

OBSAH

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Předmluva | 5 |
| I. <i>Všeobecný úvod</i> | 13 |
| 1. Zásobování průmyslových závodů elektrickou energií | 13 |
| 2. Hlavní znaky a druhy průmyslových transformoven | 14 |
| 3. Rozvaděče nn v transformovnách | 20 |
| 4. Průmyslové elektrické sítě | 23 |
| II. <i>Alternátory a transformátory</i> | 28 |
| 5. Synchronní generátory (alternátory) | 28 |
| a) Výkon, napětí, kmitočet a účinník | 29 |
| b) Účinnost | 32 |
| c) Přetížitelnost | 33 |
| d) Poměrná změna napětí | 34 |
| e) Otáčky | 35 |
| f) Způsoby buzení | 35 |
| g) Regulace napětí | 37 |
| h) Podmínky paralelní spolupráce | 38 |
| i) Provozní charakteristiky | 39 |
| j) Váha a rozměry stroje | 39 |
| k) Provedení se zřetelem k pracovnímu prostředí | 40 |
| l) Hluk za provozu | 41 |
| m) Větrání a chlazení | 41 |
| n) Dotazník pro generátor trojfázového proudu | 49 |
| 6. Transformátory | 52 |
| a) Výkon, napětí, převod, kmitočet, účinník a proud naprázdno | 53 |
| b) Účinnost a ztráty | 56 |
| c) Přetížitelnost | 59 |
| d) Napětí nakrátko a úbytky napětí transformátoru | 60 |
| e) Regulace napětí | 61 |
| f) Způsoby vnitřního spojení | 63 |
| g) Podmínky paralelní spolupráce | 67 |
| h) Provozní charakteristiky | 69 |
| i) Váha a rozměry | 69 |
| j) Provedení se zřetelem k pracovnímu prostředí | 69 |
| k) Hluk za provozu | 69 |
| l) Použitelnost při změně podmínek a prostředí | 70 |
| m) Chlazení a větrání | 70 |
| n) Dotazník pro trojfázový transformátor | 73 |
| III. <i>Přístroje vn pro vnitřní rozvodny do 35 kV</i> | 88 |
| 7. Odpojovače vn | 88 |
| a) Jmenovité napětí, jmenovitý proud a kmitočet | 89 |
| b) Přípustný zkratový proud | 89 |
| c) Vnější provedení | 92 |
| d) Rozměry odpojovačů | 94 |
| e) Přípustný vypínací výkon | 94 |
| 8. Úsekový vypínač | 96 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9. Pojistky vn | 96 |
| a) Pojistky výfukové | 97 |
| b) Pojistky kapalinové | 97 |
| c) Pojistky plněné práškem | 98 |
| d) Jmenovité napětí a proud | 99 |
| e) Vypínací výkon | 99 |
| f) Vypínací charakteristiky | 100 |
| g) Provedení a výměna vložek | 100 |
| h) Rozměry | 101 |
| 10. Vypínače vn | 101 |
| a) Olejové vypínače | 102 |
| b) Expansní vypínače | 107 |
| c) Vypínače s malým množstvím oleje | 113 |
| d) Tlakovzdušné vypínače | 114 |
| e) S magnetickým zhasením | 118 |
| f) Plynotvorné vypínače | 120 |
| g) Jmenovité napětí, proud a kmitočet | 121 |
| h) Vypínací výkon | 121 |
| i) Rychlost vypínání a jeho četnost | 124 |
| j) Způsob vestavění | 125 |
| k) Váha a rozměry | 125 |
| 11. Výkonové odpojovače (odpínače) | 128 |
| 12. Měřicí transformátory napětí | 129 |
| a) Jmenovité napětí primární a sekundární, krajní napětí provozovací a napětí zkušební | 133 |
| b) Jmenovitý převod | 133 |
| c) Jmenovité břemeno | 134 |
| d) Jmenovitý výkon | 134 |
| e) Jmenovitý kmitočet | 134 |
| f) Účinník sekundární strany | 134 |
| g) Chyby | 134 |
| h) Třída přesnosti | 135 |
| i) Označení svorek | 136 |
| 13. Měřicí transformátory proudu | 138 |
| a) Napětí jmenovité, isolační, krajní provozovací a zkušební | 140 |
| b) Jmenovitý primární a sekundární proud, krajní provozovací proud primární | 141 |
| c) Jmenovitý převod | 141 |
| d) Jmenovité břemeno | 141 |
| e) Jmenovitý výkon | 142 |
| f) Jmenovitý kmitočet | 142 |
| g) Sekundární účinník $\cos \varphi$ | 142 |
| h) Zkratová bezpečnost | 142 |
| i) Chyby | 143 |
| j) Nadproudové číslo | 143 |
| k) Třída přesnosti | 143 |
| l) Označení svorek | 145 |
| 14. Podpěrné izolátory (podpěry) | 148 |
| a) Napětí | 150 |
| b) Mechanická pevnost | 150 |
| c) Rozměry a váha | 152 |
| d) Svorky | 152 |
| 15. Průchodky | 152 |
| a) Napětí | 153 |
| b) Mechanická pevnost | 153 |
| c) Jmenovitý proud | 154 |
| 16. Spojovací vedení | 157 |
| a) Holá vedení | 157 |
| b) Kabely | 169 |
| c) Vodiče s izolací G | 180 |
| d) Pláštové vodiče | 181 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| IV. Přístroje pro hlavní rozvaděče nn | 185 |
| 17. Pákové spínače | 185 |
| a) Napětí | 186 |
| b) Jmenovité proudy | 186 |
| c) Vypínací výkon | 186 |
| d) Odolnost proti zkratovému namáhání | 187 |
| e) Trvanlivost | 188 |
| f) Pohony a rozměry | 188 |
| 18. Pojistky nn | 188 |
| a) Napětí, jmenovité proudy spodků a vložek a normou předepsaný zkratový proud závitových pojistek | 188 |
| b) Jmenovité proudy a velikosti rázového zkratového proudu pro nožové pojistky výkonové | 189 |
| c) Rozměry a váhy | 190 |
| 19. Vypínače nn | 190 |
| a) Samočinné vypínače vzduchové (vzduchové jističe) | 190 |
| b) Deionový vypínač (jistič) | 191 |
| c) Jmenovité napětí, proud a kmitočet | 195 |
| d) Vypínací výkon | 195 |
| e) Rychlost vypínání | 199 |
| f) Trvanlivost | 199 |
| g) Rozměry | 199 |
| h) Uhlíkové vypínače CL | 199 |
| V. Zkratý | 201 |
| 20. Všeobecné pojmy | 201 |
| a) Zkrat jako poruchové zatížení soustavy | 201 |
| b) Průběh zkratového proudu | 201 |
| c) Rozlišení zkratových proudů | 202 |
| d) Číselné vyjádření velikosti zkratových proudů | 203 |
| 21. Výpočet zkratových proudů | 203 |
| a) Základní zákony pro výpočet | 203 |
| b) Vektorový diagram nesouměrných zkratů | 203 |
| c) Základní pojmy z počítání se souměrnými složkami | 204 |
| 22. Zkratové údaje jednotlivých částí | 207 |
| a) Údaje synchronních generátorů | 207 |
| b) Údaje vedení | 207 |
| c) Údaje transformátorů | 211 |
| d) Zkratové údaje elektráren jako celku | 217 |
| 23. Methody řešení zkratových obvodů | 220 |
| a) Jednoduše napájený obvod | 221 |
| b) Složitě zkratové obvody | 226 |
| c) Příklady podrobných výpočtů | 228 |
| d) Přídavné zkratové proudy z asynchronních strojů a konvertorů | 233 |
| 24. Praktická řešení | 234 |
| a) Sestavení vzorců z probraných statí | 234 |
| b) Zanedbání podřadných vlivů | 236 |
| c) Řešení za předpokladu stálého napětí na počátku | 236 |
| d) Odhad velikosti zkratových proudů | 238 |
| e) Výpočet zkratových poměrů ze známého zkratového výkonu, udaného na př. elektrárnou | 239 |
| f) Výpočet zkratových poměrů pomocí zkratových křivek | 249 |
| g) Výpočet zkratových poměrů v sítích nízkého napětí | 253 |
| 25. Vypínací zkratová výkonnost spínačů | 254 |
| a) Základní předpoklady pro posouzení zkratového výkonu vypínačů | 254 |
| b) Výpočet vypínacího výkonu vypínačů | 255 |
| c) Vypínací zkratový proud | 255 |
| d) Vztah zotaveného napětí ke skutečnému | 255 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 26. Působení zkratových proudů | 256 |
| a) Silové účinky zkratových proudů | 256 |
| b) Výpočet oteplení zkratovým proudem | 257 |
| 27. Omezení zkratových proudů | 258 |
| a) Rozdělení výkonů generátorů a transformátorů | 258 |
| b) Zvětšení odporů a reaktancí | 258 |
| c) Použití rychlých pojistek | 261 |
| VI. <i>Nebezpečná napětí a opatření k jejich zneškodnění</i> | 262 |
| 28. Dnešní stav vývoje isolační bezpečnosti | 262 |
| 29. Druhy a vlastnosti nebezpečných napětí | 263 |
| a) Vnitřní přepětí | 263 |
| b) Vnější přepětí | 265 |
| 30. Isolace elektrických zařízení | 268 |
| a) Isolace proti vnějším a vnitřním přepětím | 268 |
| b) Isolační hladiny a zkoušení izolace | 269 |
| 31. Ochrany proti přepětím | 271 |
| a) Zemnicí lana | 271 |
| b) Jiskřiště a bleskojistky | 273 |
| c) Odporníky, tlumivky a kondensátory | 279 |
| d) Uzemnění uzlu | 281 |
| e) Podkosky | 282 |
| 32. Koordinace izolace | 282 |
| a) Ochranné soupravy | 282 |
| b) Koordinace vnějších hladin | 285 |
| c) Vnitřní koordinace a ochrana jednotlivých částí zařízení | 286 |
| VII. <i>Ochrany proti poruchám v sítích</i> | 289 |
| 33. Všeobecný úvod | 289 |
| a) Rozbor poruch | 290 |
| b) Požadavky na ochrany průmyslových závodů | 292 |
| c) Ochranná relé | 292 |
| 34. Nadproudová ochrana | 296 |
| a) Všeobecně | 296 |
| b) Ochrana proti přetížení | 297 |
| c) Ochrana proti zkratu | 300 |
| 35. Ochranné přístroje proti nadproudům | 301 |
| a) Pojistky | 301 |
| b) Spouště | 302 |
| c) Nadproudová relé | 305 |
| d) Primární nadproudová relé | 307 |
| e) Sekundární nadproudová relé | 315 |
| 36. Volba ochran se zřetelem k dynamickému a tepelnému namáhání primárních relé a měřicích transformátorů proudu | 332 |
| a) Všeobecné úvahy | 332 |
| b) Volba primárních relé a smyčkových měřicích transformátorů proudu ve spojení s expansními vypínači se zřetelem k dynamickému namáhání | 333 |
| c) Volba primárních relé a smyčkových měřicích transformátorů proudu ve spojení s tlakovzdušnými vypínači se zřetelem k dynamickému namáhání | 334 |
| d) Přibližné určení nejdelší přípustné doby vypínání vypínači se zřetelem k tepelnému namáhání primárních relé a měřicích transformátorů proudu | 336 |
| e) Prostředky ke zmenšení dynamického a tepelného namáhání primárních relé a měřicích transformátorů proudu | 340 |
| 37. Rozdílová (diferenciální) ochrana | 342 |
| a) Nestabilizovaná rozdílová relé | 347 |
| b) Stabilizovaná rozdílová relé | 348 |
| c) Přídavná zařízení rozdílových relé | 351 |
| d) Provedení rozdílových relé | 353 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 38. Zemní ochrana | 359 |
| a) Napětí při zemním spojení | 361 |
| b) Proudů při zemním spojení | 363 |
| 39. Ochranné přístroje proti zemnímu spojení | 371 |
| a) Zařízení pro indikaci a hlášení zemního spojení v sítích s izolovaným uzlem | 371 |
| b) Zařízení pro kompensaci zemních proudů | 381 |
| c) Zhášecí tlumivky | 383 |
| d) Zhášecí tlumivky se stupňovou regulací | 385 |
| e) Zhášecí tlumivky s plynulou regulací | 385 |
| f) Ladění zhášecích tlumivek | 390 |
| g) Zjišťování vyladěného stavu | 390 |
| h) Umělé spojení jedné fáze se zemí přes odpor | 392 |
| i) Ladění za normálního chodu sítě | 392 |
| k) Zhášecí tlumivky se samočinným laděním | 397 |
| l) Přehled různých měřicích method | 402 |
| m) Zhášecí transformátory | 402 |
| Literatura | 407 |
| Seznam norem | 409 |
| Rejstřík | 410 |