

OBSAH

1. Předmluva	5
2. Úvod	6
2.1 Rozdělení elektrických strojů točivých	6
2.2 Charakteristika jednotlivých druhů elektrických strojů	7
2.2.1 Stejnoseměrné stroje	7
2.3 Některé používané názvy	9
2.3.1 Asynchronní stroje	9
2.3.2 Synchronní stroje	10
2.3.3 Střídavé komutátorové stroje	10
3. Komponenty kluzného kontaktu	12
4. Fyzikální základy	14
4.1 Tření	14
4.1.1 Pohyb kartáče po komutátoru nebo kroužku	15
4.1.2 Závislost součinitele tření na různých činitelích	15
4.1.3 Druhy tření	17
4.2 Patina (komutátorový film)	19
4.2.1 Modifikace struktury a vlastností patiny	20
4.2.2 Tření a obrušování	24
4.3 Průchod proudu kluzným kontaktem	26
4.4 Podstata komutace	28
4.5 Průběh komutace	31
4.6 Reaktanční napětí	35
4.7 Natočení kartáčů a pomocné (komutační) póly	36
4.8 Kontrola komutačních vlastností stroje	40
4.9 Kontrola kvality patiny	43
4.10 Stejnoseměrná kotva v točivém magnetickém poli	47
4.10.1 Komutace střídavého stroje s komutátorem	49
4.10.2 Komutace trojfázového proudu	51
4.11 Reakce kotvy	52
5. Kartáče	53
5.1 Vybraní výrobci kartáčů	54
5.2 Základní druhy kartáčů	54
5.3 Elektrické a mechanické vlastnosti kartáčů	55
5.3.1 Měrný elektrický odpor	55
5.3.2 Přejížděvací úbytek napětí	56
5.3.3 Součinitel tření	59
5.3.4 Tvrdost	59
5.3.5 Proudové zatížení kartáčů	60
5.3.6 Obvodová rychlost	62
5.3.7 Tlak na kartáče	62
5.3.8 Komutační schopnost kartáčů	64
5.3.9 Inovované provedení kartáčů pro stejnosměrné, kroužkové a střídavé komutátorové stroje	68

5.3.10	Příklady praktické aplikace inovovaných kartáčů a jejich provozní vlastnosti	70
5.3.11	Přínosy inovovaných kartáčů	73
5.4	Konstrukce kartáčů	75
5.4.1	Geometrické rozměry kartáčů	76
5.4.2	Geometrické tvary kartáčů	77
5.4.3	Dělený kartáč	77
5.4.4	Kartáče z více vrstev	78
5.4.5	Úprava hlavy kartáče	79
5.4.6	Lanka a kabelová oka	84
5.4.7	Vlastnosti kartáčů pro zvláštní účely	87
6.	Sběrací ústrojí	88
6.1	Konstrukce sběracího ústrojí	88
6.2	Držáky kartáčů	89
6.3	Základní druhy držáků kartáčů	93
6.3.1	Geometrie držáku kartáče	95
6.3.2	Přínosy inovovaného držáku	97
6.4	Studium dynamických vlastností sběracího ústrojí	97
6.5	Přítlačné zařízení	100
6.6	Držáky kartáčů pro střídavé stroje	104
6.7	Povrchová úprava držáků kartáčů	105
6.8	Svěrky	105
6.9	Ostatní části sběracího ústrojí	106
6.10	Nová koncepte sběracího ústrojí elektrického stroje	107
6.10.1	Nevhodné vlastnosti nebo nesprávná volba kartáčů	110
6.10.2	Jiné uspořádání sběracího ústrojí	111
7.	Komutátory a kroužky	114
7.1	Komutátory	114
7.1.1	Kvalita povrchu komutátoru	116
7.1.2	Opracování povrchu komutátoru	122
7.1.3	Komutátor s drážkou a jeho provozní vlastnosti	124
7.1.4	Vliv technologie výroby a montáže na vlastnosti komutátorů	126
7.2	Sběrací kroužky	130
7.2.1	Materiál kroužků	131
7.2.2	Kroužky v provozu	132
7.2.3	Opracování kluzné plochy kroužku	134
8.	Geometrické uspořádání kartáčů	136
8.1	Rozmístění kartáčů po povrchu komutátoru	136
8.2	Úhel mezi osou kartáče a povrchem komutátoru	139
8.3	Vzdálenost krabičky držáku kartáče od povrchu komutátoru	139
8.4	Umístění držáků kartáčů vzhledem k roubíkům	140
9.	Činnost kluzného kontaktu	141
9.1	Proudové zatížení	141
9.2	Paralelní spolupráce kartáčů	141

9.3	Rozdělení proudu po kluzné ploše kartáče.....	144
9.4	Krátkodobé proudové přetížení kartáčů.....	145
9.5	Chování kartáčů při chodu bez proudového zatížení.....	147
9.6	Vliv změn kotevního proudu a konstrukce stroje na komutaci.....	148
9.7	Komutace při pulzujícím proudu kotvy.....	161
9.7.1	Využití tlumícího vinutí ke zlepšení komutace.....	163
9.8	Oteplení kluzného kontaktu.....	168
9.8.1	Rozdělení teploty v kluzném kontaktu.....	169
9.8.2	Vliv teploty kartáčů na komutační schopnost.....	172
9.9	Opotřebení kartáčů, komutátorů a kroužků.....	172
9.9.1	Opotřebení a životnost kartáčů.....	173
9.9.2	Základní pojmy z oblasti opotřebení.....	174
9.9.3	Hodnocení procesu opotřebení kartáčů.....	174
9.9.4	Názory na činitele, ovlivňující opotřebení kartáčů.....	175
9.9.5	Vliv proudového zatížení kartáče.....	176
9.9.6	Materiál kartáčů.....	177
9.9.7	Vliv patiny na komutátoru.....	177
9.9.8	Okolní atmosféra.....	178
9.9.9	Teplota kartáčů.....	179
9.9.10	Vliv přitlačné síly.....	180
9.9.11	Vliv polarit kartáčů.....	181
9.9.12	Vliv pulzací proudu a zvlněného proudu.....	182
9.9.13	Vliv umístění kartáčů na komutátoru.....	182
9.9.14	Mechanické vlivy.....	183
9.9.15	Hodnoty opotřebení kartáčů.....	184
9.9.16	Jiné vlivy.....	185
9.9.17	Předčasné opotřebení kartáčů.....	186
9.9.18	Využitelnost kartáčů.....	187
9.9.19	Opotřebení komutátorů.....	189
9.9.20	Opotřebení kroužků.....	195
10.	Průvodní a poruchové jevy v kluzném kontaktu.....	197
10.1	Vibrace kartáčů.....	197
10.1.1	Vznik vibrací kartáčů.....	198
10.2	Hluk kartáčů.....	200
10.3	Jiskrové a obloukové výboje pod kartáči.....	203
10.4	Kruhový oheň na komutátoru.....	206
10.4.1	Ztráta izolačních vlastností mezilamelového prostoru.....	208
10.4.2	Kruhový oheň jako důsledek jiskrových a obloukových výbojů.....	210
10.4.3	Prostředky k zamezení kruhového ohně.....	211
10.5	Podmínky dobré komutace.....	213
10.6	Nastavení kartáčů do neutrální polohy.....	215
11.	Diagnostika a údržba kluzného kontaktu.....	217
11.1	Technická diagnostika.....	217
11.2	Poruchy a jejich zjišťování.....	218

11.3	Udržovatelnost a údržba.....	218
11.4	Příklad diagnostiky stejnosměrného motoru.....	219
12.	Kartáče na hřídeli střídavých motorů.....	221
12.1	Vznik ložiskových proudů a ochrana proti jejich degrađačním účinkům.....	221
12.2	Paralelní spolupráce kluzného a valivého kontaktu.....	222
12.3	Využití modelování ke studiu a k inovacím kluzného kontaktu.....	226
12.3.1	Modelování třecího uzlu s využitím programu SADYS.....	226
12.3.2	Tvorba a řešení inovačních zadání (TRIZ).....	230
12.3.3	Funkčně nákladová analýza (FNA).....	231
12.3.4	Analýza elektrického stroje s komutátorem.....	233
12.4	Příznaky a důsledky požadavků kladených na kluzný kontakt.....	234
13.	Jištění stejnosměrných strojů proti nadproudům.....	239
13.1	Podmínky pro jištění stejnosměrných strojů.....	239
14.	Měření parametrů komutátoru elektrických strojů klasickou měřicí metodou a na měřicím zařízení.....	241
	Literatura:.....	249