

AUTOMATIZED MEASUREMENT OF CONTACT RESISTANCE AND RESISTANCE OF ACTIVE MASS IN LEAD – ACID BATTERY CELLS

Ondřej Linduška, Master Degree Programme (5)
Dept. of Electrotechnology, FEEC, BUT
E-mail: xlindu01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Dr. Petr Křivák

ABSTRACT

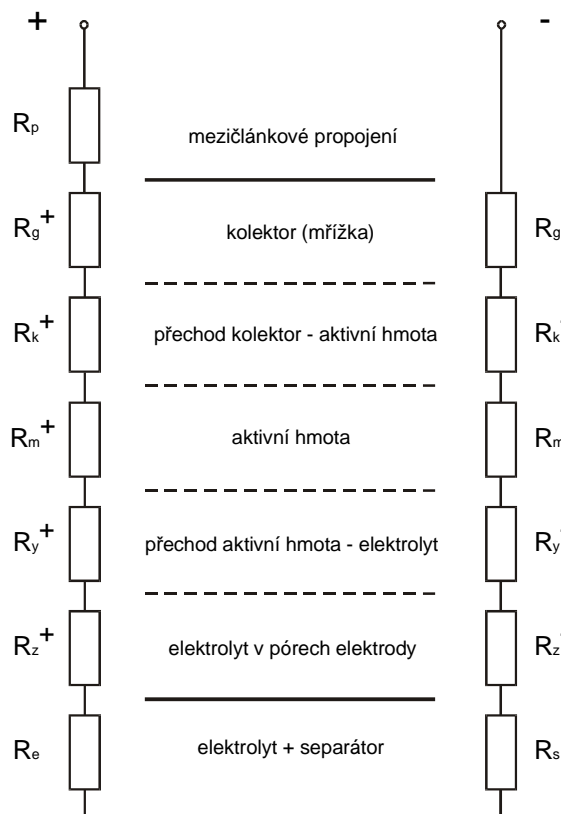
Contact resistance and resistance of active mass are significant components of the total resistance of a lead-acid battery. An important influence have especially at the end of life, when increase value of both components. End of life of the electrodes is indicated by both fall of capacities and especially growth of active mass resistances. For that reason it is important open reliable, accurate and reproducible method of measurement of both these components. Thanks to automatization of measurement with help of PC we can limit work difficulty and mistakes of service staff.

1 ÚVOD

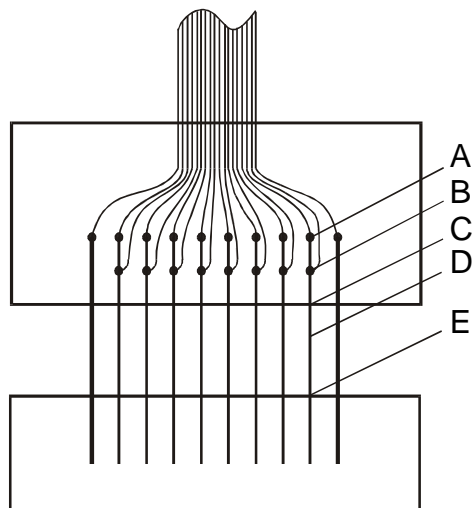
Olověný akumulátor je jedním z významných sekundárních elektrochemických zdrojů elektrické energie. Jedním z důležitých parametrů, ovlivňujících jeho užité vlastnosti je jeho vnitřní odpor, který zahrnuje několik složek – viz obr. 1. Všechny složky vnitřního odporu olověného akumulátoru jsou ohmického charakteru. Vyjimku tvoří odpor rozhraní aktivní hmota – elektrolyt, který má charakter impedance s velkou kapacitní složkou. Kapacita na 1 cm^3 hmoty se pohybuje u záporné aktivní hmoty okolo 0,25 F, u kladné aktivní hmoty dokonce okolo 30 F. Mezi nejvýznamnější složky vnitřního odporu patří odpor rozhraní kolektor-aktivní hmota (kontaktní odpor) a odpor samotné aktivní hmoty, a to zejména kladné elektrody (z důvodu její menší životnosti a většímu odporu v porovnání se zápornou). Model měřící elektrody – viz obr. 2.

2 ROZBOR

Měření kontaktního odporu (R_k) a odporu aktivní hmoty (R_m) experimentálních elektrod bylo plně automatizováno a zpracováno na počítači. Pomocí speciálně vyvinuté rozdílové metody bylo možno měřit jak kontaktní odpor R_k každého měřícího žebra, tak i odpor aktivní hmoty R_m mezi sousedními žebry.



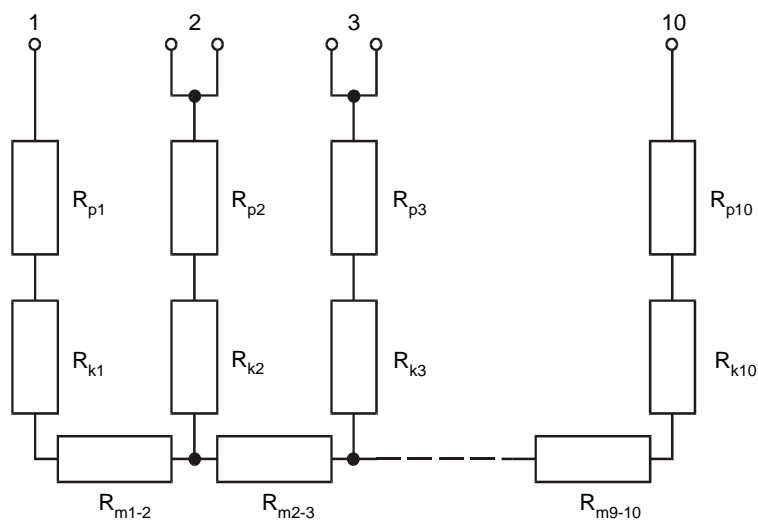
Obr. 1: Složky vnitřního odporu olověného akumulátoru



Obr. 2: Obecné schéma měřicí elektrody s nespojitým systémem rovnoběžných žebér

3 PRINCIP ROZDÍLOVÉ METODY

Při výpočtu R_k a R_m vycházíme z náhradního schématu měřicí elektrody (viz obr. 3).



Obr. 3: Náhradní schéma elektrody s kolektorem s nespojitým systémem rovnoběžných žebér ($R_{m_{i-1-i}}$ – odpor aktivní hmoty mezi sousedními žebry, R_{k_i} – kontaktní odpor i -tého žebra, R_{p_i} – odpor přívodu i -tého žebra)

Nejprve je nutno zjistit odpory přívodů jednotlivých žeber. Podle teoretických výpočtů rozložení proudové hustoty v elektrodové hmotě je hodnota R_{pi} přibližně rovna 1/3 odporu aktivní části žebra (viz. bod D na obr. 5). Tento odpor se zjišťuje čtyřbodovou ohmovou metodou, kdy se proud přivádí jedním pólem na proudový kontakt – bod A a druhý pól je přiveden do bodu E na konci žebra. Úbytek napětí měříme mezi bodem B a body C a mezi bodem B a E. Snímány jsou tedy odpory R_1 (odpovídá odporu úseku B-C) a R_2 (odpovídá odporu úseku B-E), z nich se vypočítá $R_3 (=R_2-R_1)$.

Odpor přívodu daného žebra se vypočítá podle rovnice:

$$R_p = R_1 + \frac{R_3}{3} \quad (1)$$

Pozn.: Odpory přívodů všech žeber se zjišťují ještě před nanesením aktivní hmoty. Po zjištění odporů všech přívodů je možno přikročit k měření R_k a R_m jednotlivých žeber. Každé jednotlivé měření daného žebra probíhá ve třech krocích. Pro měření libovolného žebra i (č. 2 až 8) ve přímém směru \rightarrow je:

1. krok: Měřící proud protéká mezi žebrem i a $i+2$. Napětí U_1 se snímá mezi žebry i a $i+1$. Z náhradního schématu (viz. obr. 7) je možno odvodit rovnici:

$$U_1 = I(R_{pi} + R_{ki} + R_{mi,i+1}), \quad i=2,3,..8 \quad (2)$$

2. krok: Měřící proud stejné velikosti jako v kroku 1. se připojí mezi žebrem $i-1$ a $i+2$. Napětí U_2 se snímá mezi žebry i a $i+1$ a vypočte se podle rovnice:

$$U_2 = IR_{mi,i+1}, \quad i=2,3,..8 \quad (3)$$

3. krok: Měřící proud stejný jako v kroku 1. a 2. zůstává připojen k žebřům $i-1$ a $i+2$. Napětí U_3 se snímá z bočnicku (pro stanovení velikosti měřícího proudu I).

Kontaktní odpor R_k daného žebra se poté vypočte podle rovnice:

$$R_k = \frac{(U_1 - U_2)R_B}{U_3} - R_p \quad (4)$$

kde R_p je odpor přívodu daného žebra a R_B je odpor bočnicku.

Odpor aktivní hmoty R_m je pak vypočten podle rovnice:

$$R_m = \frac{U_2 R_B}{U_3} \quad (5)$$

Měření libovolného žebra č. 9 až 3 v opačném směru \leftarrow je zcela obdobné s tím, že v prvním kroku se proud připojuje k žebřům i a $i-2$ a ve druhém a třetím kroku k žebřům $i+1$ a $i-2$. Napětí U_1 v prvním kroku a U_2 v druhém kroku se snímá z žeber i a $i-1$.

Série tří po sobě jdoucích kroků se opakuje pro každé měření každého žebra, takže měření všech žeber elektrody se skládá celkem z 42 kroků.

4 ZÁVĚR

Celé měření je plně automatizováno a počítačově řízeno. Může být realizováno buď konstantním, předem zvoleným proudem pro měření všech žeber elektrody, nebo proudem automaticky nastavovaným pro jednotlivá měření z hlediska optimální napěťové odezvy, která by neměla přesáhnout 10 mV [1].

LITERATURA

[1] Micka, K., Calábek, M.: Power Sources, 30 (1990) 315