



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

241355
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
G 01 R 29/00

(22) Přihlášeno 09 04 82
(21) (PV 2535-82)

(40) Zveřejněno 22 08 85

(45) Vydáno 15 09 87

(75)

Autor vynálezu

CENEK MIROSLAV RNDr., BRNO; HODINÁŘ VÁCLAV ing., PRAHA

(54) Způsob experimentálního stanovení kapacity nikl-kadmiových akumulátorů s kapsovými elektrodami

1

2

Řeší se problém určení kapacity nikl-kadmiových akumulátorů při jejich nabíjení.

Podstata řešení spočívá v možnosti zjištění kapacity nikl-kadmiových akumulátorů při jejich nabíjení. Při nabíjení Ni-Cd akumulátorů probíhá nejprve účinné nabíjení kadmiové elektrody. Po nabití kadmiové elektrody dojde k prudkému vzrůstu napětí Ni-Cd akumulátoru, jež souvisí s přechodem na neúčinné přebíjení kadmiové elektrody, jež je spojeno s výrazným vývojem vodíku. Kapacita Ni-Cd akumulátorů přitom odpovídá času, kdy hodnocený akumulátor dosáhne hodnoty nabíjecího napětí, jež se pohybuje v rozsahu 1,45 až 1,80 V. Hodnota kapacity měřených Ni-Cd článků se potom určí ze součinu tohoto času a proudu, kterým je akumulátor nabíjen.

Způsob může být použit ke stanovení kapacity všech typů nikl-kadmiových akumulátorů kapsové konstrukce.

Vynález se týká způsobu experimentálního stanovení kapacity nikl-kadmiových akumulátorů s kapsovými elektrodami.

Kapacitou nikl-kadmiových akumulátorů s kapsovými elektrodami, vyjádřenou obvykle v % jmenovité kapacity uváděné výrobcem, rozumíme Ah-kapacitu těchto akumulátorů získanou během kapacitní zkoušky prováděné podle ČSN 354350 ST SEV.

Uživatelé nikl-kadmiových akumulátorů nebo organizace zajišťující v rámci běžných, středních, případně generální oprav zařízení, jež obsahují tyto akumulátory, též kontrolu kapacity akumulátorů, spojenou s výměnou jejich elektrolytů, většinou odlišným způsobem, především s ohledem na určení konce vybíjecí křivky, a z něho vyplývající kapacity hodnocených akumulátorů.

Podle ČSN 364350 ST SEV se určuje kapacita nikl-kadmiových akumulátorů s kapsovými elektrodami ze součinu hodnoty konstantního vybíjecího proudu I a času t odpovídající době, kdy akumulátor dosáhne konečné hodnoty napětí 1,0 V případně i nižší podle velikosti vybíjecího proudu, typu hodnoceného akumulátoru a teploty okolí, při které měření kapacity akumulátorů probíhá.

V průběhu měření kapacity většího počtu sériově zapojených nikl-kadmiových akumulátorů však s ohledem na rychlý pokles napětí hodnocených akumulátorů ke konci vybíjení, tj. od hodnot napětí 1,15 V, ukončuje většina uživatelů kontrolní měření kapacity při dosažení napětí 1,10 V/akumulátor. Hlavním důvodem je zvýšená nestabilita vybíjecího proudu během části vybíjecí křivky a současně obtížnost rychlého provedení požadovaného odpojení těchto akumulátorů, jež dosáhly konečné hodnoty vybíjecího napětí, což vede k výraznému snížení přesnosti stanovení kapacity akumulátorů.

Tyto nepřesnosti by bylo možno částečně odstranit postupným automatickým vypínáním vybíjení akumulátorů, jež dosáhly požadovaného konce vybíjecího napětí, což je však pro většinu uživatelů nikl-kadmiových akumulátorů nerealizovatelné, neboť se takové uvedené zařízení u nás nevyrábí.

Z uvedených důvodů měří většina uživatelů nikl-kadmiových akumulátorů s kapsovými elektrodami jejich kapacitu během praktického provozu v zásadě dvěma způsoby:

buď používají jako konečné vybíjecí napětí pro hodnocení kapacity nikl-kadmiových akumulátorů napětí 1,10 V,

nebo vyhodnocují kapacitu akumulátorů z napětí dosaženého po 3,5 hodinách vybíjení vybíjecím proudem požadované hodnoty, tj. po odevzdání 70 % jmenované kapacity, která je kritériem praktického použití nikl-kadmiových akumulátorů s kapsovými elektrodami.

V obou případech, i když je zajištěna vyšší stabilita vybíjecího proudu během vybíjení většího počtu měřených akumulátorů

s rozdílnou kapacitou, není však odstraněna chyba vzniklá z nutnosti přerušování vybíjení při odpojování akumulátorů, jež dosáhly konečné hodnoty vybíjecího napětí.

Kromě toho neumožňují oba popsané způsoby stanovit přesné hodnoty kapacity měřených akumulátorů nebo akumulátory nejsou vybíjeny až do napětí 1,0 V (případně níže), jak to požaduje ČSN 364350 ST SEV. Tato skutečnost neumožňuje znovusestavení akumulátorové baterie z akumulátorů o shodné kapacitě, které je vždy nutno po provedení zkoušky provést, aby se v dalším průběhu života akumulátorů zabránilo rychlému poklesu kapacity těchto akumulátorů bateriového systému, jež vykazují při kapacitní zkoušce podstatně nižší hodnoty kapacity oproti ostatním akumulátorům tohoto systému.

Výše uvedené nepřesnosti i stávající obtíže u uživatelů odstraňuje způsob experimentálního stanovení kapacity nikl-kadmiových akumulátorů s kapsovými elektrodami podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se nejprve provede vybití nikl-kadmiových akumulátorů do napětí 1,0 V, potom následuje nabíjení měřených akumulátorů daným nabíjecím proudem po dobu, než napětí nikl-kadmiových akumulátorů dosáhne hodnoty 1,45 V až 1,80 V, podle typu akumulátorů, přičemž hodnota kapacity měřených nikl-kadmiových akumulátorů se potom určí jako součin zjištěného času a proudu, kterým je akumulátor nabíjen.

Tento způsob vychází z existence přímého vztahu mezi hodnotou kapacity nikl-kadmiových akumulátorů zjištěnou z vybíjecí křivky po dosažení konečného vybíjecího napětí 1,0 V a hodnotou kapacity zjištěnou při nabíjení tohoto akumulátoru do strmé části nabíjecí křivky, ve které přechází účinné nabíjení těchto akumulátorů na neúčinné nabíjení, jež je spojeno s výrazným vzrůstem napětí činící 200 až 300 mV podle typu akumulátorů a stavu jeho životnosti.

Hodnota kapacity nikl-kadmiových akumulátorů získaná z nabíjecí křivky odpovídá hodnotám nabíjecího napětí, jež se pohybuje v rozsahu 1,50 až 1,73 V a závisí na typu měřeného akumulátoru.

Způsob experimentálního stanovení kapacity nikl-kadmiových akumulátorů z nabíjecí křivky podle vynálezu znamená pro uživatele těchto akumulátorů následující výhody:

přináší výrazné úspory elektrické energie, jež činí 150 % jmenovité kapacity každého z měřených akumulátorů,

vede ke snížení pracnosti kapacitní zkoušky odstraněním 1 cyklu vybití a nabití a dále

vede k zajištění větší stability proudu, a tím i přesnosti kapacitní zkoušky odstraněním přerušování proudu během stávajícího způsobu provádění kapacitní zkoušky v

důsledku nutnosti odpojení článků s ukončenou kapacitní zkouškou při měření celého bateriového systému tvořeného až 50 kusy sériově zapojených akumulátorů.

K zajištění přesnosti stanovení kapacity jednotlivých typů nikl-kadmiových akumulátorů uvedených v níže uvedených příkladech provedení vynálezu bylo použito Ah-čítače vlastní konstrukce, umožňujícího přímé měření dodané a odebrané kapacity měřených akumulátorů v Ah.

Vybíjení všech hodnocených nikl-kadmiových akumulátorů bylo prováděno proudem 0,2 Cs [A], neboť především uživatelé akumulátorů typu KPH (dříve NKS) nemohou splnit stávající ČSN 36 4350 ST SEV použitím vybíjecího proudu 1 C₁ [A] s ohledem na výrazně vyšší náročnost vybíjecího procesu jak z hlediska výše vybíjecího proudu, tak i z hlediska náročnosti celé kapacitní zkoušky ve srovnání s dosud používaným vybíjecím proudem 0,2 Cs [A] používaným v rámci dříve platné ČSN.

Nabíjení těchto akumulátorů bylo prováděno jak proudem 0,2 Cs [A], tak i proudem 0,25 C₁ [A].

S ohledem na zobecnění příslušné hodnoty nabíjecího napětí pro stanovení kapacity daného typu nikl-kadmiového akumulátoru byla hodnota nabíjecího napětí zjišťována v širokém rozsahu stavu životnosti těchto akumulátorů cyklovaných jak podle příslušných ČSN, tak i v provozních podmínkách jejich funkce.

Příklady provedení:

Příklad 1

Nikl-kadmiové akumulátory typu KPH 80 (dříve NKS 80) po průběhu různých počtů cyklů podle ČSN byly podrobeny vyrovnávacím cyklům při nabíjení proudem 0,25 C₁ [A] a vybíjení proudem 0,2 Cs [A] do konečného napětí 1,0 V. Po těchto cyklech následovala vlastní kapacitní zkouška hodnocených akumulátorů, tj. nabíjení proudem 0,2 Cs [A] po dobu 7,5 hodiny, tzn. při dodání 150 % jmenovité kapacity. Následovalo vybíjení těchto akumulátorů proudem 0,2 Cs [A] do konečného napětí 1,0 V.

Příslušné nabíjecí a vybíjecí křivky pro oba typy nabíjecích režimů jsou pro jeden z hodnocených akumulátorů typu KPH 80 uvedeny na obr. 1.

Vybíjecí kapacity hodnocených akumulátorů spolu s odpovídajícími hodnotami nabíjecího napětí jsou uvedeny v tabulce č. 1. V tabulce č. 2 jsou uvedeny chyby vzniklé při měření kapacity hodnocených akumulátorů současným způsobem používaným u jejich uživatelů při vybíjení do 1,10 V spolu s uvedením chyby při zjištění kapacity těchto akumulátorů použitím námi navrhovaného způsobu jejího stanovení z nabíjecí křivky.

Tabulka č. 1

akumulátor typ	číslo	cyklus podle ČSN	nabíjecí proud 0,2 Cs [A]	
			kapacita při vybíjení [Ah]	odpovídající nabíjecí napětí [V]
KPH 80	2 630	936	84,7	1,62
KPH 80	831	936	82,3	1,62
KPH 80	371	936	83,9	1,62
KPH 80	371	3	97,6	1,62
KPH 80	1 112	3	98,4	1,62
KPH 80	1 489	436	93,6	1,62
KPH 80	2 630	537	92,0	1,62
KPH 80	průměr	—	—	1,62

Tabulka č. 2

typ akumulátoru	chyby měření			
	a	stávající způsoby b	c	% C _j
KPH 80	+12,5	-2,2	-5,0	+12,5 - 7,2

a — chyba vzniklá při vybíjení akumulátorů pouze do 1,10 V

b — chyba vzniklá nestabilitou proudu

c — chyba vzniklá přerušováním proudu při vybíjení např. 50 akumulátorů vlivem postupného odpojování článků s konečným vybíjením (čas potřebný k odpojení 1 akumulátoru včetně opětovného zapojení vybíjení — 15 sec)

Příklad 2

Nikl-kadmiové akumulátory typu KPH 80 (dříve NKS 80) po průběhu různých počtů cyklů podle ČSN byly podrobeny vyrovnávacím cyklům při nabíjení proudem 0,25 C₄ [A] a vybíjení proudem 0,2 C₅ [A] do konečného napětí 1,0 V. Po těchto cyklech následovala vlastní kapacitní zkouška hodnocených akumulátorů, tj. nabíjení proudem 0,25 C₄ [A] po dobu 6 hodin, tzn. při dodání 150 % jmenovité kapacity. Následovalo vybíjení těchto akumulátorů proudem 0,2 C₅ [A] do konečného napětí 1,0 V.

Příslušné nabíjecí a vybíjecí křivky pro

oba typy nabíjecích režimů jsou pro jeden z hodnocených akumulátorů typu KPH 80 uvedeny na obr. 1.

Vybíjecí kapacity hodnocených akumulátorů spolu s odpovídajícími hodnotami nabíjecího napětí jsou uvedeny v tabulce č. 3. V tabulce č. 4 jsou uvedeny chyby vzniklé při měření kapacity hodnocených akumulátorů současným způsobem používaným u jejich uživatelů při vybíjení do 1,10 V spolu s uvedením chyby při zjištění kapacity těchto akumulátorů použitím námi navrhovaného způsobu jejího stanovení z nabíjecí křivky.

Tabulka č. 3

akumulátor typ	číslo	Cyklus podle ČSN	Nabíjecí proud 0,25 C ₄ [A]	
			kapacita při vybíjení [Ah]	odpovídající nabíjecí napětí [V]
KPH 80	2 630	937	81,5	1,69
KPH 80	831	937	81,0	1,69
KPH 80	371	937	82,4	1,68
KPH 80	371	3	—	—
KPH 80	1 112	3	—	—
KPH 80	1 489	436	—	—
KPH 80	2 630	537	—	—
KPH 80	průměr	—	—	—

Tabulka č. 4

typ akumulátoru	chyby měření			Σ [% C _j]	nový způsob nabíjení 0,25 C ₄ [A]
	a	stávající způsoby b	c		
KPH 80	+12,5	-2,2	-5,0	+12,5 - 7,2	±2,1/0,01 V

a — chyba vzniklá při vybíjení akumulátorů pouze do 1,10 V

b — chyba vzniklá nestabilitou proudu

c — chyba vzniklá přerušováním proudu při vybíjení např. 50 akumulátorů vlivem postupného odpojování článků s ukončeným vybíjením (čas potřebný k odpojení i akumulátoru včetně opětovného zapojení vybíjení — 15 sec)

Příklad 3

Nikl-kadmiové akumulátory typu KPM 160 (dříve NKT 160) po 2 až 5 letém provozu v akumulátorových vozících byly podrobeny vyrovnávacím cyklům při vybíjení proudem 0,2 C₅ [A] do konečného vybíjecího napětí 1,0 V. Po těchto cyklech byly akumulátory podrobeny nabíjení proudem 0,2 C₅ [A] po dobu 7,5 hodiny, tj. dodáním 150 % jmenovité kapacity. Následovalo vybíjení těchto akumulátorů proudem 0,2 C₅ [A] do konečného napětí 1,0 V.

Příslušné nabíjecí a vybíjecí křivky pro oba typy nabíjecích režimů jsou pro jeden z hodnocených akumulátorů KPM 160 uvedeny na obr. 2.

Vybíjecí kapacity hodnocených akumulátorů spolu s odpovídající hodnotou nabíjecího napětí jsou uvedeny v tabulce č. 5. V tabulce č. 6 jsou uvedeny chyby vzniklé při měření hodnocených akumulátorů současnými způsoby, používanými u jejich uživatelů současně s uvedením chyby stanovení kapacity těchto akumulátorů navrhovaným způsobem z nabíjecí křivky.

Tabulka č. 5

akumulátor typ	číslo	doba provozu	nabíjecí proud 0,2 Cs [A]	
			kapacita při vybíjení [Ah]	odpovídající nabíjecí napětí [V]
KPM 160	29297	2 roky	139,4	1,67
KPM 160	26540	2 roky	142,6	1,68
KPM 160	32855	5 roků	110,5	1,68
KPM 160	26355	3. cyklus	173,9	1,65
KPM 160	24261	3. cyklus	160,0	1,65
KPM 160	22559	3. cyklus	164,3	1,66
KPM 160	28398	3. cyklus	162,7	1,68
KPM 160	průměr			1,67

Tabulka č. 6

typ akumulátoru	chyby měření			Σ [% C]	nový způsob nabíjení 0,2 Cs [A]
	a	stávající způsoby b	c		
KPM 160	+4,2	+0,8	-5,0	+5,0 -5,0	+1,9/0,01 [V]

a — chyba vzniklá při vybíjení akumulátorů pouze do 1,10 V

b — chyba vzniklá nestabilitou proudu

c — chyba vzniklá přerušováním proudu při vybíjení např. 50 akumulátorů vlivem postupného odpojování článků s ukončeným vybíjením (čas potřebný k odpojení 1 akumulátoru včetně opětovného zapojení vybíjení — 15 sec).

Příklad 4

Nikl-kadmiové akumulátory typu KPM 160 (dříve NKT 160) po 2 až 5 letech provozu v akumulátorových vozících byly podrobeny vyrovnávacím cyklům při vybíjení proudem 0,2 Cs [A] do konečného vybíjecího napětí 1,0 V. Po těchto cyklech byly akumulátory podrobeny nabíjení proudem 0,25 C₁ [A] po dobu 6 hodin, tj. dodáním 150 % jmenovité kapacity. Následovalo vybíjení těchto akumulátorů proudem 0,2 Cs [A] do konečného napětí 1,0 V.

Příslušné nabíjecí a vybíjecí křivky pro oba typy nabíjecích režimů jsou pro jeden z hodnocených akumulátorů KPM 160 uvedeny na obr. 2.

Vybíjecí kapacity hodnocených akumulátorů spolu s odpovídající hodnotou nabíjecího napětí jsou uvedeny v tabulce č. 7. V tabulce č. 8 jsou uvedeny chyby vzniklé při měření hodnocených akumulátorů současnými způsoby, používanými u jejich uživatelů současně s uvedením chyby stanovení kapacity těchto akumulátorů navrhovaným způsobem z nabíjecí křivky.

Tabulka č. 7

akumulátor typ	číslo	doba provozu	nabíjecí proud 0,25 C ₁ [A]	
			kapacita při vybíjení [Ah]	odpovídající nabíjecí napětí [V]
KPM 160	29297	2 roky	137,1	1,69
KPM 160	26540	2 roky	142,6	1,70
KPM 160	32855	5 let	106,3	1,71
KPM 160	26355	3. cyklus	—	—
KPM 160	24261	3. cyklus	—	—
KPM 160	22559	3. cyklus	—	—
KPM 160	28398	3. cyklus	—	—
KPM 160	průměr			1,70

Tabulka č. 8

typ akumulátoru	chyby měření stávající způsoby			Σ [% Cj]	nový způsob nabíjení 0,25 C ₄ [A]
	a	b	c		
KPM 160	+4,2	+0,8	-5,0	+5,0 -5,0	$\pm 1,78/0,10$ V

a — chyba vzniklá při vybíjení akumulátoru pouze do 1,10 V

b — chyba vzniklá nestabilitou proudu

c — chyba vzniklá přerušováním proudu při měření 50 akumulátorů vlivem postupného odpojování článků s ukončeným vybíjením (čas potřebný k odpojení 1 akumulátoru včetně opětovného zapojení vybíjení — 15 sec).

Příklad 5

Nikl-kadmiové akumulátory typu KPL 118 (dříve NKO 118) po 3/4 letém provozu jako nouzové zdroje osvětlení obytných domů byly podrobeny vyrovnávacím cyklům při nabíjení proudem 0,25 C₄ [A] a vybíjení proudem 0,2 C₅ [A] do konečného vybíjecího napětí 1,0 V. Po těchto cyklech byly akumulátory podrobeny vlastní kapacitní zkoušce, tj. nabíjeny proudem 0,2 C₅ [A] po dobu 7,5 hodiny při dodání 150 % jmenovité kapacity. Následovalo vybíjení těchto akumulátorů proudem 0,2 C₅ [A] do konečného napětí 1,0 V/akumulátor.

Príslušné nabíjecí a vybíjecí křivky pro oba typy nabíjecích režimů jsou pro jeden z hodnocených akumulátorů typu KPL 118 uvedeny na obr. 3.

Vybíjecí kapacity hodnocených akumulátorů spolu s odpovídajícími hodnotami nabíjecích napětí všech měřených akumulátorů jsou uvedeny v tabulce č. 9. V tabulce č. 10 jsou uvedeny chyby vzniklé při měření kapacity hodnocených akumulátorů současnými způsoby používanými u jejich uživatelů a zároveň jsou i uvedeny chyby zjištění kapacity těchto akumulátorů vzniklé při použití námi navrhovaného způsobu jejího stanovení z nabíjecí křivky.

Tabulka č. 9

typ akumulátor	číslo	nabíjecí proud 0,2 C ₅ [A]	
		kapacita při vybíjení [Ah]	odpovídající nabíjecí napětí [V]
KPL 118	3515	114,4	1,69
KPL 118	3566	119,4	1,70
KPL 118	3604	123,6	1,71
KPL 118	průměr		1,70

Tabulka č. 10

typ akumulátoru	chyby měření stávající způsoby			Σ [% Cj]	nový způsob nabíjení 0,2 C ₅ [A]
	a	b	c		
KPL 118	+3,4	-1,9	-5,0	+3,4 -6,9	$\pm 3,8/0,01$

a — chyba vzniklá při vybíjení akumulátoru pouze do 1,10 V

b — chyba vzniklá nestabilitou proudu

c — chyba vzniklá přerušováním proudu při měření 50 akumulátorů vlivem postupného odpojování článků s ukončeným nabíjením (čas potřebný k odpojení 1 akumulátoru včetně opětovného zapojení vybíjení — 15 sec).

Příklad 6

Nikl-kadmiové akumulátory typu KPL 118 (dříve NKO 118) po 3/4 letém provozu jako nouzové zdroje osvětlení obytných domů byly podrobeny vyrovnávacím cyklům při nabíjení proudem 0,25 C₄ [A] a vybíjení proudem 0,2 C₅ [A] do konečného vybíjecího napětí 1,0 V. Po těchto cyklech byly akumulátory podrobeny vlastní kapacitní zkoušce, tj. nabíjení proudem 0,25 C₄ [A] po dobu 6 hodin, tj. při dodání 150 % jmenovité kapacity. Následovalo vybíjení těchto akumulátorů proudem 0,2 C₅ [A] do konečného napětí 1,0 V.

Příslušné nabíjecí a vybíjecí křivky pro oba typy nabíjecích režimů jsou pro jeden z hodnocených akumulátorů typu KPL 118 uvedeny na obr. 3.

Vybíjecí kapacity akumulátorů spolu s odpovídajícími hodnotami nabíjecích napětí všech měřených akumulátorů jsou uvedeny v tabulce č. 11. V tabulce č. 12 jsou uvedeny chyby vzniklé při měření kapacity hodnocených akumulátorů současnými způsoby používanými u jejich uživatelů a zároveň jsou uvedeny chyby zjištění kapacity těchto akumulátorů vzniklé při použití námi navrhaného způsobu jejího stanovení z nabíjecí křivky.

Tabulka č. 11

typ	akumulátor číslo	nabíjecí proud 0,25 C ₄ [A]	
		kapacita při vybíjení [Ah]	odpovídající nabíjecí napětí [V]
KPL 118	3515	111,5	1,74
KPL 118	3566	115,2	1,72
KPL 118	3604	117,7	1,73
KPL 118	průměr		1,73

Tabulka č. 12

typ akumulátoru	chyby měření				nový způsob nabíjení 0,25 C ₄ [A]
	a	stávající způsoby b	c	Σ [% C _j]	
KPL 118	+3,4	-1,9	-5,0	+3,4 -6,9	±3,1/0,01 V

a — chyba vzniklá při vybíjení akumulátoru pouze do 1,10 V

b — chyba vzniklá nestabilitou proudu

c — chyba vzniklá přerušováním proudu při měření 50 akumulátorů vlivem postupného odpojování článků s ukončeným vybíjením (čas potřebný k odpojení 1 akumulátoru včetně opětovného zapojení vybíjení — sec).

Příklad 7

Nikl-kadmiové akumulátory typu KPL 60 (dříve NKN 60) po různých počtech cyklů podle ČSN 36 4350 ST SEV byly podrobeny vyrovnávacím cyklům při nabíjení proudem 0,25 C₄ [A] a vybíjení proudem 0,2 C₅ [A] do konečného vybíjecího napětí 1,0 V. Po těchto cyklech byly tyto akumulátory podrobeny nabíjení proudem 0,2 C₅ [A] po dobu 7,5 hodiny, tj. dodáním 150 % jmenovité kapacity. Následovalo vybíjení těchto akumulátorů proudem 0,2 C₅ [A] do konečného napětí 1,0 V.

Příslušné nabíjecí a vybíjecí křivky pro oba typy nabíjecích režimů jsou pro jeden z hodnocených akumulátorů KPL 60 uvedeny na obr. 4.

Vybíjecí kapacity hodnocených akumulá-

torů spolu s odpovídající hodnotou nabíjecího napětí jsou uvedeny v tabulce č. 13. V tabulce č. 14 jsou uvedeny chyby vzniklé při měření kapacity hodnocených akumulátorů současnými způsoby používanými u jejich uživatelů současně s uvedením chyby kapacity těchto akumulátorů použitím námi navrhaného způsobu jejího stanovení z nabíjecí křivky.

Z uvedených výsledků je zřejmé, že i po 1 440 cyklech, tj. po třikrát vyšší životnosti Ni-Cd akumulátorů typu KPL 60, než požaduje příslušná ČSN dosahují akumulátory, které již nesplňují požadovanou jmenovitou kapacitu podle ČSN shodných hodnot nabíjecího napětí odpovídajícího jejich kapacitě při vybíjení jako na počátku své životnosti.

Tabulka č. 13

akumulátor typ	číslo	cyklus	nabíjecí proud 0,2 Cs [A]	
			kapacita při vybíjení [Ah]	odpovídající nabíjecí napětí [V]
KPL 60	15496	1 440 a 1 441	25,1	1,55
KPL 60	14612	1 440 a 1 441	29,8	1,57
KPL 60	16177	1 440 a 1 441	36,9	1,56
KPL 60	15496	3	66,0	1,55
KPL 60	14612	3	61,2	1,57
KPL 60	16177	3	62,4	1,56
KPL 60	15496	593	56,8	1,55
KPL 60	14612	593	55,6	1,57
KPL 60	16177	593	53,6	1,57
KPL 60	průměr			1,56

Tabulka č. 14

typ akumulátoru	chyby měření			Δ [% C]	nový způsob nabíjení 0,2 Cs [A]
	a	stávající způsoby b	c		
KPL 60	+4,2	-0,7	-5,0	+4,2 -5,7	$\pm 1,0/0,01$ [V]

a — chyba vzniklá při vybíjení akumulátorů pouze do 1,10 V

b — chyba vzniklá nestabilitou proudu

c — chyba vzniklá přerušováním proudu při vybíjení např. 50 akumulátorů vlivem postupného odpojování akumulátorů s ukončeným vybíjením (čas potřebný k odpojení 1 akumulátoru včetně opětovného zapojení vybíjení — 15 sec).

Příklad 8

Nikl-kadmiové akumulátory typu KPL 60 (dříve NKN 60) po různých počtech cyklů při nabíjení proudem 0,25 C₄ [A] a vybíjení proudem 0,2 C₅ [A] do konečného vybíjecího napětí 1,0 V. Po těchto cyklech byly tyto akumulátory podrobeny nabíjení proudem 0,2 C₅ [A] po dobu 6 hodin, tj. dodáním 150 % jmenovité kapacity. Následovalo vybíjení těchto akumulátorů proudem 0,2 C₅ [A] do konečného napětí 1,0 V.

Příslušné nabíjecí a vybíjecí křivky pro oba typy nabíjecích režimů jsou pro jeden z hodnocených akumulátorů KPL 60 uvedeny na obr. 4.

Vybíjecí kapacity hodnocených akumulá-

torů spolu s odpovídající hodnotou nabíjecího napětí jsou uvedeny v tabulce č. 15. V tabulce č. 16 jsou uvedeny chyby vzniklé při měření kapacity hodnocených akumulátorů současnými způsoby používanými u jejich uživatelů současně s uvedením chyby stanovení těchto akumulátorů použitím námi navrhovaného způsobu jejího stanovení z nabíjecí křivky.

Z uvedených výsledků je zřejmé, že i po 1 440 cyklech, tj. po třikrát vyšší životnosti Ni-Cd akumulátorů typu KPL 60, než požaduje příslušná ČSN, dosahují tyto akumulátory, které již nesplňují požadovanou jmenovitou kapacitu podle ČSN, shodných hodnot nabíjecího napětí odpovídajícího jejich kapacitě při vybíjení jako na počátku své životnosti.

Tabulka č. 15

akumulátor typ	číslo	cyklus	nabíjecí proud 0,25 C ₄ [A]	
			kapacita při vybíjení [Ah]	odpovídající nabíjecí napětí [V]
KPL 60	15496	1 440 a 1 441	24,8	1,58
KPL 60	14612	1 440 a 1 441	29,5	1,60
KPL 60	16177	1 440 a 1 441	36,4	1,59
KPL 60	15496	3	—	—
KPL 60	14612	3	—	—
KPL 60	16177	3	—	—
KPL 60	15496	593	—	—
KPL 60	14612	593	—	—
KPL 60	16177	593	—	—
KPL 60	průměr			1,59

Tabulka č. 16

typ akumulátoru	chyby měření			Δ [% C]	nový způsob nabíjení 0,25 C ₄ [A]
	a	stávající způsoby b	c		
KPL 60	+4,2	-0,7	-5,0	+4,2 -5,7	$\pm 0,7/0,01$ V

a — chyba vzniklá při vybíjení akumulátorů pouze do 1,10 V

b — chyba vzniklá nestabilitou proudu

c — chyba vzniklá přerušováním proudu při vybíjení např. 50 akumulátorů vlivem postupného odpojování článků s ukončeným vybíjením (čas potřebný k odpojení 1 akumulátoru včetně opětovného zapojení vybíjení — 15 sec).

Způsob stanovení kapacity Ni-Cd akumulátorů podle uvedeného patentu je možno použít k určení kapacity Ni-Cd akumulátorů u řady uživatelů, jakými jsou železniční opravny a strojovny, dílny pro opravu mechanismů a jednotlivé železniční stanice

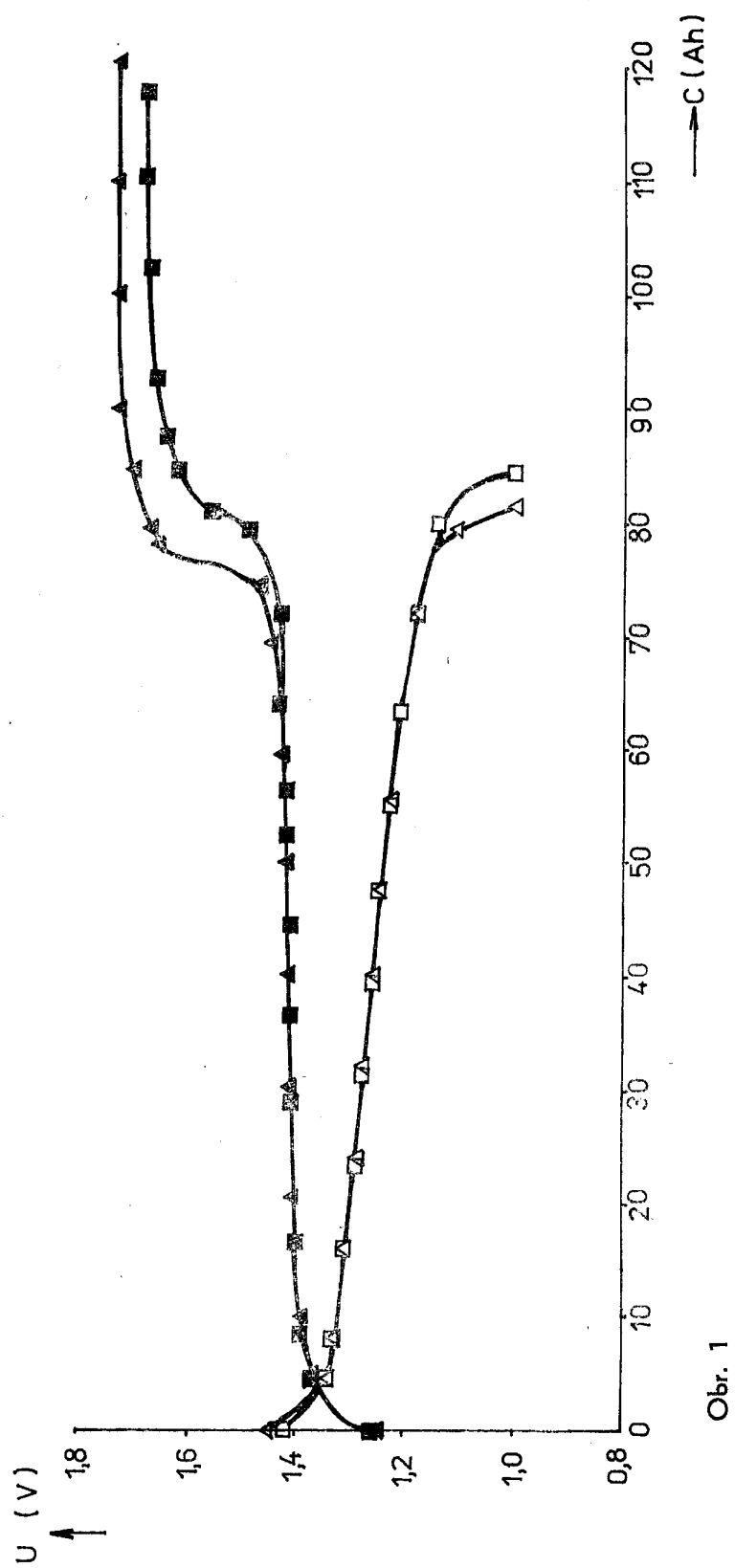
v oblasti železniční dopravy, dopravní podniky jednotlivých míst v oblasti městské dopravy, jednotlivé závody s vnitropodnikovou dopravou, podniky místního hospodářství a další.

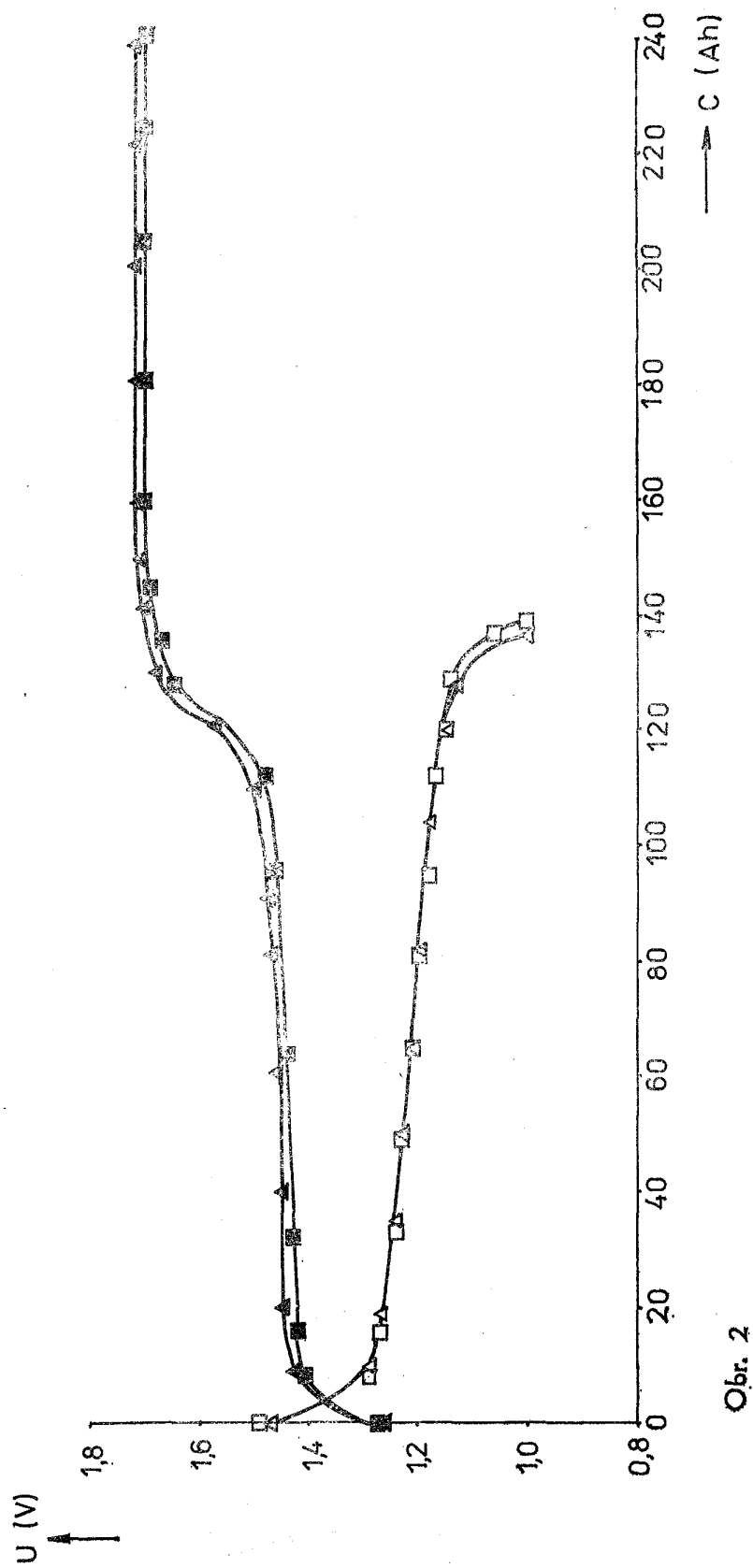
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

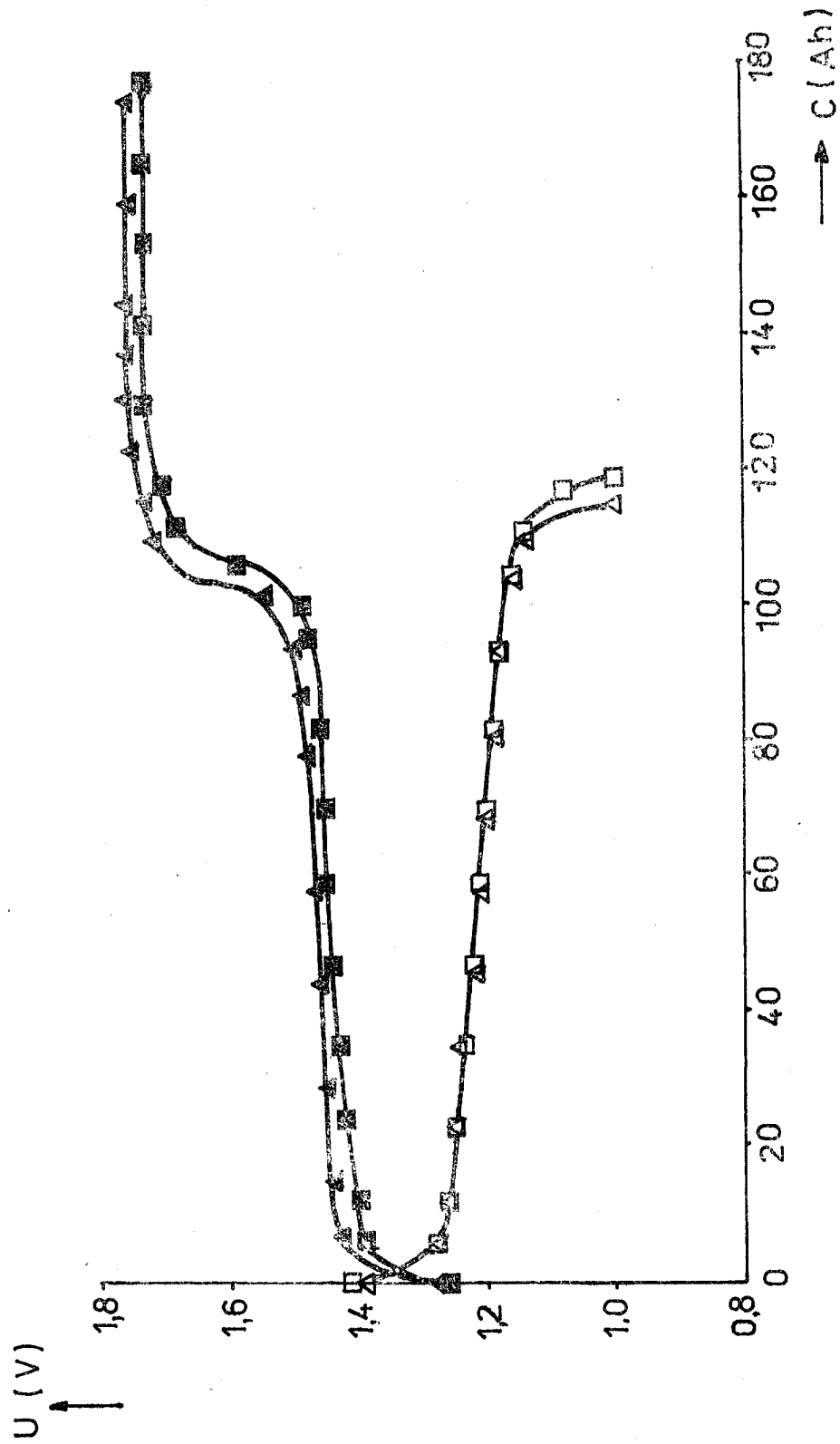
Způsob experimentálního stanovení kapacity nikl-kadmiových akumulátorů s kapsovými elektrodami, vyznačující se tím, že se nejprve provede vybití nikl-kadmiových akumulátorů do napětí 1,0 V, potom následuje nabíjení měřených akumulátorů daným nabíjecím proudem po dobu, než napětí

nikl-kadmiových akumulátorů dosáhne hodnoty 1,45 V až 1,80 V, podle typu akumulátorů, přičemž hodnota kapacity měřených nikl-kadmiových akumulátorů se potom určí jako součin zjištěného času a proudu, kterým je akumulátor nabíjen.

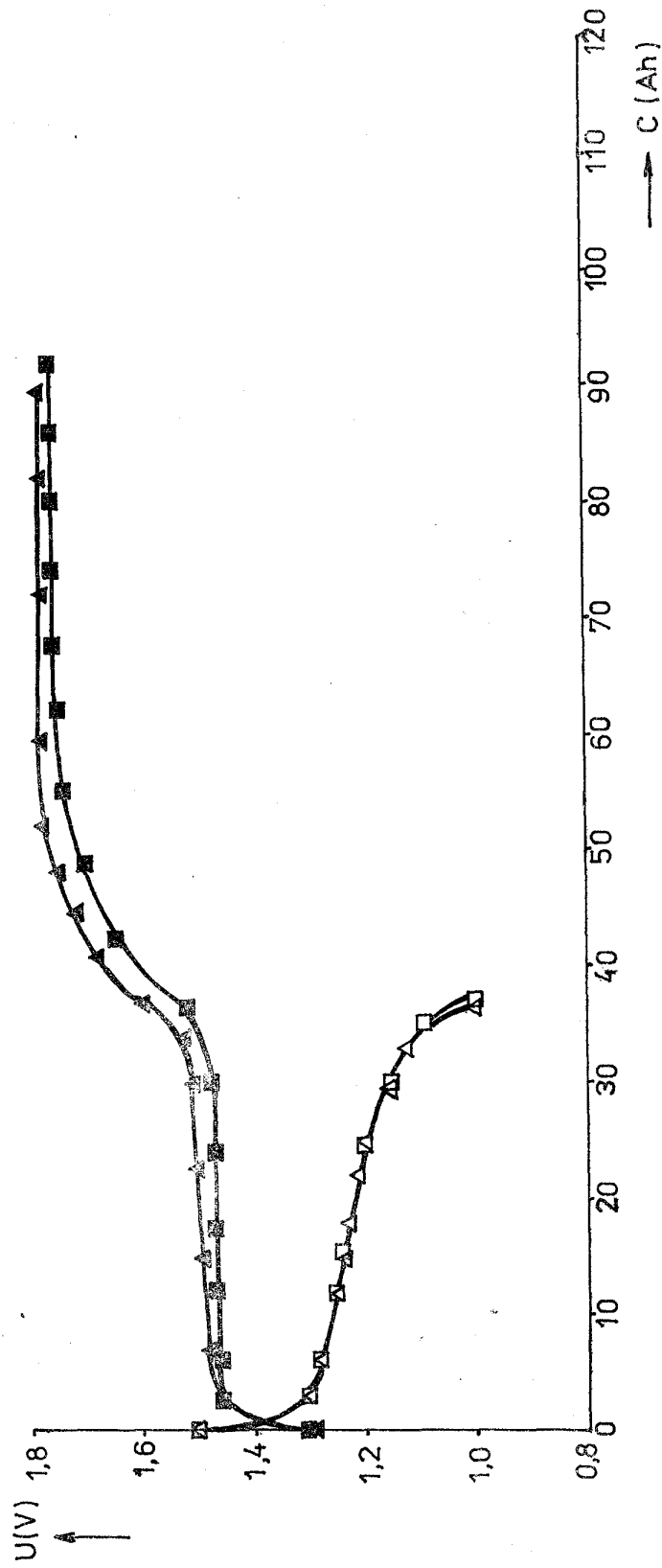
4 listy výkresů







Obr. 3



Obr. 4