето на разреждане T_P . Тези зависимости са съществени и това е показано на фиг. 2.

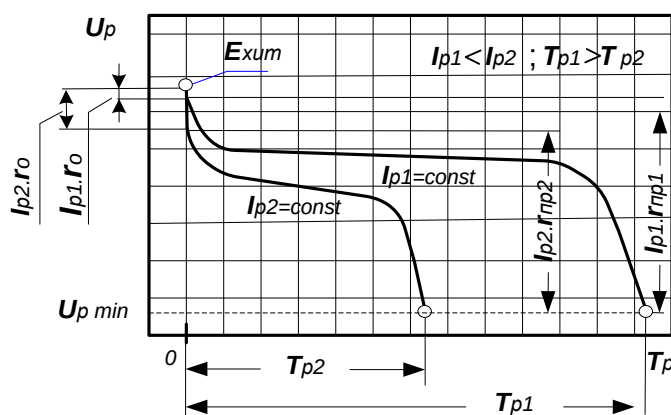


Фиг. 2. Зависимости на поляризационното съпротивление на разряд r_{PP}

На тази база за разрядното напрежение U_P (фиг. 1) следва израза

$$(3) \quad U_P = E_{ХИТ} - I_P \cdot r_O - I_P \cdot r_{PP}.$$

Уравнение (3), с отчитане на зависимост (2) и свързаната с нея фиг. 3, показва директно хода на разрядните характеристики $U_{P1,2} = f(I_{P1,2})$, наричани често разрядни поляризационни криви, при две различни стойности на разрядния ток I_{P1} и I_{P2} . Разрядните поляризационни криви са ограничени от предварително зададена стойност на минималното разрядното напрежение $U_{P \min}$. Резултатите са показани на фиг. 4 и от техния анализ следва:



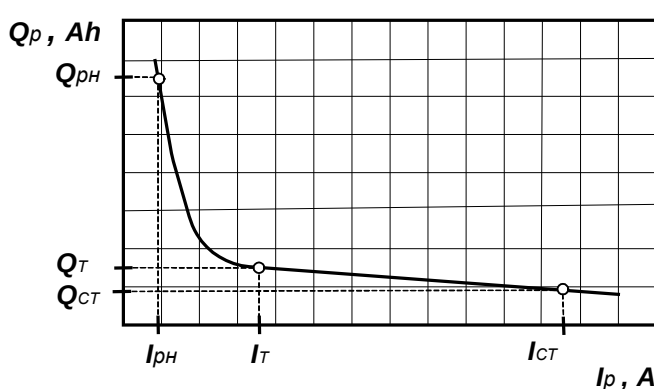
Фиг. 3. Типични разрядни криви при две различни стойности на разрядния ток

Първо, влиянието, което разрядни токове с различни стойности (примерно I_{p1} и I_{p2}), оказват посредством омическото съпротивление r_o , върху разрядната поляризация на XIT , е частично и най-често незначително.

Второ, влиянието, което разрядни токове със същите примерни стойности I_{p1} и I_{p2} , оказват посредством поляризационното съпротивление на разряд r_{np} , върху разрядната поляризация на XIT , е значително и то е определящо за основните разрядни параметри и характеристики на XIT . На първо място това се отнася до разрядния капацитет

$$(4) Q_{Pi} = \int_0^{T_p} I_{Pi}(t) dt,$$

чиято зависимост $Q_{Pi}=f(I_{Pi})$ е показана на (фиг. 4).



Фиг. 4. Зависимост на разрядния капацитет Q_{Pi} от стойността на разрядния ток I_{Pi} , където:

Q_{pH} е номинален разряден капацитет на условен XIT , съответстващ на номиналния му разряден ток I_{pH} ;

Q_T е разрядният капацитет в тягов режим, съответстващ на тягов разряден ток с примерна стойност I_T ;

Q_{CT} е разрядният капацитет в стартерен режим, съответстващ на стартерен разряден ток с примерна стойност I_{CT} ;

Зависимостта $Q_{Pi}=f(I_{Pi})$, показана на фиг. 4, позволява да се оцени определящото влияние на разряден ток с различни стойности I_{Pi} , върху съответната стойност на разрядния капацитет Q_{Pi} , а оттам и върху конкретната продължителност на разрядния процес T_{pi} . Тази оценка налага изводи, които са залегнали в постановката, определяща разработката на обекта на настоящата работа – устройство за тягови и стартерни изпитания на оловни акумулатори, както следва:

1. Устройство за тягови и стартерни изпитания на оловни акумулатори трябва да се разработи като регулируем електрически товар, включен към разреждащ се XIT , на база на автоматизирана система за управление със закон за управление $I_p=const$;

2. Препоръчителната грешка на тази система ε , определена от стръмният участък на зависимостта $Q_{Pi}=f(I_{Pi})$, следва да бъде в диапазона $\varepsilon \leq \pm 0,5\%$.

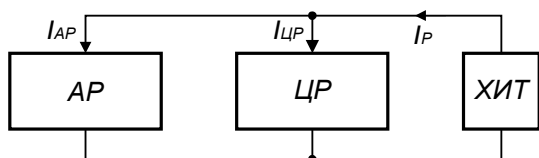
3. За реализация на изискванията за стартерни и тягови изпитания на оловни акумулатори [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] следва да се определят значителни диапазони на работните токове и напрежение (примерно I_p , задаван в диапазона от 6А до 600 А, при разрядни напрежения U_p , изменящи се в диапазона от 3V до 12V).

При тази постановка целта на настоящата работа е да се разработи специализиран тестер за стартерни и тягови изпитания на оловни акумулатори, притежаващ високи метрологични показатели, висока надеждност и производителност, което да го направи предпочитан при оборудване на заводски и изследователски лаборатории, решаващи, както текущи проблеми при производството на оловните акумулатори, така и проблеми на изследователската и развойна дейност в тази област.

2. РЕЗУЛТАТИ, ИЗВОДИ

Анализът, предшестваш синтеза на функционалната схема на устройство за тягови и стартерни изпитания на оловни акумулатори, притежаващо високи метрологични показатели, показва, че поставената цел може да се реализира чрез хибридна аналого-цифрова система с автоматично управление [10], работеща като електрически товар, който нормира всички параметри на разрядния режим на изпитваните ХИТ. На тази база и с прилагане на съвременните методи и средства, характерни за аналоговата и импулсно техника, е извършен поетапен синтез на функционалната схема.

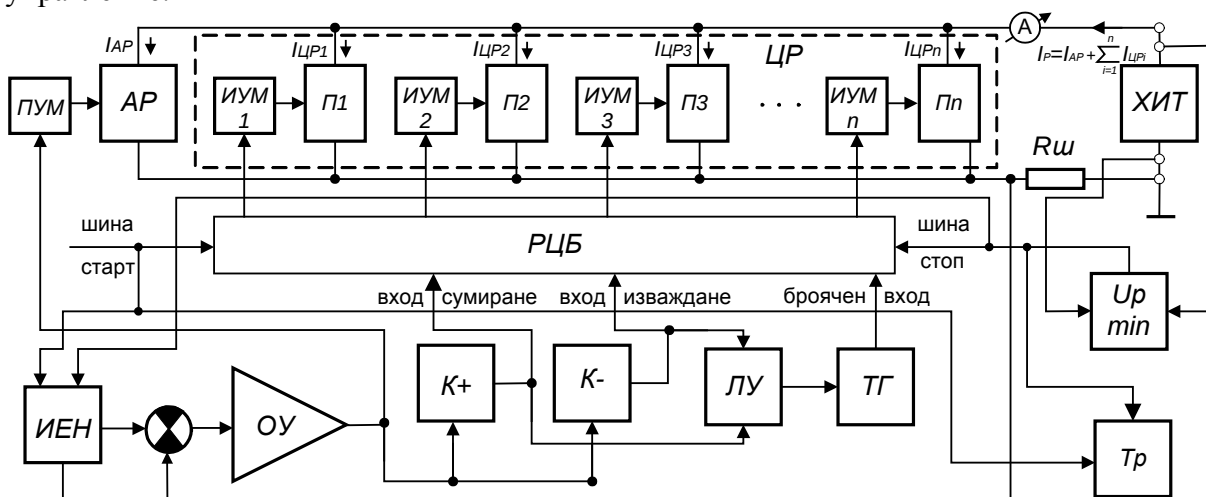
Базисна за пълната функционална схема е структурата на т.н. силова токова верига – веригата, консумираща и директно управляваща разрядния ток I_P на изпитвания ХИТ (фиг. 5). Тя се състои от два регулиращи елемента – аналогов регулиращ елемент – накратко аналогов регулатор /АР/ и цифров регулиращ елемент – накратко цифров регулатор /ЦР/. АР, както показва неговото означение, при подходящо управление плавно (аналогово) изменя своята проводимост, променяйки (управлявайки) плавно част от разрядния ток, означен с I_{AP} . ЦР функционира подобно на цифрово-аналогов преобразувател. Неговата проводимост се изменя стъпално и затова той променя (управлява) стъпално (цифрово) част от разрядния ток, означен с I_{AP} . Това позволява при съвместното действие на АР и ЦР токът $I_P = I_{AP} + I_{ЦР}$ на изпитвания ХИТ да се променя (управлява) плавно, независимо от стъпалното действие на ЦР.



Фиг. 5. Функционална схема на силовата токова верига, където

АР – аналогов регулатор
ЦР – цифров регулатор

На тази база е синтезирана пълната функционална схема (фиг. 6), реализираща съвместната работа на АР и ЦР в рамките на една обща система с автоматично управление.



Фиг. 6. Функционална схема на устройство за тягови и стартерни изпитания на оловни акумулатори където:

ИЕН – регулируем източник на еталонно напрежение, задаващ закона за управление $I_P = \text{const}$;

ОУ – основен усилвател на системата;

ПУМ и АР – предусилвател на мощност и аналогов регулатор, реализиращ аналогово управление ток I_{AP} ;

I_{CP} – цифров регулатор, реализиращ цифрово управление ток $I_P = I_{AP} + \sum_{i=1}^n I_{CPi}$

IUM_{1-n} и II_{1-n} – n броя импулсни усилватели на мощност, управляващи чрез двоичен код n броя проводимости със съответно кодирани стойности на токовете $I_{CP\ 1-n}$;

Система за управление на I_{CP} , състояща се от реверсивен цифров брояч /РЦБ/, компаратор на напрежение, управляващ сумирането /К+/, компаратор, управляващ изваждането /К-/ и логическо устройство /ЛУ/, управляващо тактов генератор /ТГ/;

R_{in} – резистор за отрицателна обратна връзка по ток;

U_{Pmin} – система за измерване и контрол на разрядното напрежение и прекратяване на изпитанието при зададена стойност U_{Pmin} ;

T_P – таймер за измерване на времето T_P .

Изследванията на реализирано устройство установиха следните параметри:

- Сила на разрядния ток – регулируема в диапазон от 6А до 600 А с максимална грешка $\epsilon = \pm 0,2\%$;
- Максимална стойност на разрядното напрежение 12 V;
- Разрядно напрежение – регулируемо с минимална стойност 3V;

Получените резултати показват, че устройството за стартерни и тягови изпитания на оловни акумулатори е тестер, притежаващ високи метрологични показатели, надеждност и производителност. Това го прави подходящ за оборудване на заводски и изследователски лаборатории, решаващи както текущи проблеми при производството на оловните акумулатори, така и проблеми на изследователската и развойна дейност в тази област.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дасоян, М. Химическия източник на ток. Л., Энергия, 2005.
- [2]. БДС EN 50342:2003
- [3]. БДС EN 50342:2001/A3:2011
- [4]. БДС EN 50342-2:2006/A1:2011
- [5]. БДС EN 50342-2:2008
- [6]. БДС EN 50342-4:2009
- [7]. БДС EN 50342-5:2010
- [8] БДС EN 5845:1990
- [9] БДС EN 60254-1:2002
- [10]. Стойнов, З., А. Гушев. Регулатор за постоянен ток, Авторско свидетелство № 20003, НРБ.