

Obsah

1	Bezdemontážní diagnostika	1
2	Obecný pohled na diagnostiku elektrických strojů	4
2.1	Diagnostikovaný objekt	4
2.2	Diagnostika on-line a off-line	5
2.2.1	Off-line diagnostika	6
2.2.2	On-line diagnostika	6
2.3	Prognóza stavu diagnostikovaného zařízení	7
	Literatura ke kapitole 2	10
3	Diagnostika mechanických částí VN strojů	11
3.1	Měření vibrací strojů	11
3.1.1	Typy vibrací a vibrodiagnostické veličiny	11
3.1.2	Snímače vibrometrických signálů	13
3.1.3	Analýza vibrometrických signálů	19
3.2	Torzní kmitání hřídelů	26
3.2.1	Příčiny torzního kmitání hřídelů	26
3.2.2	Měření torzního kmitání hřídelů	27
3.3	Měření teploty ložisek a teplotních obrazů elektrických strojů	30
3.3.1	Kontaktní snímače teplot	30
3.3.2	Bezkontaktní snímače teplot	33
	Literatura ke kapitole 3	36
4	Izolační systémy VN elektrických strojů	37
4.1	Elektrické vlastnosti izolantů	37
4.1.1	Elektrická pevnost izolantů	37
4.1.2	Elektrická vodivost izolantů	44
4.1.3	Polarizace izolantů	48
4.1.4	Dielektrické ztráty v izolantech	49
4.2	Typy a vlastnosti izolantů	52
4.2.1	Plynné izolanty	52
4.2.2	Kapalné izolanty	53
4.2.3	Pevné izolanty	55
4.3	Elektrické namáhání izolantů	56
4.3.1	Namáhání deskových izolantů	56
4.3.2	Namáhání válcových izolantů	58
4.4	Degradace vlastností izolačních systémů	59
4.4.1	Mechanické stárnutí	59
4.4.2	Tepelné stárnutí	60
4.4.3	Elektrické stárnutí	62
4.4.4	Kombinované stárnutí	63

Literatura ke kapitole 4	67
5 Měření vlastností izolačních systémů VN elektrických strojů	68
5.1 Měření izolačního proudu a odporu izolačních systémů	68
5.2 Měření kapacity a ztrátového činitele izolačních systémů	69
5.2.1 Měření kapacity a ztrátového činitele Scheringovým můstkem	71
5.2.2 Měření kapacity a ztrátového činitele VN měřiči impedancí	73
5.2.3 Měření frekvenční závislosti kapacity a ztrátového činitele	77
5.3 Měření dielektrické absorpce izolačních systémů	78
Literatura ke kapitole 5	82
6 Částečné výboje v izolačních systémech VN elektrických strojů	84
6.1 Vznik a typy částečných výbojů	84
6.2 Parametry částečných výbojů	86
6.3 Modely částečných výbojů	91
6.3.1 Model vnějších a povrchových částečných výbojů	91
6.3.2 Gemant–Philippův model vnitřních částečných výbojů	92
6.3.3 Böningův model vnitřních částečných výbojů	94
6.4 Působení částečných výbojů na izolační systémy VN strojů	95
6.4.1 Elektro-erozivní účinky částečných výbojů	96
6.4.2 Chemické účinky částečných výbojů	96
6.4.3 Tepelné účinky částečných výbojů	96
Literatura ke kapitole 6	98
7 Měření a detekce částečných výbojů	99
7.1 Elektrické metody měření a detekce částečných výbojů	99
7.1.1 Vlastnosti proudových impulzů částečných výbojů	99
7.1.2 Galvanické metody měření částečných výbojů	100
7.1.3 Měřiče částečných výbojů	106
7.1.4 Nábojová kalibrace	115
7.1.5 Měření částečných výbojů proudovými transformátory	117
7.1.6 Měření částečných výbojů induktivními sondami	118
7.1.7 Měření částečných výbojů kapacitními sondami	121
7.2 Neelektrické metody detekce částečných výbojů	123
7.2.1 Ultrazvuková detekce částečných výbojů	123
7.2.2 Vysokofrekvenční detekce částečných výbojů	126
7.2.3 Optická detekce částečných výbojů	129
7.2.4 Chemická detekce částečných výbojů	129
Literatura ke kapitole 7	132

8	Napěťové zkoušky VN elektrických strojů	133
8.1	Napěťové zkoušky stejnosměrným napětím	133
8.2	Napěťové zkoušky střídavým napětím	133
8.3	Napěťové zkoušky dlouhodobým indukovaným napětím	134
8.4	Napěťové zkoušky impulzním napětím	134
8.4.1	Průběh napěťových zkoušek impulzním napětím	134
8.4.2	Zkušební impulzy	135
8.4.3	Generace zkušebních impulzů	137
8.4.4	Hladinové impulzní zkoušky	140
8.5	Zkoušky rázovou vlnou	146
	Literatura ke kapitole 8	148
9	Diagnostika výkonových transformátorů	149
9.1	Typy výkonových transformátorů	149
9.2	Vlastnosti transformátorů	149
9.3	Diagnostika elektrických vlastností výkonových transformátorů	152
9.3.1	Měření činného odporu vinutí	152
9.3.2	Kontrola sledu a natočení fází	154
9.3.3	Měření převodu, napětí a ztrát naprázdno	156
9.3.4	Měření napětí a ztrát nakrátko	157
9.3.5	Měření účinnosti transformátorů	157
9.3.6	Měření izolačního odporu, polarizačního indexu a časové konstanty transformátoru	161
9.3.7	Měření ztrátového činitele a kapacity vinutí	163
9.3.8	Detekce poruch vinutí	166
9.4	Diagnostika vlastností transformátorových olejů	170
9.4.1	Měření elektrických vlastností transformátorových olejů	170
9.4.2	Měření fyzikálních vlastností transformátorových olejů	173
9.4.3	Měření hustoty transformátorových olejů	174
9.4.4	Měření chemických vlastností transformátorových olejů	177
	Literatura ke kapitole 9	181
10	Diagnostika velkých rotačních VN elektrických strojů	183
10.1	Typy VN rotačních elektrických strojů	183
10.2	Vlastnosti VN rotačních elektrických strojů	185
10.3	Diagnostika VN rotačních elektrických strojů	187
10.3.1	Off-line diagnostika VN rotačních elektrických strojů	187
10.3.2	On-line diagnostika VN rotačních elektrických strojů	188
10.3.3	Hřídellová napětí a proudy	193
	Literatura ke kapitole 10	199

11 Diagnostika VN výkonových kabelů	200
11.1 Typy VN výkonových kabelů	200
11.2 Vlastnosti výkonových VN kabelů	201
11.3 Měření vlastností VN výkonových kabelů	204
11.3.1 Měření napěťové odolnosti kabelů	205
11.3.2 Měření průchozího odporu kabelů	205
11.3.3 Měření svodových odporů kabelů	206
11.3.4 Měření kapacity a ztrátového činitele kabelů	207
11.3.5 Měření částečných výbojů v kabelech	210
Literatura ke kapitole 11	213
12 Diagnostika izolátorů, svodičů přepětí a výkonových vypínačů	214
12.1 Izolátory	214
12.1.1 Parametry izolátorů	215
12.1.2 Napěťové zkoušky izolátorů	216
12.2 Svodiče přepětí	218
12.2.1 Typy svodičů přepětí	219
12.2.2 Parametry omezovačů přepětí	222
12.2.3 Napěťové zkoušky svodičů napětí	222
12.3 Výkonové vypínače a odpínače	224
12.3.1 Diagnostické metody pro výkonové vypínače	224
Literatura ke kapitole 12	226
A Seznam zkratk	227
B Seznam norem	228
C Česko-anglický slovník termínů	230
D Anglicko-český slovník termínů	236
E Seznam konstant a veličin	242
Rejstřík	243