

# OBSAH

<b>PŘEDMLUVA</b>	<b>3</b>
<b>OBSAH</b>	
<b>1 ÚVOD</b>	<b>7</b>
<b>2 LOŽISKA</b>	<b>8</b>
2.1 Rozdělení ložisek	8
2.2 Volba ložiska	12
<b>3 ŽIVOTNOST VALIVÝCH LOŽISEK</b>	<b>14</b>
3.1 Poruchy ložisek	14
3.2 Příčiny opotřebení ložisek	16
3.3 Mechanické vlastnosti	17
3.4 Mazání ložiska	18
3.5 Otáčky a vibrace	22
3.6 Tření	29
3.7 Valivý odpor	29
3.8 Tepelné dynamické děje	29
<b>4 ELEKTRICKÉ STROJE</b>	<b>31</b>
4.1 Rozdělení elektrických strojů točivých	31
4.2 Energetická bilance v elektrických strojích	32
4.3 Napětí indukované ve vinutí a přeměna energie v točivém stroji	32
4.4 Asynchronní stroje	34
4.5 Synchronní stroje	40
4.6 Stejnoseměrné stroje	43
4.7 Střídavé komutátorové stroje	50
<b>5 HŘÍDELOVÁ NAPĚTÍ A LOŽISKOVÉ PROUDY</b>	<b>51</b>
5.1 Příčiny vzniku hřídelových napětí	51
5.2 Obvody ložiskových proudů	55
5.3 Vnější zdroje napětí a proudu	62
5.4 Charakter ložiskových proudů	63
5.5 Elektrický stroj jako zdroj ložiskového napětí a proudu	64
5.6 Vliv napájecího zdroje	69
<b>6 ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI KONTAKTNÍHO STYKU V LOŽISKU</b>	<b>77</b>
6.1 Celkový obvod ložiskových proudů	77
6.2 Náhradní schéma ložiska	77
6.3 Stykový elektrický odpor	80
6.4 Pevnost dielektrika, četnost kovových styků	81
6.5 Kapacita přechodu	88
6.6 Vznik tepla v místě styku průchodem proudu	91
6.7 Magnetické vlastnosti a silové účinky kontaktu ložiska	93
<b>7 EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ VZNIKU LOŽISKOVÝCH PROUDŮ</b>	<b>96</b>
7.1 Vytváření vysokofrekvenčních ložiskových proudů	96
7.2 Ložiskový proud a napětí na ložisku	97
7.3 Vliv teploty na vlastnosti ložiskového uzlu a vznik lož. proudu	99

<b>8</b>	<b>OVĚŘENÍ ZNEHODNOCOVÁNÍ LOŽISKA ELEKTRICKÝM PROUDEM</b>	<b>104</b>
8.1	Ověření vlivu elektrického proudu na stav ložiska	104
8.2	Vliv napájení motorů z frekvenčních měničů	106
8.3	Analýza poškození pomocí metalografického rozboru	108
8.4	Vliv kapacitních výbojů na elektrické vlastnosti ložiska	112
<b>9</b>	<b>DIAGNOSTIKA A MĚŘENÍ LOŽISKOVÝCH NAPĚTÍ A PROUDŮ</b>	<b>116</b>
9.1	Technická diagnostika	116
9.2	Poruchy a jejich zjišťování	117
9.3	Doporučený postup při zjištění příčin poruchy ložiskového uzlu	118
9.4	Měření hřídelových napětí	119
9.5	Měření ložiskových proudů	120
9.6	Příklad diagnostiky stejnosměrného motoru	122
<b>10</b>	<b>PREVENTIVNÍ OPATŘENÍ PROTI VZNIKU LOŽISKOVÝCH PROUDŮ</b>	<b>125</b>
10.1	Současný stav - možnosti zamezení průchodu proudů ložiskem	125
10.2	Úprava ložiskových štítů	126
10.3	Impedance ložiskových uzlů	127
10.4	Kartáče na hřídeli asynchronních motorů - uzemňovací kartáče	142
10.5	Další možnosti zamezení průchodu ložiskových proudů	156
<b>11</b>	<b>ANALÝZY SKUTEČNÝCH PORUCH LOŽISEK</b>	<b>158</b>
11.1	Typy poškození ložisek proudy a mechanickými vlivy	158
11.2	Ukázky poškození ložisek	158
11.3	Poruchy kluzných ložisek	162
11.4	Vznik drážkování (valchy)	163
11.5	Rozbory dalších konkrétních aplikací	165
11.6	Pohon ventilátoru	165
11.7	Pohon trakčního vozu	168
11.8	Poškození ložisek motoru pro pohon čerpadla	169
11.9	Analýza poškození ložisek tramvaje	174
11.10	Asynchronní motor napájený ze sítě sinusovým napětím	179
<b>12</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>183</b>
<b>13</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>185</b>