OBSAH

Předmluva 9
Přejímka nového nebo opraveného transformátoru na zkušebně . . . 11

1. Doprava 15
1. Podmínky dopravy transformátorů, uskladnění 15
2. Vzduchové transformátory, tlumivky a reaktory 18
3. Transformátory a tlumivky plněné kapalinou (převážně olejem), zasílané bez demontáže součástí a příslušenství 19
4. Velké transformátory zasílané po železnici a silnici 21
5. Největší transformátory na 220 až 500 kV, jejichž nádoba tvoří součást dopravního prostředku 25
6. Opatření k zasílání a skladování transformátorů bez oleje . . . 28
7. Doprava velkých transformátorů, dělených na části a skupiny (uzly) 30
8. Balení a konzervace transformátorů do tropů a přímořských oblastí 31

2. Instalace a montáž 34
9. Prostředky k montáži, některé zásadní připomínky 35
10. Stanoviště transformátorů 40
11. Opatření k útlumu hluku 42
12. Montáž středních, velkých a největších transformátorů . . . 45
13. Elektrické připojení a jištění transformátorů 54
14. Uzemnění 58
15. Ochrana před přepětím 61
16. Omezení požáru, hasicí zařízení 62

3. Izolační stav 64
17. Izolační odpor a jeho měření 67
18. Součinitel absorpce 71
19. Ztrátový činitel tg δ 72
20. Kapacita — teplota 74
21. Kapacita — kmitočet 74
22. Disperze 75
23. Kapacita — čas 76

4. Kapalná dielektrika pro transformátory 78
24. Charakteristické vlastnosti transformátorového oleje 79
25. Elektrická pevnost oleje 83
26. Odběr vzorků oleje 85
27. Znečištění a stárnutí oleje, inhibitory, ochrany olejové náplně. 87
28. Vývěvy 92

29. Čištění a sušení oleje 97
29.1 Odstředivky a čisticí soupravy s odstředivkami 97
29.2 Filtrační lisy 101
29.3 Ultrafiltry, superfiltry, souprava fy M. A. X. E. I. . . . 103
29.4 Souprava na úpravu oleje Micafil typu HVAR 105
29.5 Vysoušení oleje adsorpcí (perkolace), zeolitová souprava . 107
29.6 Elektrostatické filtry 109
29.7 Všeobecně k soupravám na úpravu oleje 109
30. Upozornění k bezpečnosti při práci s olejem 111
31. Čištění a vysoušení oleje při provozu transformátoru 112
32. Regenerace oleje 112
33. Kontrola oleje v provozu 113
34. Mísitelnost neznámých olejů 115
35. Nehořlavá kapalná dielektrika (askarely) 115

5. Vysoušení transformátorů 122
36. Kdy je nutné transformátor vysoušet 125
37. Kontrola vysoušení 126
38. Vysoušení vzduchových transformátorů nakrátko 128
39. Vysoušení vzduchových transformátorů horkým vzduchem . . 130
40. Vysoušení infračervenými paprsky 131
41. Vysoušení olejových transformátorů suchým, horkým olejem . 131
42. Ohřev vinutí stejnosměrným proudem a nulovou složkou proudů 135
43. Vysoušení olejových transformátorů nakrátko v oleji 136
44. Vysoušení olejových transformátorů nakrátko bez oleje . . . 137
45. Indukční ohřev nádoby 138
46. Vysoušení olejových transformátorů horkým vzduchem a vakuováním 143
47. Vysoušení olejových transformátorů kerosinovými parami . . 146
48. Upozornění k vysoušení a závěr 148

6. Uvádění do provozu 149
49. Uvádění vzduchových (suchých) transformátorů do provozu. 149
50. Uvádění transformátorů s kapalným dielektrikem do provozu. 151
51. Vodní chlazení 155
52. Chlazení největších transformátorů vzduchem 158
53. Plynové relé 162
54. Kontrolní zkoušky elektrické 164
54.1 Elektrická pevnost oleje 165
54.2 Měření zemního odporu 166
54.3 Měření izolačního stavu 166
54.4 Kontrola spojitosti vinutí 168
54.5 Měření převodů 170
54.6 Měření natočení fáze nebo hodinového čísla 172
55. Paralelní zapojení transformátorů 176
56. Doporučená spojení transformátorů 176
57. Zkoušky působení ochran 176
57.1 Plynové relé 177
57.2 Ochrana nadproudová (maximální) 178
57.3 Ochrana rozdílová (diferenciální) 180
57.4 Ochrana zemní, nádobová 180
57.5 Signalizace a měření teploty oleje 180
57.6 Signalizace hladiny oleje v konzervátoru („min" – „max") 181

57.7 Činnost chlazení, signalizace oběhu oleje a vody 181
57.8 Ochrana před přepětím 182
57.9 Omezení zkratového proudu 182
58. Najíždění transformátoru 182

7. Provoz 184
59. Zatížitelnost transformátoru 184
60. Život transformátoru 190
60.1 Teoretické základy určování života izolantů 190
60.2 Vliv na život transformátoru v provozní praxi 192
61. Co a kdy je třeba kontrolovat 193
61.1 Napětí a proudy 193
61.2 Teploty 193
61.3 Hladina oleje nebo askarelu 193
61.4 Elektrická pevnost a chemická čistota oleje nebo askarelu 193
61.5 Stav náplně vysoušeče 193
61.6 Hluk transformátoru a pomocných zařízení 194
61.7 Kontakty a svorky 194
61.8 Čistota a těsnost 194
61.9 Místní ohřevy 194
61.10 Motorové pohony 194
61.11 Vodní chlazení 194
61.12 Přepojovače a přepínače 195
61.13 Ochrany a signály 195
61.14 Elektrická měření a zkoušky 196
61.15 Větrání transformátoru a komor 196
61.16 Předepsané lhůty kontrol 196
61.17 Bezpečnostní opatření 196
62. Závěry a perspektivy 197

8. Revize 198
63. Zkratová odolnost vinutí 201
64. Organizace práce 203
65. Hlavní práce při revizi s přístupem k aktivním částem transformátoru 206
65.1 Zevrubná prohlídka 206
65.2 Magnetický obvod 207
65.3 Vinutí a spoje 209
65.4 Průchodky 214
65.5 Přepojovače a přepínače 214
65.6 Ukončení revize aktivních částí 215
65.7 Nádoba, konzervátor, výbušná roura 215
65.8 Radiátory, chladiče, armatury, potrubí 217
65.9 Ostatní příslušenství 218
66. Ukončení revize 219
67. Upozornění svářečům 221

9. Poruchy a abnormality v provozu 223
68. Nejčastější poruchy a závady 223
68.1 Energetické distribuční transformátory malých výkonů, chlazené olejem 223
68.2 Usměrňovačové a pecové neřiditelné transformátory plněné olejem 223
68.3 Transformátory plněné askarelem 225
68.4 Energetické distribuční transformátory suché 225

68.5 Střední a velké neřiditelné transformátory chlazené olejem 225
68.6 Střední a velké řiditelné transformátory 226
68.7 Jiné nesprávnosti v provozu 226
69. Závitové zkraty (spojení mezi sousedními závity) 226
70. Působení ochran a signalizace 228
70.1 Plynové relé 228
70.2 Rozdílová ochrana 230
70.3 Zemní ochrana 231
70.4 Distanční ochrana 231
70.5 Nadproudová ochrana 231
70.6 Upozornění 232
71. Zjištění druhu a místa poruchy elektrickou cestou 232
71.1 Izolační odpor 232
71.2 Odpory vinutí 232
71.3 Měření naprázdno nízkým napětím 232
71.4 Měření převodů můstkem 235
71.5 Najetí naprázdno a nakrátko 235
72. Připomínky k některým poruchám a abnormálnímu provozu 236

10. Řízení napětí 240
73. Způsoby řízení střídavého napětí 240
73.1 Přímé stupňovité řízení napětí 241
73.2 Zmnožení počtu stupňů 243
73.3 Nepřímé řízení napětí — podélné, příčné a úhlové 245
73.4 Lokomotivní, pecové a speciální řiditelné transformátory. 247
74. Charakteristické části zařízení k řízení napětí 252
74.1 Odbočková vinutí, tlumivky 252
74.2 Voliče a přepínače bez zatížení 255
74.3 Výkonová část přepínače 257
74.4 Pohony přepínačů 260
74.5 Regulace napětí, samočinné řízení pohonů přepínačů . . 263
75. Uvádění stupňovitých přepínačů do provozu 263
76. Provoz stupňovitých přepínačů 264
77. Revize stupňovitých přepínačů 265
78. Poruchy přepínačů 267
78.1 Zrod a příčiny poruch přepínačů 268
78.2 Místo a druh poruchy přepínače 271

11. Upozornění k bezpečnosti práce 273
Literatura 277
Rejstřík 287