

O B S A H .

Svazek první.

	Strana
<u>I. Úvod.</u>	1
Výhody elektrických pohonů	1
Nevýhody elektrických pohonů	4
Rozdělení el. pohonů	4
Přenos energie elektr. cestou mechanickou, mechan.- elektrickou, cestou elektrickou: individuální /jedno- tlivý/pohon	15
1/ Pracovní stroje s přemísťovaným stanovištěm	15
2/ Pracovní stroje s vysokou pracovní rychlostí	16
3/ Pracovní stroje s několika od sebe neodvislými manipulačními pohyby	22
4/ Pracovní stroje s regulací rychlosti	26
5/ Pracovní stroje s přerušovaným a vratným chodem	28
Srovnání el. pohonu transmisního - skupinového - jednotlivého /individuálního/	28
<u>II. Charakteristiky a vlastnosti el. motorů.</u>	32
Úvod	32
Rozdělení elektromotorů	32
Důležité pojmy a hodnoty u elektromotorů	33
I. Motory stejnosměrné	35
Rychlost /počet otáček za 1 min./	35
Moment na hřídeli motoru	36
I/1 Seriový motor stejnosměrný	38
Otáčky /rychlost/	38
Moment seriového motoru stejnosměrného	40
I/2 Motor derivační	42
Otáčky /rychlost/; charakteristika rychlosti	42
Moment, charakteristika momentová motoru deriv.	44
Ostatní charakteristické křivky deriv. motoru	45
I/3 Stejnosměrný motor kompoundní	45
Otáčky /rychlost/ kompound. motoru /charakt.rychlosti/	46
Momentová charakt. kompoundního motoru	48
I/4 Stejnosměrné motory s cizím buzením	48

	Strana
II. Motory na proud střídavý	49
II/1 Synchronní	49
Pracovní diagram synchr. motoru	49
Charakteristika rychlosti	52
Moment synchr. motoru	52
„V“ křivky synchr. motoru	54
Pozoruhodné provozní stavy synchr. motoru	55
Příkon a mech. výkon synchr. motoru a jeho účinnost	56
Použitelnost synchr. motoru	57
II/2 Asynchronní indukční motory	58
α/a Trojfázové ind. motory s kotvou kroužkovou	58
Proudový diagram /kruh Heylandův/	59
Konstrukce proudového diagramu /Heylandova/	59
Důležité čáry a hodnoty v diagramu	61
Účinnost η v diagramu	62
Účinník $\cos \varphi$ v diagramu	62
Točivý moment v diagramu	63
Skluz v diagramu	63
Rychlost /počet ot. za 1 min./, charakteristika rychlosti	64
Jak se mění skluz se zatížením	65
Točivý moment	65
Momentová charakteristika výpočtu	70
Napětí na sběracích kroužcích v klidu	70
Příkon /t.j. el. výkon přivedený ke svorkám mot./	72
1/ Účinnost η %	72
2/ Účinník $\cos \varphi$	72
3/ Přetěžitelnost	72
4/ Skluz	72
Vliv změny napětí na chod asynchr. motoru	74
Vliv změny napětí na moment motoru	74
Použitelnost trojfázových motorů kroužkových /S'-motorů/.	75
II/2/ α/b Trojfázové motory s kotvou nakrátko /k'-motory s obyčejnou kotvou/	76
Přednosti motorů s kotvou nakrátko	76
Nevýhody k'-motorů	78
Otáčky /rychlost/	78
Točivý moment	78

A/ Spouštění	358
B/ Regulace rychlosti	358
C/ Zastavení motoru	361
Brzdění	361
D/ Reversace	361
II/3/β/b/1 Trojfázový kolektorový motor derivační se statorovým buzením	361
II/3/β/b/2 Trojfázový kolektorový motor derivační /resp. s derivační charakteristikou/ s roto- rovým buzením /Schrage/	362
A/ Spouštění	363
B/ Regulace rychlosti při chodu	364
Srovnání regulace rychlosti asynchr. motoru s odpor. regul.-Ward-Leonard-Schrage	366
C/ Zastavení motoru Schrage-ho	367
Brzdění	367
D/ Reversace	367
Výhody a použitelnost Schrage-motoru	367

Swazek třetí.

VI. Oteplení a ochlazování elektromotorů.	369
1/ Trvalý chod motoru	372
2/ Krátkodobý chod motoru	373
Tepelná přetěžitelnost motoru	374
3/ Přerušovaný /přetržitý/ chod /provoz/	375
Tepelná přetěžitelnost	378
Příklad určení přerušovaného výkonu z výkonu trvalého /3fáz. mot. úp. uz./	380
VII. Nárazová /vyrovnávací/ zařízení	384
Princip akumulace energie	385
1/ Systém Ilgner-Ward-Leonard	386
2/ Systém Langhoffer-Mayerbergův	393
3/ Systém Thallmayerův	396
4/ Mechanická akumulace s hlavním motorem asynchronním	398
Akumulace chemická	399
1/ Iflandův systém /hlavní motor stejnosměrný, síť trojfázová/	399

2/ Hlavní motor i síť trojfázová	401
Parní kotel jako akumulátor	402

VIII. Jeřáby 404

I/ Volba motoru	405
a/ Výkon motoru	405
Příklady k určení velikosti /typu/ jeřábových motorů	410
b/ Volba rychlosti motoru /obrátky/	414
c/ Volba konstrukčního provedení jeřábových motorů	415
II/ O řídicích přístrojích jeřábových motorů	415
A/ Řídicí přístroje jeřábové pro proud stejnosměrný	416
Znaky přímého řízení	416
Znaky nepřímého řízení	417
1/ Kontroléry s doteky klouzavými	417
Princip magnetického shasinání elektr. oblouku	418
2/ Stykačové kontrolery vačkové	419
3/ Kontrolery se stykači elektromagnetickými	420
Příklad stykačového kontroléru s elektromagn. stykači /řízení nepřímé kontrolérem pomocným; vratný chod/ /obr. 305, PD 11, obr. 5/	421
Brzdící přístroje /a způsoby brzdění/	423
Princip mechanické jeřábové brzdy elektromagnetické	423
Stejnoseměrné magnety brzdové seriové, derivač.	425
Elektrické brzdění u jeřábů stejnosměrných	426
∞/ Brzdění do odporů	426
β/ Brzdění protiproudem	427
γ/ Brzdění s paralelním odporem ke kotvě	427
δ/ Brzdění s cizím buzením magnetů od sítě	428
Konecové vypínače	429
a/ Princip koncov. vypínače v okruhu hlavním	429
b/ Řazení koncov. vypínačů v pomocném okruhu	430
B/ Řídicí přístroje jeřábové pro proud trojfázový	433
a/ O spouštěcích	433
1/ Kontrolery s doteky klouzavými	433
2/ Stykačové kontrolery vačkové	433
3/ Kontrolery se stykači elektromagnetickými	433
b/ Brzdící přístroje [a způsoby brzdění]	434

	Strana
1/ Brzdění mechanické; brzdící motory	434
2/ Elektrické brzdění u jeřábů trojfázových	435
α / Brzdění při nadsynchronním běhu	435
β / Elektrické brzdění protiproudem	437
γ / Brzdění přepínáním pólů	437
Koncové vypínače	438
III. Schema spojení /odkaz na tab. PD 10/	438
IX. Těžné stroje	439
Mechanická část těžných zařízení	440
1/ s cylindrickými bubny	441
Mellerovo uspořádání	444
2/ s konickými /kuželovými/ bubny	445
3/ s bobinami	447
4/ s hnacími kotouči /Koepe- δ vými/	448
Navrhování elektrických těžných strojů a zařízení	450
Provozní diagramy	451
I. Diagram rychlosti	453
II. Diagram momentů	457
1/ Momenty statické	457
2/ Momenty k přemáhání tření	458
3/ Momenty urychlující a odrychlující	459
III. Diagram výkonů těžného motoru	459
Diagramy výkonů pro nejdůležitější /charakteristické/ případy	460
Přezkoušení výpočtu	461
Určení spotřeby energie	462
Diagram příkonu asynchr. těžného motoru	463
Určení celkové spotřeby těžného zařízení se spojením Ward-Leonardovým	464
Určení váhy setrvačnicku u těžného zařízení soustavy Illgner-Ward-Leonardovy	464

	Strana
Tabulka s_n, M_z, η , k-motoru 7,5 kW	79
Provozní charakteristiky k-motorů	81
Použitelnost k-motorů	81
II/2/α/b/2 k-motory s kotvou speciální	81
Boucherotův motor	81
Proudový diagram Boucherotova motoru	84
Výhody Boucherotova motoru	86
Nevýbušné provedení Boucherotova motoru	86
Vírové kotvy	87
Rozběhová charakteristika momentová	87
II/2/α/c Motory trojfázové s vinutou speciální kotvou	88
II/2/α/d Indukční motory synchronisované	89
Pracovní diagram indukč. synchronního motoru	90
Otáčky SI- motorů	93
Točivý moment SI - motorů	93
Příkon SI- motorů	93
Základní schema spojení SI-motorů	94
1/ Rotor navinut trojfázově	94
2/ Rotor navinut dvoufázově	95
Použitelnost SI-motorů	96
II/2/α/e Kompensované trojfázové asynchronní motory	97
1/ Motor Heylandův	97
2/ Osnosův motor	98
Příkon kompenzovaného motoru	99
Použitelnost kompenzovaných motorů třífáz.	99
II/2/β Jednofázové indukční motory	100
Použitelnost jednofáz. motorů	101
II/2/γ Motory dvoufázové	102
Použitelnost dvoufázových motorů	103
II/3 Kolektorové motory	103
II/3/α/a Jednofázový seriový kolektor. motor	104
Komutace	106
Příkon	108
Otáčky	108
Moment	109
Účinnost η	110
Účinník $\cos \varphi$	110
Použitelnost jednofáz. kolektor.seriového motoru	111

II/3/oc/b	Repulsní motor jednofázový	111
	Vektorový diagram napětí a proudu	113
	Příkon repulsního motoru	113
	Použitelnost repulsních motorů	115
	Dvojitý jednofázový kolektorový motor	115
II/3/oc/b/2	Jednofázový repulsní kompenzovaný motor s rotor. buzením /Winter-Eichberg-Latour/	116
II/3/oc/c	Jednofázový kolektorový motor derivační /s rotorovým buzením/	117
II/3/β	Trojfázové motory/kolektorové	119
	a/ seriové	119
	Příkon trojfáz. kolektor. motoru seriového	120
	Otáčky	120
	Moment	120
	Použitelnost	121
	b/ Trojfáz. kolektor. motor derivační	122
	funkce kolektoru	122
	1/ Napojení statorové	122
	2/ Napojení rotorové /Schrage/	122
	Vliv kolísání napětí na chod trojfáz. kolektor. deriv. motorů	125
	Křivka $\cos \varphi$ /M/	126
	Účinnost η /M/	127
	Použitelnost	128
	Přehledné srovnání charakteristik rychlosti hlavních běžných druhů motorů	128

Svazek druhý.

III/ 0	rozběhu /roztáčení/ a doběhu /zastavování/ rotujících hmot	130
I.	Moment zatížení	130
	1/ pracovní stroje s konstant. výkonem	131
	2/ pracovní stroje s konstant. momentem	131
II.	Moment hnacího motoru	131
III.	Hmoty, které nutno urychlití	132
	Integrovaná křivka křivky $-\frac{dt}{dn} = f/n$	133
	Urychlující výkon	134

Užitečný výkon	134
Práce užitečného výkonu	134
Výkon zrychlujícího momentu	135
Práce užitečného výkonu	136
Typické případy rozběhu	136
1/ s dobou ne dosti jasně omezenou	136
2/ s dobou rozběhu ostře vymezenou	137
Příklad rozběhu a stanovení doby rozběhu	138
Grafické řešení rozběhu elektromotoru	141
Tři hlavní typy /druhy/ rozběhu	146
Řešení rozběhových poměrů u cukrovarnické centri- fugy /odstředivky/	146
Zastavování motoru. Volný doběh	151
Zvolněné zastavování motoru	154
Zrychlené zastavování motoru	154
Období brzdění neb volného doběhu	156
<u>IV. Všeobecné o regulaci rychlosti elektromotorů.</u>	158
0 regulaci rychlosti	158
1/ Jaký má účel žádaná regulace rychlosti	159
2/ Je žádaná regulace otoček motoru bezpodmínečně nutnou?	161
3/ Je nutna regulace rychlosti motoru nebo jsou možny a přípustny mech. způsoby regul. nebo změny rychlosti?	162
4/ Jaký se žádá rozsah regulace a jaká je při tom regu- lační charakteristika?	163
5/ Jaká má, nebo může být regulace po stránce přesnosti, rychlosti, jemnosti?	166
6/ Jaké podmínky, požadavky kladou se na obsluhu regulace?	167
7/ Klade se váha na použití normál. motorů?	168
Sestavení nejdůležitějších způsobů regulace rychlosti /obrátek/ elektromotorů	168
Stejnoseměrné motory / k dispozici stejnosměrná síť/ . . .	168
Stejnoseměrné motory / k dispozici trojfáz. síť/	169
Trojfázové indukční motory	169
Trojfázové kaskády	170
Trojfázové kolektorové motory	170
Jednofázové kolektorové motory	170
<u>V. Řízení elektromotorů</u>	171
Motory na proud stejnosměrný	172

I/1 Seriové	172
A/ Spouštění	172
Stanovení stupňů spouštěcího odporu	174
B/ Regulace obrátek v chodu motoru	176
Změnou svorkového napětí	177
α / předřazeným odporem	177
β / Změnou napětí zdroje	178
Změnou silotoku Φ /buzením/	179
C/ Zastavení motoru /stejnsměr. seriového/	180
<u>Brzdění:</u>	180
α / Brzdění do odporů	180
Stanovení brzdících odporových stupňů	181
Příklad brzdění /stejnsměr. seriov. motoru/ do odporu	187
β / Brzdění stejnsměr. seriov. motorem do sítě /rekuperace/	190
γ / Brzdění seriovým motorem protiproudem na proud stejnsměrný	191
○	
D/ Obrácení chodu /reversace/ stejnsměrného motoru seriového	193
Změnou směru proudu v kotvě /přepojením kotvy/	193
I/2 Stejnsměrné motory derivační	194
A/ Spouštění /určení odpor. spouštěcích stupňů/	194
Příklad určení velikosti odpor. stupňů pro spouštění deriv. motoru v 5-ti stupních	197
Řešení procentovým způsobem	198
Příklad	202
B/ Regulace obrátek deriv. motorů na proud stejnsměrný	203
Změnou E_m	203
Příklad	205
Spojení Ward+Leonardovo	207
Spojení a protispojení hlavního motoru s přidavným dynamem /strojem/	209
Změnou silotoku Φ /	210
Příklad derivač. mot. pro regulaci změnou	211
Princip regulace rychl. stejnsm. motorů použitím mřížkově řízených usměrňovačů	212

C/ Zastavování stejnosměr. deriv. motorů	218
Brzdění	218
α /Brzdění do odporů	218
β / Brzdění rekuperací	220
γ / Brzdění protiproudem	220
D/ Reversace stejnosměrného deriv. motoru	221
I/3 Kompoundní stejnosměrné motory	221
A/ Spouštění B/ Regulace rychlosti v chodu	222
C/ Zastavování	222
D/ Reversace	223
II/ Motory na proud střídavý.	223
1/ Synchronní motory trojfázové	223
A/ Spouštění	223
a/ Roztáčení motorů	223
Výkon roztáčecího motoru	224
Postup při spouštění /synchronisaci/	224
b/ Vlastním asynchr. momentem /redukovaným napětím/. Výkon a typ spouštěcího transformátoru	226
Schema spojení a postup při spouštění	231
Korndorferova metoda spouštění synchronních motorů .	235
Spouštění synchr. motorů spouštěním napájecího generátoru	236
B/ Regulace otoček synchronních motorů	236
C/ Zastavení synchronního motoru	237
D/ Reversace synchr. motorů	237
Dvoufázové synchr. motory	237
Jednofázové synchr. motory	237
II/2 Asynchronní indukční motory	237
α / Trojfázové	237
a/ Kroužkové	237
A/ Spouštění	237
Klossův vztah pro křivku M /S/	238
Charakt. provozní stavy asynchr. motorů	239
Příklady rozběhu motoru asynchr. s motoru	241
Stanovení odpor. stupňů spouštěcích - počet a velikost	243
Postup při stanovení odporových stupňů spoušt. .	245
Postup v praxi	249

B/ Regulace otáček v chodu u asynchronních motorů kroužkových	251
1/ Změnou odporu v rotoru	251
Určení odporových stupňů pro regulaci otáček	252
2/ Změna počtu pólů	254
Dvě vinutí s různým počtem pólů	254
Jedno vinutí přepínatelné na dva počty pólů	255
3/ Regulace otoček trojfázových asynchronních motorů kroužkových kaskádním spojením dvou asynchronních motorů neb kaskádním spojením trojfázových motorů s jinými stroji	261
ASynchronní kaskáda	261
Regulace otáček asynchronních motorů jich spojením do kaskády s jinými stroji	266
Vysvětlení způsobů práce regulačních soustrojí ke kontinuální regulaci otáček asynchronních motorů a k případné současné kompensaci fáze /účinníku $\cos \varphi$ /	267
Rozdělení kaskád	270
a/ Trojfázová-stejnsměrná kaskáda Krámerova	271
b/ Trojfázová kaskáda s trojfázovým pomocným motorem kolektorovým /BBC-Scherbius/	277
c/ Kaskády s motorgenerátorem /stejnsměrným-trojfázovým /SS-Heyland/	279
/ kaskáda s motorgenerátorem trojfázovým-trojfázovým /BBC-Scherbius/	280
Regulace otáček asynchr. trojfázových motorů změnou kmitočtu	280
Srovnání běžných [nejčastěji užívaných] způsobů regulace otáček trojfázových motorů /obr.202a,b/	282
C/ Zastavení trojfázových motorů kroužkových	283
Brzdění	283
α / Brzdění do odporu	283
β / Brzdění rekuperací	283
γ / Brzdění protiproudem	285
Brzdné charakteristiky /křivky $n = f/M$ /	288
Konstrukce brzdných charakteristik	288
δ / Brzdění v jednofázovém spojení	291
E/ Brzdění 2-ma motory	293
η / Brzdění nesymetrickým spojením fází /jen jeden motor, BBC/	294
θ / Brzdění stejnosměrným proudem	295

D/ Reversace /obrácení chodu/	297
α/b Řízení trojfázových asynchronních motorů s obyčejnou kotvou nakrátko	298
Spouštění	298
Moment a proud při spouštění k'-motorů	299
1/ Spouštění k'-motorů odporem ve statoru	300
2/ Spouštění trojfázových k'-motorů spouštěcím transformátorem/autotransformátorem/	302
3/ Spouštění trojfázových k'-motorů přepínačem z Δ - Δ	305
Spouštění motorů se speciální kotvou nakrátko Boucherot	308
Výsledky měření rozběhu k'-motorů a Boucherot-motorů	308
Poznámky ke spouštění /rozběhu/ motorů s kotvou Boucherotovou /dvouklecovou/	309
1/ Normální, běžné provedení	310
2/ Rozběhové charakteristiky M/n ₂ resp. S/ Bouchero- tových motorů přizpůsobených k rozběhovým poměrům u výtahů /výtahové B'-motory/	313
3/ Motory v textilních pohonech	314
4/ B'-motory pro pohon pump	315
Spouštění motorů s kotvou vírovou	316
Poznámky k rozběhu motorů s kotvou vírovou	318
Rozběhové křivky trojfázových motorů s kotvou nakrátko s různými tvary vodičů v rotoru	323
A/ Spouštění trojfázových, asynchronních motorů s kotvou nakrátko /nebo s kotvou Boucherotovou, nebo s kotvou vírovou/ spouštěcí spojkou	329
B/ Regulace otoček motorů s kotvou nakrátko, Boucherotovou a vírovou	332
Změna /regulace/ otoček úpravou dvou motorů v jedné kostře /Oerlikon/	333
C/ Zastavení motorů s kotvou nakrátko	334
D/ Reversace motorů s kotvou nakrátko	334
II/2/c Trojfázové motory s kotvou vinutou, ale speciální bez kroužků /kotvy s automatickým spouštěním/	334
A/ Spouštění	334
Způsob Fischer-Hinnenův	335
Automatické spouštění podle Dunkera	337
B/ Regulace otoček v chodu motoru se speciální /vinutou/ kotvou	343
C/ Zastavování	343

	D/ Reversace	343
II/2/d	Trojfázové indukční motory synchronisované	344
	A/ Spouštění	
	B/ Regulace	
	C/ Zastavení	
	D/ Reversace	
II/2/e	Kompensované motory trojfázové	344
II/2/β	Jednofázové motory	344
	A/ Spouštění	345
	Řazení jen s tlumivkou	346
	Řazení s odporem a tlumivkou	346
	Řízení s kondensátorem	347
	Příklad spouštění jednof. motorku s kondensátorem	348
	Spojení Arno	349
	B/ Regulace otoček	350
	C/ Zastavení	351
	D/ Reversace	351
	Řízení dvoufázových motorů indukčních	351
II/3	Kolektorové motory	351
	α/ jednofázové ; a/ seriové	351
	A/ Spouštění	351
	B/ Regulace rychlosti v chodu	353
	C/ Zastavení	353
	Brzdění	353
	D/ Reversace	354
II/3/α/b/1	Repulsní kolektorové motory	355
	1/ Se statorovým buzením	355
	A/ Spouštění	355
	B/ Regulace otoček v chodu repulsních motorů	356
	C/ Zastavení	357
	D/ Reversace	358
II/3/α/b/2	Jednofázové kolektor. repulsní motory s rotorovým buzením	358
II/3/α/c	Jednofázové kolektorové derivační motory s rotorovým buzením	358
II/3/β	Trojfázové kolektorové motory	358
	a/ Seriové	358