

POPIS REŽIMŮ NABÍJENÍ PRO NÍZKOÚDRŽBOVÉ MODULY STM

STM 5-100 MRE

1. ZÁKLADNÍ PARAMETRY

1.1. Úvod

Vzhledem k charakteristice nízkoúdržbových modulů (navržených pro doplňování pouze při pravidelné údržbě vozidla) jejich elektrochemické chování neumožňuje detekci prahu napětí na konci první fáze nabíjení konstantním proudem nebo výkonem, zejména pro teploty nad 30 °C.

Navíc, i když je výraznější než u zaplavených modulů STM, kolísání teploty na konci první fáze nabíjení konstantním proudem nebo výkonem není dostatečně vysoké, aby se tím dalo optimalizovat řízení nabíjení.

S ohledem na to byl vyvinut režim nabíjení, který integruje prahovou hodnotu vypínacího nabíjecího napětí s kompenzací teploty, pilotní Ah metr (pilotmetr) a měření teploty modulů.

1.2. Popis různých typů nabíjení

Používá se pět různých typů nabíjení:

Inicializační nabíjení

Provádí se během uvedení baterie do provozu technikem v servisu pomocí externího příkazu nepřístupného uživateli.

Normální nabíjení

Umožňuje uživateli nabíjet baterie doma.

Vyrovnávací nabíjení

Používá se k vyrovnaní baterií a snížení rozptylu kapacity a napětí. Toto nabíjení má vyšší koeficient nabíjení než normální nabíjení. Provádí se pravidelně a automaticky podle specifických kritérií vozidla.

Údržbové nabíjení

Provádí se během údržby. Baterie se plně nabije a doplní se elektrolyt. Provádí ji technik servisu pomocí externího příkazu nepřístupného uživateli.

Rychlonabíjení

Provádí se na rychlonabíjecí stanici, která umožňuje, aby byla zcela vybitá baterie nabita na 75% za 30 minut. Nejedná se o úplné nabití.

Přednabíjení (pro typy nabíjení normální, vyrovnávací a údržbové)

Při zahájení nabíjení zcela nebo hluboce vybitých uskladněných baterií by mohlo dojít ke zvýšení napětí, které může překročit práh vypínacího nabíjecího napětí, ke kterému dochází na konci nabíjení konstantním proudem nebo výkonem a tím by se předčasně zastavilo nabíjení. Aby tento problém nenastal, tak se před zahájením nabíjení nejprve spustí přednabíjecí proces, který automaticky sníží proud na časově omezené kritérium. V případě potřeby se toto přednabití provádí před normálním, vyrovnávacím nebo údržbovým nabíjením.

2. Popis způsobu nabíjení

2.1. Kritéria ukončení nabíjení

Metody řízení nabíjení se dělí na:

- 1) detekci teplotně kompenzovaného prahového napětí ve formě bilineární funkce
- 2) ampérhodinometr nabíjení a vybíjení, který bere v úvahu samovybíjení baterie (pilotmetr), simulující detekci prahu napětí a umožňuje řízení nabíjení při jakékoli teplotě

Kritéria se vztahují k různým typům použitého nabíjení.

Je použit také specifický čítač ampérhodin, ve kterém se kumuluje přebíhá kapacita, aby se určilo, kdy je třeba doplnit elektrolyt v modulech. Po doplnění všech bateriových modulů musí být tento čítač nastaven na nulu.

2.2. Operace pilotmetru

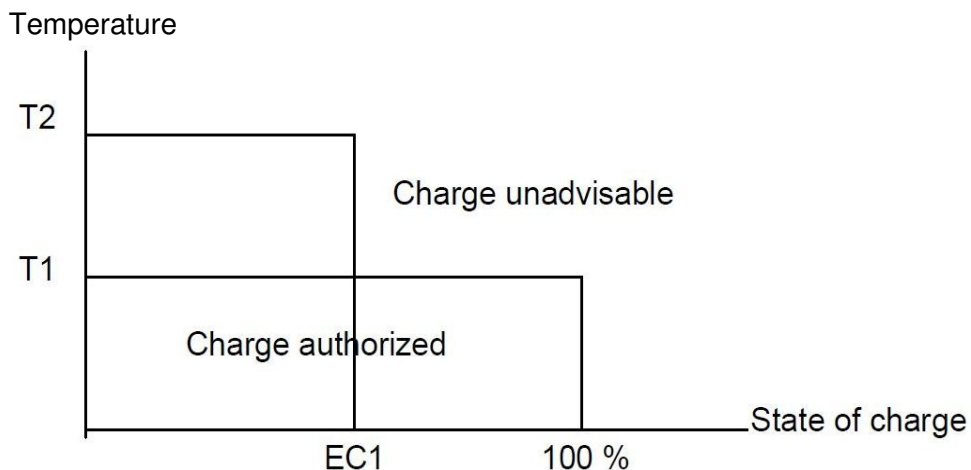
- Při plném nabití se pilotmetr resetuje na nulu.
- Když je baterie neaktivní, pilotmetr zvyšuje kapacitu samovybíjení (výpočtem z parametrů modelu).
- Během vybíjení pilotmetr zvyšuje měřenou vybitou kapacitu.
- Během nabíjení pilotmetr snižuje měřenou vybitou kapacitu. Pilotmetr nepočítá pod nulu.
- Pilotmetr je nastaven na nulu na konci nabíjení konstantním proudem nebo výkonem, když je dosaženo jednoho z kritérií ukončení nabíjení (prahová hodnota napětí nebo hodnota pilotmetru).

2.3. Řízení teploty během nabíjení

2.3.1. Normální, údržbové a vyrovňovací nabíjení

Nabíjení lze použít pouze v případech uvedených v následujících grafech.

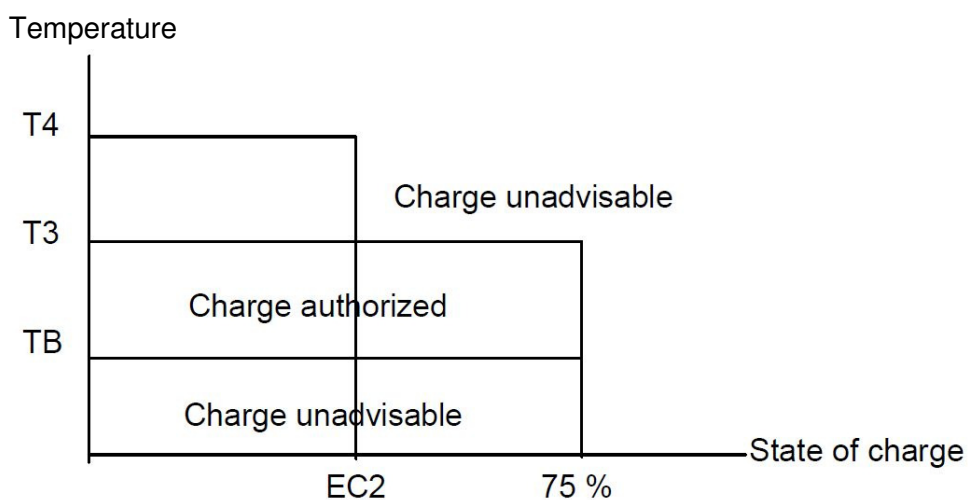
Pozn.: Stav nabití je dán měřidlem.



Povolená hodnota teploty $T1 + 40\text{ °C}$ nesmí být považována za hodnotu pro systematické zahájení nabíjení. Skutečná teplota modulu kolem $+30\text{ °C}$ se důrazně doporučuje, aby byla zaručena životnost a výkon baterie.

2.3.2. Rychlonabíjení

Toto nabíjení smí být použito pouze v případech uvedených v následujícím grafu:



Pokud teplota během nabíjení překročí tyto limity, musí být nabíjení přerušeno a znovu spuštěno, pouze pokud teplota klesne na povolenou teplotu rychlého nabíjení.

2.4. **Podrobný popis různých typů nabíjení**

2.4.1. **Přednabíjení**

U plně vybitých baterií, které byly nějakou dobu skladovány, vznikne na začátku nabíjení nárůst napětí, který může způsobit překročení práhu vypínacího napětí konstantní proudové nebo výkonové fáze a přepnutí do fáze přebíjení, a tím předčasné ukončení nabíjení bez obnovení plného nabití kapacity baterií. Před nabíjením se automaticky spustí nízký proud na omezený čas, aby se tomuto problému zabránilo.

Před zahájením normálního, vyrovnávacího nebo údržbového nabíjení je třeba zkontrolovat napětí baterie. Pokud je nižší než prahová hodnota UP, provede se přednabíjení proudem I2 během DP a poté se zahájí požadované nabíjení.

Pokud napětí zůstane po přednabití nižší než UP, musí se zobrazit indikace vady baterie.

2.4.2. **Inicializační nabíjení**

Toto nabíjení se provádí k inicializaci baterií před uvedením vozidla do provozu. Po tomto nabíjení musí být pilotmetr vynulován a doplní se elektrolyt v bateriích.

Používá se nabíjení konstantním proudem.

2.4.2.1. **Fáze konstantního proudu (I)**

Jedná se o nabíjení I2 v trvání DI a dále:

maximální počáteční teplota modulu T5

maximální teplota modulu během nabíjení je T6.

2.4.2.2. **Fáze doplňování elektrolytu**

Tato druhá fáze je optimalizována pro dolévání modulů. Zahrnuje proudové pulzy I2 (trvajících DM minut každých DR minut, celkově po dobu maximálně 72 hodin). Dolévání modulů však může začít nejdříve 30 minut po ukončení první fáze. Během této druhé fáze musí být dolévání modulů ukončeno do 72 hodin. Po doplnění modulů se toto nabíjení ukončí.

Stav měřičů na konci nabíjení

Na konci této fáze se pilotmetr vynuluje. Po doplnění elektrolytu se čítač ampérhodin, měřící kumulaci kapacity přebití, rovněž vynuluje.

2.4.3. **Normální a vyrovnávací nabíjení**

Nabíjecí profil je (I nebo P) - I1.

2.4.3.1. **Fáze konstantní proud (I) nebo konstantní výkon (P)**

Detekce konce fáze

- pomocí teplotně kompenzovaného prahového napětí

práh $U_e = f(T, L1, L2)$ jako bilineární funkce

pro $T > T_R$: $U_e = U_o + L1 * (T - T_R)$

kde T je skutečná teplota modulu

pro $T < T_R$: $U_e = U_o + L2 * (T - T_R)$

nebo

- pomocí hodnoty pilotního měřiče (VP1)

Splnění jedné z těchto dvou podmínek ukončí fázi I nebo P.

Stav pilotmetru na konci fáze I nebo P

Pilotmetr je resetován na nulu na konci fáze I nebo P.

Ochrana

maximální doba (t_1)

Pokud je toto kritérium splněno, nabíjení se zastaví, pilotmetr se resetuje na nulu a měřič údržby se zvýší o jednu nastavenou přeplněnou kapacitu (VS1). V tomto případě musí být zobrazena indikace «závada systému».

2.4.3.2. **Fáze přebíjení konstantním proudem (fáze I1)**

2.4.3.2.1. **Normální nabíjení**

Toto je fáze přebíjení konstantním proudem I1. Její trvání je funkcí nabité kapacity fáze nabíjení konstantním proudem nebo výkonem a musí respektovat hodnotu koeficientu přebíjení K_1 :

$$K_1 = \frac{\text{nabitá kapacita Fáze I1}}{\text{nabitá kapacita Fáze I nebo P}} \times 100$$

Stav měřičů na konci nabíjení:

Během této fáze se pilotmetr vynuluje.

Měřič ampérhodin, určený pro kumulaci přeplněné kapacity, se zvýší o naměřenou přeplněnou kapacitu.

Ochrana:

Maximální doba (t_2)

Je-li dosaženo maximálního času (t_2), nabíjení se zastaví. V tomto případě musí být zobrazena indikace «závada systému».

2.4.3.2.2. Vyrovňovací nabíjení

Jde o fázi konstantního proudu I_1 s nastavenou dobou trvání DE bez ohledu na nabitou kapacitu fáze I nebo P.

Stav měřičů na konci fáze:

Během této fáze zůstává pilotmetr na nule.

Měřič ampérhodin, určený pro kumulaci přeplněné kapacity, se navýší o naměřenou přeplněnou kapacitu.

2.4.4. Údržbové nabíjení

Profil nabíjení je (I nebo P) - typ I2.

Po tomto nabití se doplní elektrolyt.

2.4.4.1. Fáze konstantního proudu (I) nebo konstantního výkonu (P)

Detekce konce nabíjení

- pomocí teplotně kompenzovaného prahového napětí
práh $U_e = f(T, L_1, L_2)$ jako bilineární funkce

nebo

- pomocí hodnoty pilotmetru (VP_1)

Splněním jedné z těchto dvou podmínek skončí fáze I nebo P.

Stav pilotmetru na konci fáze P

Pilotmetr je resetován na nulu na konci fáze I nebo P.

Ochrana

maximální doba nabíjení (t_1)

Pokud je dosaženo maximální doby nabíjení (t_1), je nabíjení zastaveno, pilotmetr je resetován na nulu a měřič údržby se zvyšuje o jednu nastavenou přeplněnou kapacitu (VS_1).

V tomto případě musí být zobrazena indikace «závada systému».

2.4.4.2. **Fáze přebíjení konstantním proudem (I2)**

Toto je fáze nabíjení konstantním proudem I2 s nastavenou dobou trvání DEN bez ohledu na nabitou kapacitu fáze I nebo P.

2.4.4.3. **Fáze doplňování elektrolytu**

Tato druhá fáze je optimalizována pro dolévání modulů. Zahrnuje proudové pulzy I2 (trvajících DM minut každých DR minut, celkově po dobu maximálně 72 hodin). Dolévání modulů však může začít nejdříve 30 minut po ukončení první fáze. Během této druhé fáze musí být dolévání modulů ukončeno do 72 hodin. Po doplnění modulů se toto nabíjení ukončí.

Stav měřičů na konci fáze:

Na konci této fáze se pilotmetr vynuluje.

Po doplnění elektrolytu se ampérmetr, měřící kumulaci přeplněné kapacity, resetuje na nulu.

2.4.5. **Rychlonabíjení**

Fáze nabíjení: maximální proud IMCR

Detekce konce nabíjení

- pomocí prahového napětí U_{cr} korigovaného podle teploty a hodnoty proudu (ICR)

$U_{cr} = f(T, L3, L4, I)$ (lineární funkce)

$U_{cr} = U1 + L3 * (T - TCR) + L4 * (I - ICR)$

kde T je skutečná teplota modulu a I je zvolený proud rychlonabíjení

nebo

pomocí hodnoty pilotmetru (VP2)

Ochrana

maximální doba nabíjení (t_3)

Pokud je toto kritérium splněno, nabíjení se zastaví. V tomto případě musí být zobrazena indikace «závada systému».

Stav pilotmetru na konci nabíjení

Pilotmetr není na konci nabíjení resetován na nulu.

2.5. **Zvláštní případy**

2.5.1. **Delší nečinnost vozidla**

Pokud je vozidlo neaktivní delší dobu (více než jeden měsíc), samovybíjení způsobí nesoulad mezi bateriemi. Potom bude obtížné zvládnout nabíjení vozidla.

Z tohoto důvodu musí být prvním dobitím po období nečinnosti vyrovnávací nabíjení, aby se opravil jakýkoli nesoulad mezi pilotním měřidlem a skutečným stavem nabití baterie.

2.5.2. **Oprava na vozidle (změna počítače nebo modulu)**

V tomto případě se informace o hodnotách pilotních měřičů stanou chybnými. Pro opětovné uvedení baterie do provozu musí být provedeno inicializační nabíjení a na konci nabíjení musí být pilotmetr vynulován.

PARAMETRY NABÍJENÍ PRO NÍZKOÚDRŽBOVÉ MODULY STM

STM 5-100 MRE

Všechny parametry nabíjení musí být konfigurovatelné

PARAMETRY	KÓD	JEDNOTKA	HODNOTA
PŘEDNABÍJENÍ			
Podmínka spuštění $U < U_P$	UP	V/modul	6
Nabíjecí proud	I ₂	A	10
Doba nabíjení konstantním proudem	DP	min	10
INICIALIZAČNÍ NABÍJENÍ			
Max. teplota pro spuštění nabíjení	T5	°C	35
Max. teplota během nabíjení	T6	°C	50
Proud nabíjení	I ₂	A	10
Doba nabíjení konstantním proudem	DI	h	15
NORMÁLNÍ, VYROVNÁVACÍ A ÚDRŽBOVÉ NABÍJENÍ			
Max. teplota během nabíjení když je stav nabití < EC1 když je stav nabití > EC1	T2 T1	°C °C	50 40
Stav nabití	EC1	%	40
Vybitá kapacita před vyrovnávacím nabíjením	CDE	Ah	2000
Přebitá kapacita před údržbovým nabíjením	CSE	Ah	1000
FÁZE KONSTANTNÍHO PROUDU NEBO VÝKONU			
Proud při fázi nabíjení konstantním proudem	I	A	20
Výkon při fázi nabíjení konstantním výkonem	P	W/modul	140
Kritéria ukončení nab. konst. proudem nebo výkonem Prahové napětí při TR = 10 °C Teplotní kompenzace napětí - pro T > TR - pro T < TR Hodnota pilotmetru na konci fáze	U0 L1 L2 VP1	V/modul V/°C V/°C Ah	8,15 -0,015 -0,030 0
Ochrana			
Max. doba nabíjení konstant. proudem nebo výkonem	t1	h	6,5
Nastavení přebité kapacity	VS1	Ah	40

PARAMETRY	KÓD	JEDNOTKA	HODNOTA
FÁZE PŘEBÍJENÍ KONSTANTNÍM PROUDEM			
NORMÁLNÍ NABÍJENÍ			
Přebíjecí proud	I1	A	5
Koeficient přebíjení pro normální nabíjení	K1	%	15
Ochrana			
Max. doba nabíjení konstantním proudem I1	t2	h	8
VYROVNÁVACÍ NABÍJENÍ			
Přebíjecí proud	I1	A	5
Doba nabíjení konstantním proudem I1	DE	h	5
ÚDRŽBOVÉ NABÍJENÍ			
Přebíjecí proud	I2	A	10
Doba nabíjení konstantním proudem I2	DEN	h	5
Fáze dolévání elektrolytu			
Doba špičky při I2	DM	min	2
Odpočinek mezi špičkami při I2	DR	min	30
RYCHLONABÍJENÍ			
Min. teplota pro rychlonabíjení	TB	°C	-10
Max. teplota během rychlonabíjení když je stav nabití < EC2 když je stav nabití > EC2	T4	°C	60
	T3	°C	50
Stav nabití	EC2	%	40
Max. proud rychlonabíjení	IMCR	A	150
Kritéria pro ukončení rychlonabíjení			
Napětí pro ukončení rychlonabíjení při TCR a ICR	U1	V/modul	8,00
Referenční teplota	TCR	°C	20
Referenční proud	ICR	A	150
Teplotní kompenzace	L3	V/°C/modul	-0,010
Proudová kompenzace	L4	V/A/modul	0,005
Hodnota pilotmetru při ukončení fáze rychlonabíjení	VP2	Ah	* 75
Ochrana			
Max. doba rychlonabíjení	t3	min	40

* naměřená kapacita