

Obsah

1. Základní pojmy	11
2. Rozdělení chemických zdrojů proudu	17
2.1. Rozdělení podle principu	18
2.1.1. Primární články	18
2.1.2. Sekundární články	19
2.1.3. Palivové články	19
2.2. Rozdělení podle dalších hledisek	21
2.2.1. Články, baterie a jejich spojování	21
2.2.3. Rozdělení podle hlavního použití	22
2.2.4. Dělení podle stupně uzavření článkových nádob	23
2.2.5. Dělení podle systému nabíjení	23
2.2.6. Dělení podle použitého elektrolytu a pracovní teploty	24
3. Olověné (kyselé) akumulátory	25
3.1. Základní elektrochemické reakce	26
3.2. Fyzikální změny probíhající v akumulátorech	28
3.3. Napětí olověného akumulátoru	30
3.3.1. Teoretické hodnoty	30
3.3.2. Hodnoty používané v praxi	31
3.4. Kapacita olověného akumulátoru	32
3.4.1. Vliv vybíjecího proudu	32
3.4.2. Vliv teploty	32
3.5. Účinnost akumulace elektrické energie	33
3.5.1. Ampérhodinová (proudová) účinnost	33
3.5.2. Watthodinová (energetická) účinnost	33
3.6. Specifická charakteristika	34
3.7. Životnost (doba užívání) akumulátorů	34
3.8. Konstrukce olověných akumulátorů	35
3.8.1. Elektrody	36
3.8.1.1. Kladné elektrody	36
3.8.1.2. Záporné elektrody	39
3.8.1.3. Jiné konstrukce elektrod	39
3.8.2. Separátory (oddělovače) elektrod	41
3.8.3. Akumulátorové nádoby	42
3.8.4. Víka článků a monobloků	42
3.8.5. Zátky a ventily	43

3.8.6.	Elektrolyt	47
3.8.7.	Voda pro akumulátory	49
3.8.8.	Akumulátory se zaplavenými elektrodami	50
3.8.9.	Akumulátory řízené ventilem	50
3.9.	Motocyklové akumulátory	51
3.10.	Startovací akumulátory	53
3.10.1.	Klasické konstrukce	54
3.10.2.	Jiné konstrukce startovacích akumulátorů	57
3.10.3.	Nákup nové baterie	57
3.10.4.	Uskladňování suchých baterií	57
3.10.5.	Uvedení baterie do činnosti	57
3.10.6.	Znaky plného nabití baterie	58
3.10.7.	Montáž baterie	58
3.10.8.	Provoz startovacích akumulátorů	58
3.10.9.	Kontrola nabíjení baterie ve vozidle	59
3.10.10.	Vliv teploty na provoz autobaterií	60
3.10.11.	Údržba startovacích baterií	61
3.11.	Dopravní (trakční) akumulátory	62
3.11.1.	Provoz a údržba trakčních akumulátorů	65
3.12.	Staniční akumulátory	69
3.12.1.	Akumulátory s velkopovrchovými kladnými elektrodami	70
3.12.2.	Akumulátory s trubkovými kladnými elektrodami	71
3.12.3.	Akumulátory s mřížkovými kladnými elektrodami typu OGi	73
3.12.4.	Akumulátory s tyčkovými kladnými elektrodami typu Vb	73
3.12.5.	Ventilem řízené staniční akumulátory	73
3.12.6.	Akumulátory pro fotovoltaické a větrné zdroje proudu	75
3.12.7.	Uskladnění staničních akumulátorů	77
3.12.8.	Montáž staničních baterií	79
3.12.9.	Uvádění staničních baterií do činnosti	80
3.13.	Znaky plného nabití olověného akumulátoru	82
3.13.1.	U akumulátorů se zaplavenými elektrodami a v cyklickém provozu	82
3.13.2.	U akumulátorů se zaplavenými elektrodami v provozu trvalého dobíjení	82
3.14.	Provoz olověných akumulátorů	83
3.14.1.	Bateriový provoz	83
3.14.2.	Paralelní provoz	83
3.14.3.	Přepínací provoz	84
3.14.4.	Měnitelný provoz	84
3.15.	Nabíjení a trvalé dobíjení	84
3.15.1.	Nabíjení	84
3.15.2.	Trvalé dobíjení	85
3.15.3.	Nabíjecí charakteristiky	85
3.16.	Údržba olověných akumulátorů	87
3.16.1.	Doplňování akumulátorů vodou	88
3.16.2.	Čištění a konzervace	88
3.17.	Provozní závady olověných akumulátorů	89
3.17.1.	Přebíjení	89
3.17.2.	Nabíjení velkými proudy	89
3.17.3.	Neúplné nabíjení	90
3.17.4.	Hluboké vybití	90

3.17.5.	Sulfatace	90
3.17.6.	Nesprávná hustota elektrolytu	91
3.17.7.	Nesprávná výška hladiny elektrolytu	92
3.17.8.	Vysoké samovybíjení	93
3.17.9.	Přepólování akumulátorů	93
3.17.10.	Zkratky	94
3.17.11.	Vliv vysokých a nízkých teplot	94
3.17.12.	Mechanická poškození	96
3.17.13.	Zkrácení životnosti olověných akumulátorů	97
3.18.	Neutralizace kyseliny a elektrolytu akumulátorů	99
3.19.	Výpočty a měření na olověných akumulátorech	100
3.19.1.	Výpočet baterie podle zadaných parametrů	100
3.19.2.	Stanovení stupně nabití (vybití) olověného akumulátoru	101
3.19.3.	Kapacitní zkoušky akumulátorů	102
3.19.4.	Výpočet vybíjecího odporu pro kapacitní zkoušky	104
3.19.5.	Výpočet zkratového proudu akumulátorů	104
3.19.6.	Výpočet větrání prostor s akumulátory	106
4.	Alkalické akumulátory	111
4.1.	Akumulátory nikl-kadmiové	113
4.1.1.	Základní elektrochemické reakce	114
4.1.2.	Konstrukce elektrod	116
4.1.3.	Separátory (oddělovače) elektrod	120
4.1.4.	Akumulátorové nádoby a nosiče	120
4.1.5.	Zátky a ventily	121
4.1.6.	Pólové vývody a spojky	122
4.1.7.	Příprava elektrolytu	122
4.1.8.	Provoz Ni-Cd akumulátorů uzavřené konstrukce (se zaplavenými elektrodami)	125
4.1.9.	Údržba akumulátorů	133
4.1.10.	Nejčastější závady a jejich odstranění	135
4.1.11.	Porovnání základních vlastností olověných a nikl-kadmiových akumulátorů	137
4.1.12.	Plynotěsné Ni-Cd akumulátory	139
4.2.	Akumulátory nikl-železné	148
4.3.	Akumulátory stříbro-zinkové	149
4.4.	Alkalické primární (burelové) dobíjecí články	153
4.5.	Bezpečnost při práci s alkalickými akumulátory	154
5.	Další druhy akumulátorů	155
5.1.	Systém nikl-hydrid kovu	156
5.1.1.	Konstrukce uzavřených článků Ni-MH	157
5.1.2.	Nabíjecí a vybíjecí charakteristiky	158
5.1.3.	Metody nabíjení	158
5.1.4.	Doporučené teploty pro provozování článků	158
5.1.5.	Obchodně dostupné akumulátory Ni-MH	160
5.2.	Systém nikl-zinek	163
5.2.1.	Problémy článků Ni-Zn	164
5.2.2.	Elektrody	166
5.2.3.	Separace	166
5.2.4.	Elektrolyt	166

5.2.5.	Realizace soustavy Ni-Zn	166
5.3.	Soustava Li-ion	168
5.3.1.	Konstrukce článků	170
5.3.1.1.	Elektrody	170
5.3.1.2.	Separace	171
5.3.1.3.	Elektrolyt	171
5.3.2.	Nabíjecí a vybíjecí charakteristiky článků	171
5.3.3.	Obchodně dostupné baterie	171
5.3.3.1.	Články SAFT	173
5.3.3.2.	Články VARTA	173
5.4.	Soustava vzduch-zinek	174
5.5.	Soustava brom-zinek	174
5.6.	Soustava síra-sodík	174
5.7.	Soustava sodík-chlorid nikelnatý	175
6.	Normy a předpisy	177
6.1.	Technické normy	178
6.2.	Závaznost technických norem	179
6.3.	Posuzování shody	179
6.4.	Ostatní právní předpisy	179
6.5.	Bezpečnost, ochrana zdraví	181
6.6.	Odborná způsobilost v elektrotechnice	182
6.7.	Zacházení s malými elektrochemickými zdroji proudu	182
6.8.	Hledisko ochrany životního prostředí	183
7.	Nabíjení a nabíječe	185
7.1.	Rychlost nabití	186
7.2.	Energetická účinnost	187
7.3.	Korekce nabíjení a teploty	187
7.4.	Nabíjecí charakteristiky	188
7.4.1.	Nabíjení podle charakteristiky I, popř. Ia.	189
7.4.2.	Nabíjení podle charakteristiky W, popř. Wa (obr. 7.3a a 7.3b)	189
7.4.3.	Nabíjení podle charakteristiky WoWa a WoW (obr. 7.4a a 7.4b)	189
7.4.4.	Nabíjení podle charakteristiky U	189
7.4.5.	Nabíjení podle charakteristiky IU nebo WU	190
7.4.6.	Nabíjení podle charakteristiky IUW	191
7.4.7.	Nabíjení podle charakteristiky IUa (obr. 7.5a a 7.5b)	191
7.4.8.	Nabíjení podle charakteristiky IU0U – nabíjení staničních baterií	192
7.5.	Nabíječe a jejich technické vlastnosti	192
7.6.	Rychlé nabíjení	194
7.6.1.	Podstata rychlého nabíjení	194
7.6.2.	Nabíječe pro rychlé nabíjení	195
7.6.3.	Technické a uživatelské vlastnosti řízených rychlonabíječů	198
7.7.	Rychlé nabíjení akumulátorů elektrických vozidel	198
7.7.1.	Specifika napájení pohonu elektrických vozidel	198
7.7.2.	Příznivý vliv rychlého nabíjení na akumulátorové baterie	199
7.8.	Nabíjecí stanice	201
7.9.	Amatérská konstrukce nabíječe	203
7.9.1.	Činnost a konstrukce nabíječe	204

7.9.2.	Několik rad pro stavbu nabíječe	205
7.9.3.	Postup připojení nabíječe	206
7.9.4.	Chyby při nabíjení	207
7.9.5.	Důležitá upozornění	207
8.	Monitorování stavu akumulátorových baterií elektrických vozidel	209
8.1.	Monitorované veličiny	211
8.2.	Stanovení kapacity měřením prošlého náboje	212
8.3.	Stanovení kapacity akumulátoru měřením napětí a korekcí vnitřního odporu	213
8.4.	Sběr dat a digitální komunikace s okolím	215
8.4.1.	Komunikace mezi univerzálním monitorovacím zařízením a PC	216
8.4.2.	Komunikace s inteligentním nabíjecím zařízením	216
8.4.3.	Komunikace s centrálním podnikovým informačním systémem	216
8.5.	Závěr	217
9.	Sběr a recyklace použitých akumulátorů	219
9.1.	Legislativa	220
9.1.1.	Legislativa EU	220
9.1.1.	Legislativa ČR	221
9.2.	Organizace sběru akumulátorů	223
9.2.1.	Organizace sběru olovených akumulátorů v ČR	224
9.2.2.	Organizace sběru průmyslových niklkadmiových akumulátorů v ČR	224
9.2.3.	Organizace sběru přenosných akumulátorů v ČR	225
9.3.	Recyklace akumulátorů	228
9.3.1.	Recyklace olovených akumulátorů	228
9.3.2.	Recyklace průmyslových niklkadmiových akumulátorů	230
9.3.3.	Recyklace přenosných akumulátorů	231
10.	Příklady dlouhodobé aplikace akumulátorů	233
10.1.	Ni-Cd články typu KPH 80 provozované v námořní jachtě NIKÉ II	235
10.1.1.	Provozní podmínky hodnocených Ni-Cd článků	235
10.1.2.	Dosažené výsledky	235
10.2.	Ni-Cd akumulátory typu KPL 48 P v námořní kajutové plachetnici VIKI I	237
10.2.1.	Specifikace plavby a provozu Ni-Cd akumulátorů	237
10.2.2.	Dosažené výsledky	237
10.3.	Provoz soustavy větrná elektrárna – Ni-Cd baterie na Nelsonově ostr. v Antarktidě	238
10.3.1.	Podmínky provozu Ni-Cd akumulátorů	238
10.3.2.	Dosažené výsledky	238
10.4.	Použití Ni-Cd akumulátorů při spouštění dieselařegátu	239
10.5.	Ověření provozu Ni-Cd akumulátorů typu KPM 90 v elektrických vozících určených pro invalidní občany	240
10.5.1.	Provozní podmínky	240
10.5.2.	Dosažené výsledky	241
10.6.	Ni-Cd baterie jako zdroj pro trvalé napájení elektronického zařízení	242
10.6.1.	Provozní podmínky ověřovaných Ni-Cd článků	242
10.6.2.	Dosažené výsledky	242
10.7.	Dlouhodobý provoz Ni-Cd akumulátorových baterií dvoustupých elektrických vozidel	247
10.8.	Příznivý vliv rychlého nabíjení na funkční vlastnosti elektrických vozidel	244