

Obsah

Úvod	11
I. Základní pojmy elektrické pevnosti	13
II. Elektrické pole	16
1. Nejdůležitější tvary elektrického pole v technice vysokých napětí	16
Základní pojmy	16
Příklady elektrostatických polí	18
a) Soustředné koule	18
b) Dvě stejně velké koule vedle sebe	19
c) Dvě sousedé válcové elektrody	22
d) Dielektrikum mezi sousými válcovými elektrodami, složené z několika izolantů ve tvaru sousedých vrstev	24
e) Dvě nesousedé rovnoběžné válcové elektrody	25
f) Dva nesousedé válce, které se obklopují	29
g) Rovnoběžné hranoly a hrany	30
Laplaceova potenciální rovnice a konformní zobrazení	30
Okrajové elektrostatické pole deskového kondenzátoru	36
Skutečné dielektrikum v pomalu proměnlivém elektrickém poli	40
Energie a síly elektrostatického pole	41
Grafická metoda pro vyšetření tvaru elektrostatického pole	42
a) Rovinné elektrostatické pole	42
b) Rotační elektrostatické pole	44
Metoda potenciální sítěky	46
2. Experimentální vyšetřování elektrického pole	48
Přehled experimentálních metod	48
Měřicí metody, u nichž se vkládá do elektrického pole zkušební tělísko	49
a) Toeplerova stěblová metoda	49
b) Proměřování elektrického pole doutnavkou	50
Kapacitní sonda	50
Měřicí metody, které napodobují elektrické pole v jiném prostředí nebo pomocí jiného uspořádání	53
a) Metoda elektrolytické vany	53
b) Metoda odporové sítě	58
c) Metoda pružné membrány	59
d) Metoda, u níž je průběh silových čar viditelný podle částic suspendovaných v kapalných izolantech	60
3. Složená dielektrika	60
Vrstvená dielektrika při stejnosměrném a střídavém napětí	60
Libovolně složená bezeztrátová dielektrika	64

III.	Rázové elektrické namáhání	67
	Rázové a spínací vlny, rázová charakteristika a některé charakteristické hodnoty	67
IV.	Výboje v plynech, zejména ve vzduchu	72
4.	Nosiče elektřiny	72
5.	Složení vzduchu	74
6.	Nesamostatný výboj	74
	Pohyblivost iontů a elektronů	74
	Townsendovy výboje	77
	Nárazová ionizace elektrony v elektrickém poli	78
7.	Podmínka samostatného výboje	82
	Přeskokové napětí v homogenním elektrickém poli. Paschenův zákon	84
	Přeskokové napětí v elektrickém poli, které se málo liší od homogenního	87
8.	Dielektrické vlastnosti jiných plynů než vzduchu	89
9.	Striméry a lídery	91
	Kvalitativní výklad kanálového výboje v homogenním poli	92
	Vznik kanálu jiskry v silně nehomogenním poli ve vzduchu při velkých vzdálenostech elektrod	94
10.	Koróna	95
	Všeobecně	95
	Koróna v technice vysokých napětí	96
	Počáteční napětí koróny u elektrod některých důležitých tvarů	99
	a) Rovnoběžné dráty (venkovní vedení), drát a deska	99
	b) Drát ve válci	101
	c) Dvě rovnoběžné hrany	101
	d) Dva hroty	101
	e) Dvě koule	103
	f) Desky na okrajích zaoblené a bez prachu	103
	Proud koróny při stejnosměrném napětí mezi sousými válcovými elektrodami	104
	Ztráty korónou na venkových vedeních	105
	Ultrakoróna	108
11.	Trsový výboj a sršení	109
12.	Jiskrový výboj	110
	Konvenční a součtová závislost pravděpodobnosti přeskoků	112
	Vliv atmosférických podmínek a jiných okolností na přeskokové napětí	116
13.	Směrnice pro vzdálenosti ve vzduchu v praxi	119
14.	Vysokotlaký oblouk	121
	Chování oblouku střídavého proudu při průchodu proudu nulou	126
	a) Dlouhý oblouk	126
	b) Krátký oblouk	128
	Vlastnosti volně hořícího oblouku ve vzduchu a jeho samovolné zhasnutí při střídavém proudu	129
	Vznik a zhasnutí oblouku ve vypínačích	131
15.	Elektrické vlastnosti vysokého vakua	132
	Mikrovýboje	132
	Průraz	133
	a) Vliv vzdálenosti elektrod	133
	b) Vliv elektrod	133
	c) Vliv výšky vakua	134
	d) Doba výstavby průrazu	134
	e) Regenerace elektrické pevnosti po průrazu	135
	Hypotézy	135

V.	Dielektrické vlastnosti pevných izolantů	135
16.	Dielektrické ztráty a ztrátový činitel	135
17.	Dynamické vlastnosti dielektrika	137
	Pojem dipólového momentu. Rozdělení dielektrik	137
	Účinek proměnlivého elektrického pole na dielektrikum	139
	Debyeova teorie dipólových látek	141
	Maxwellova – Wagnerova teorie absorpčních jevů v dielektriku	144
	Měrné dielektrické ztráty	148
18.	Čistě elektrický průraz pevných izolantů	150
19.	Průraz způsobený výboji v dutinách dielektrika	152
	Mechanismus výbojů	152
	Vliv částečných výbojů v dutinách dielektrika na elektrickou pevnost	158
	Měření částečných výbojů v dutinách pevného dielektrika při střídavém napětí	159
20.	Tepelný průraz	161
	a) Válcová stěna s konstantním elektrickým namáháním	162
	b) Deska mezi elektrodami	168
	c) Válcová stěna mezi souosými elektrodami	171
	Tepelný průraz a praktické okolnosti	172
21.	Dimenzování pevných izolantů na průraz	173
VI.	Elektrická pevnost kapalných izolantů	176
22.	Elektrická pevnost minerálních olejů	176
23.	Elektrody obalené pevným izolantem a mezistěny v oleji	178
24.	Stárnutí izolace z papíru impregnovaného olejem	179
VII.	Výboje ve vzduchu a v oleji podél povrchu pevného izolantu	180
25.	Rozhraní vzduchu a izolantu je podél silových čar	180
26.	Rozhraní vzduchu a izolantu je kolmé k silovým čarám	181
27.	Silové čáry vstupují do rozhraní vzduchu a izolantu šikmo	181
	Počáteční napětí koróny	183
	Počáteční napětí klouzavých stvolů	185
28.	Vliv atmosférických podmínek na výboje po povrchu pevných izolantů ve vzduchu	187
29.	Ochrana proti klouzavým výbojům u točivých elektrických strojů vn	188
30.	Přeskok a klouzavé výboje na pevných izolantech v oleji	196
VIII.	Přepětí a koordinace izolace	199
31.	Dočasná přepětí	199
32.	Spínací přepětí	200
	Přepětí při zemních spojeních v trojfázových soustavách	200
	Přepětí při vypínání zkratů	201
	Přepětí při vypínání malých indukčních proudů	202
	Přepětí při vypínání kapacitních proudů	203
	Přepětí při zapínání nebo znovuzapínání nezatižených vedení	203
33.	Atmosférická přepětí	204
	Ochrana stanic před atmosférickým přepětím	205
34.	Koordinace izolace	206
	Základní principy koordinace izolace	206
	Napěťové namáhání izolace	206
	Koordinace izolace za normálních provozních podmínek a pro dočasná přepětí	207
	Koordinace izolace pro spínací a atmosférická přepětí	207
	Statistická metoda	207

	Konvenční metoda (nestatistická)	208
	Příklady výpočtu koordinace izolace konvenční metodou	209
IX.	Izolátory pro vysoké a velmi vysoké napětí	211
35.	Keramické izolátory	211
36.	Porcelánové izolátory pro venkovní vedení vn a vvn	212
37.	Izolátorový řetězec	213
	Znečištěné izolátory	217
38.	Staniční podpěrky	218
39.	Průchodky	221
	Porcelánové průchodky	222
	Všeobecné údaje pro dimenzování průchodek, které nemají vložky pro řízení elektrického pole	224
	Kondenzátorové průchodky	225
	Výpočet kondenzátorové průchodky z tvrzeného papíru	227
X.	Silové kabely vn a vvn	234
40.	Všeobecné údaje	234
41.	Ztráty a oteplení v kabelech	236
42.	Elektrická pevnost kabelové izolace	237
43.	Kabely pro velmi vysoké napětí	238
XI.	Elektrické rázové jevy ve vinutí transformátorů a točivých strojů	242
44.	Rázové jevy v jednofázové cívice	242
45.	Elektrické namáhání izolace vinutí transformátorů vn a vvn	251
46.	Izolace vinutí transformátorů vn a vvn	252
47.	Modelování rázových jevů v transformátorech	254
	Modelová teorie rázových jevů	255
	Elektromagnetický (kombinovaný) model	257
48.	Rázové jevy ve vinutí točivých strojů	259
XII.	Svodiče přepětí	260
49.	Ventilové bleskojistky	260
	Popis a funkce	260
	Směrnice pro volbu jmenovitého napětí bleskojistky	263
	Ochranné působení ventilové bleskojistky	263
50.	Vyfukovací bleskojistky (Torokovy trubice) a ochranná jiskřiště	266
XIII.	Měření vysokých a velmi vysokých napětí	267
51.	Měření střídavých napětí (ustálených hodnot)	267
52.	Měření rázových napětí	269
	Děliče napětí	269
	a) Obecné úvahy	269
	b) Dělič napětí se zpoždovacím kabelem	270
	c) Náhradní schéma děliče napětí a jeho přívodu k objektu	273
	Klydonografy	273
XIV.	Základní zařízení laboratoří velmi vysokých napětí	278
53.	Všeobecně	278
54.	Rázové generátory napětí	279
	Základní zapojení	279
	Nabíjecí pochod rázového generátoru napětí	282

Vybíjecí pochod rázového generátoru napětí	282
Určení tvaru vlny napětí vyráběné rázovým generátorem	286
Určení konstant rázového generátoru pro danou vlnu napětí	287
Vliv indukčnosti na funkci několikastupňového rázového generátoru	288
Požadavky na rázové generátory	289
Generátor opakovaných rázů	290
Literatura	291
Rejstřík	294

Tato publikace obsahuje technické výsledky práce v oblasti výzkumu a vývoje v oblasti rázových generátorů napětí. V knize jsou uvedeny výsledky výzkumu a vývoje v oblasti rázových generátorů napětí, které byly provedeny v ústavu fyziky v průběhu let 1960-1965. V knize jsou uvedeny výsledky výzkumu a vývoje v oblasti rázových generátorů napětí, které byly provedeny v ústavu fyziky v průběhu let 1960-1965.

Druhé vydání této knihy bylo doplněno a dopřesně o nové poznatky.

Kap. II. Laplaceova potenciální energie a její účinky v obvodu Ohmově dělné zapojení pro danou vlnu napětí
Kap. III. Rázové charakteristiky generátorů
Kap. IV. Strimery a řady (Vznik řadových nábojů v sítné nebo v mezinábojové části vyvolané při výboji v vzdálených částech) Rázový výboj (Konverzní a součinná zářivost prázdných trubkových přístrojů) Elektrické izolování vysokého napětí
Kap. V. Průřez smíšený výboj v dutinách dielektrika (Mechanismus výboje. Místní výboje v dutinách prázdných trubkových přístrojů napětí) Teplota prázdné (Válcová anoda s konstantním dielektrickým narušením)
Kap. VI. Odstranění prázdných výbojů v trubkových přístrojích napětí
Kap. VII. Dodávka prázdné Společný proud (Přechod na mezináboj nebo z mezináboje na sítné napětí) Koordinační křivky
Kap. IX. Keramické izolátory Poněkud o izolátorech pro vysoké napětí v sítné (Zurčivé izolátory)
Kap. X. Kapky pro velmi vysoké napětí
Kap. XIII. Místní rázový náboj (Náhodný výboj. Sítné a jeho přívodu k osovce)
Kap. XIV. Rázové generátory napětí (Požadavky na rázové generátory)