

OBSAH

	PREDHOVOR	10
	POUŽITÉ OZNAČENIA A VELIČINY	12
1	PREVODOVÉ MECHANIZMY DOPRAVNÝCH MOBILNÝCH A PRACOVNÝCH STROJOV, ICH ROZDELENIE A TEÓRIA PRENOSU ENERGIE	16
1.1	Zdroje mechanickej energie	17
1.2	Základné prvky prevodového mechanizmu	18
1.3	Základné charakteristiky prevodových mechanizmov	22
1.3.1	Základné statické charakteristiky štvorčlenného diferenciálneho mechanizmu	28
1.3.2	Prenos energie v kvapalinových mechanizmoch	28
1.3.3	Hydraulické prevody	30
1.4	Zaťaž mobilných pracovných strojov	32
1.5	Maximálny prevodový pomer.....	35
1.6	Minimálny prevodový pomer	35
1.7	Celkový kinematický rozsah prevodovky	36
1.8	Charakteristiky pracovných strojov	37
1.9	Spolupráca hnacieho agregátu so záťažou	39
2.	PREVODOVKY S TUHOU A TRECOU VÄZBOU PRENOSU ENERGIE	43
2.1	Klasifikácia prevodových mechanizmov s tuhou kinematickou väzbou	43
2.1.1	Stupeň voľnosti ozubených a planétových súkolesí	43
2.1.1.1	Základné parametre ozubeného venca s vonkajším ozubením	44
2.1.2	Silové pomery v ozubených súkolesiach s pevnými osami	49
2.1.3	Vybraté stavy z planétových súkolesí	51
2.1.4	Kinematické pomery jednoduchých planétových súkolesí	52
2.1.5	Momentové a energetické pomery v jednoduchých planétových súkolesiach	58
2.1.5.1	Všeobecné vlastnosti planétových mechanizmov s dvoma stupňami voľnosti	60
2.1.6	Blokovanie mechanizmov 2kr a určovanie reakčných a blokovacích momentov.....	62
2.1.7	Geometrické podmienky zmontovateľnosti planétových súkolesí	64
2.2	Prevody s trecou väzbou	67
2.2.1	Vlastnosti a druhy trecích prevodov	68

3	VYBRANÉ STATE Z JEDNODUCHÝCH A DIFERENCIÁLNYCH MECHANICKÝCH PREVODOV.....	78
3.1	Stupňové prevodovky SP.....	78
3.1.1	Základné pojmy a klasifikácia SP	78
3.1.2	Rozsah rýchlostí a počet prevodových stupňov SP	79
3.1.3	Klasifikácia prevodových mechanizmov s tuhú kinematickou väzbou	85
3.1.4	Kinematické, momentové a energetické pomery v stupňových prevodovkách - SP	86
3.1.5	Kinematika radenia rýchlostných stupňov SP	87
3.2	Hriadeľové stupňové prevodovky HStP	88
3.2.1	Základné prvky a vlastnosti hriadeľových stupňových prevodoviek..	89
3.2.2	Štruktúra a klasifikácia hriadeľových SP	91
3.2.2.1	Dvojhriadeľové stupňové prevodovky	92
3.2.2.2	Trojhriadeľové SP s dvoma stupňami voľnosti	93
3.2.3	Kinematické a energetické pomery stupňových hriadeľových prevodoviek	96
3.3	Planétové stupňové prevodovky PSP	98
3.3.1	Planétové súkolesia planétových stupňových prevodoviek	100
3.3.1.1	Základné typy planétových súkolesí s dvoma stupňami voľnosti a ich racionálne oblasti využitia	101
3.3.1.2	Kinematických a momentových pomerov v PSP.....	102
3.3.1.3	Planétové súkolesia planétových stupňových prevodoviek s dvoma stupňami voľnosti	104
3.3.1.4	Kinematické a momentové pomery v PSP	111
3.3.1.5	Uhlové rýchlosti satelitov planétových súkolesí PSP	112
3.3.2	Planétové prevodovky s automatickým radením radiacích prvkov.....	114
3.3.2.1	Planétové stupňové prevodovky s troma a štyrmi stupňami voľnosti.....	114
3.3.2.2	Planétové SP s troma stupňami voľnosti a štyrmi rýchlostnými stupňami	115
3.4	Dvojtokové stupňové prevodovky v stavbe mobilných strojov	122
3.5	Transmisie strojov so skupinovým pohonom	123
3.5.1	Návrh vlastnej schémy prevodovky	124
3.5.2	Prevody s vetvením výkonu s diferenciálnou alebo pevnou kinema- tickou väzbou medzi hnacími a hnanými vetvami mechanizmu.....	125
3.5.2.1	Mechanizmy s vetvením výkonu na vstupe s diferenciálnou väzbou..	125
3.5.2.2	Mechanizmy s vetvením výkonu na výstupe	133
3.5.3	Prevody pre pohon mobilných pracovných strojov	139
3.5.3.1	Prevodovky s pevnou kinematickou väzbou a vetvením na výstupe...	140

3.5.3.2	Prevodovky s diferenciálnou väzbou a vetvením výkonu na výstupe...	143
3.5.3.3	Prevodové mechanizmy s vetvením na výstupe a planétovými mechanizmami otáčania	144
3.5.3.4	Viacmotorové transmisie	146
5.5.4	Pohon pojazdu a nadstavby mechanickým alebo HSM prevodom	148
3.5.4.1	Pohon pojazdu a nadstavby jednoduchým HSP s neregulačným hydrogenerátorom nadstavby	150
3.5.4.2	Pohon pojazdu a nadstavby jednoduchým hydrostatickým prevodom s regulačným hydrogenerátorom	154
3.5.5	Kritéria výberu optimálnej schémy transmisie	156
3.6	Porovnanie hriadeľových a planétových stupňových prevodoviek	157
3.7	Prevody s plynulou zmenou prevodového pomeru – variátory	158
3.7.1	Mechanické prevody s plynulou zmenou prevodového pomeru – variátory	159
3.7.1.1	Remeňové variátory	159
3.7.2	Trecie prevody s plynulou zmenou prevodového pomeru – variátory.	164
3.7.3	Trecie variátory so súosovými hriadeľmi	165
4	HYDRODYNAMICKÉ PREVODY – HDP	168
4.1	Všeobecná teória prenosu energie v HDP.....	168
4.1.1	Hydrodynamický menič krútiaceho momentu.....	169
4.1.2	Využitelný prevodový pomer HDM.....	173
4.2	Hydrodynamická spojka – HDS	173
4.2.1	Tuhosť HDS	174
4.3	Hydrodynamická brzda – HDB	176
4.3.1	Brzdové retardéry	177
4.3.2	Hydrodynamický menič krútiaceho momentu - HDM.....	178
4.3.2.1	Charakteristiky HDM.....	180
4.3.2.2	Využitelný prevodový pomer HDM.....	182
4.4	Priestupnosť HDP a jej kritéria	183
4.5	Hydromechanické prevodovky s hydrodynamickým meničom krútiaceho momentu - HMPsHDM.....	185
4.5.1	Sériové hydrodynamicko-mechanické prevody –SHDMP	192
5	HYDROSTATICKÉ PREVODY – HSP	201
5.1	Základné typy HSP a vzťahy pre prenos energie hydrostatickou cestou	205
5.1.1	Hydrostatické prevodníky – HSP	208
5.1.1.1	Základné parametre hydrostatických prevodníkov a závislosti medzi nimi	209
5.1.1.2	Charakteristiky hydrogenerátorov	210

5.1.1.3	Charakteristiky hydromotorov	212
5.1.1.4	Základné typy hydrogenerátorov a hydromotorov	216
5.1.1.5	Zubové hydrogenerátory - HG a hydromotory – HM	217
5.1.1.6	Lamelové hydrogenerátory - LHG a hydromotory – LHM	218
5.1.1.7	Piestové hydrogenerátory a hydromotory.....	218
5.1.1.8	Priamočiare hydromotory – hydraulické valce	219
5.2	Hydrostatický prenos výkonu a základné princípy jeho riadenia	220
5.2.1	Regulácia jednotokových hydrostaticko-mechanických pohonov – JTHSMP	223
5.2.1.1	Regulácia JTHSMP s jedným regulačným prevodníkom	224
5.2.2	Jednotkový hydrostaticko-mechanický prevod s regulačným hydrogenerátorom a hydromotorom	229
5.3	Riadenie výstupných parametrov HSP	238
5.3.1	Riadenie smeru pohybu hydromotora	238
5.3.2	Riadenie sily a krútiaceho momentu	239
5.3.3	Riadenie pohybovej frekvencie hydromotora	241
5.3.3.1	Riadenie pohybovej frekvencie hydromotora riadením prietoku v prenosovom kanáli	241
5.3.4	Riadenie pohybovej frekvencie zmenou geometrického objemu prevodníka	243
5.3.4.1	Riadenie pohybovej frekvencie zmenou geometrického objemu hydrogenerátora	244
5.3.4.2	Riadenie pohybovej frekvencie hydromotora zmenou geometrického objemu hydromotora	245
5.3.4.3	Riadenie pohybovej frekvencie hydromotora zmenou geometrického objemu hydrogenerátora a hydromotora	245
5.4	Riadenie ďalších parametrov HSP	246
5.4.1	Riadenie výkonu hydromotorov	246
5.4.2	Synchronizácia pohybu hydromotorov	247
5.4.3	Brzdenie hydromotorov	250
5.4.4	Brzdenie v uzavretom hydraulickom okruhu	250
5.5	Charakteristické hydrostatické obvody	252
5.5.1	Jednoduchý otvorený hydrostatický obvod	252
5.5.2	Uzavretý hydraulický obvod	253
5.5.3	Hydraulické obvody s odľahčením hydrogenerátora	254
5.5.4	Sériové a paralelné zapojenie hydromotorov	255
5.6	Hydraulické servomechanizmy	256
5.6.1	Mechanicko-hydraulické servomechanizmy	259
5.6.2	Elektrohydraulické servomechanizmy	259

6	DIFERENCIÁLNE PREVODY S PLYNULOU ALEBO STUPŇOVOU ZMENOU PREVODOVÉHO POMERU	260
6.1	Štruktúra a základné parametre diferenciálov	262
6.2	Všeobecná teória prenosu energie v jednotkových a diferenciálnych prevodoch s plynulou a stupňovou zmenou prevodového pomeru.....	265
6.2.1	Kinematické, momentové a energetické charakteristiky DVP s diferenciálom 4D.....	266
6.2.1.1	Kinematické, momentové a energetické parametre na hriadeľoch variátora s diferenciálom 4D.....	267
6.2.1.2	Viačtokové hydrostaticko-mechanické prevody s diferenciálom na výstupe.....	274
6.2.2	Variátorový prevod s diferenciálom na vstupe VPDA.....	278
6.2.3	Analýza diferenciálnych variátorových prevodov.....	280
6.2.4	Rozsah prevodových pomerov DVP.....	281
6.3	Diferenciálne prevody s mechanickým variátorom DPsmv.....	282
6.4	Diferenciálne prevody s hydrodynamickým prevodom – DPshdp....	283
6.4.1	Kinematické, momentové a energetické parametre diferenciálnych prevodov s hydrodynamickým prevodom - DPshdp.....	285
6.4.2	Diferenciálne prevody s hydrodynamickým prevodom a diferenciálom na výstupe - DPshdpDX	292
6.4.3	Diferenciálne prevody s hydrodynamickým meničom - variátorom a diferenciálom na vstupe - DPshdpDA.....	301
6.4.3.1	Porovnanie HMP s HDP v sériovom zapojení s HMP s HDP v diferenciálnom zapojení.....	313
6.4.4	Hydrodynamicko-mechanické prevodovky s viacturbínovým HDP..	314
6.4.5	HDMP s hydrodynamickým diferenciálom.....	317
6.5	Hydrostaticko-mechanické prevody - HSMP.....	319
6.5.1	Jednotkové hydrostaticko-mechanické prevody - JTHSMP.....	320
6.5.2	Viačtokové hydrostaticko-mechanické prevody.....	321
6.5.2.1	Viačtokové hydrostaticko-mechanické prevody s vnútorným delením toku výkonu.....	322
6.5.2.2	Hydrostaticko-mechanické prevody s vonkajším delením toku výkonu.....	323
6.5.3	Diferenciálne prevody s hydrostatickým prevodom - DPshsp.....	324
6.5.3.1	Charakteristiky DPshsp a ich vzájomné väzby.....	324
6.5.4	Účinnosť diferenciálnych hydrostaticko-mechanických prevodov....	334
6.5.5	Návrh základných parametrov HSMP z pohľadu minimálneho rohového výkonu.....	335

6.5.6	Voľba parametrov mechanizmu s jedným regulovateľným hydrostatickým prevodníkom.....	346
6.5.7	Viacrýchlostné prevodovky s hydrostatickým variátorom - VRPsHSV.....	357
6.5.7.1	Viačtokové hydrostaticko-mechanické prevody - VTHSMP.....	360
6.5.8	Viacrýchlostné HSMP s nemeniacou sa všeobecnou schémou prenosu.....	362
6.5.8.1	Definovanie parametrov preradenia.....	371
6.5.8.2	Voľba parametrov diferenciálneho mechanizmu HSMP.....	383
6.5.8.3	Návrh kinematickej schémy DHSMP typu DX a jej parametrov základného mechanizmu.....	396
6.5.8.4	Prevodovky s meniacou sa všeobecnou schémou prenosu.....	401
6.5.8.5	Diferenciálne hydrostaticko-mechanické variátory typu DA-DX a ich rozdelenie.....	426
6.5.8.6	Viacrýchlostné HSMP s reverzáciou pohybu typu nDX-R.....	455
6.5.8.7	Porovnanie viacrýchlostných HSMP.....	456
6.5.9	Pohon pojazdu a nadstavby hydrostatickým prevodom.....	458
6.5.9.1	Pohon pojazdu a nadstavby jednoduchým HSP s neregulačným hydrogenerátorom nadstavby.....	461
6.5.9.2	Pohon pojazdu i nadstavby jednoduchým hydrostatickým prevodom s regulačným hydrogenerátorom.....	466
6.5.9.3	Kombinované hydromechanické variátory.....	468
7	DYNAMICKÝ VÝPOČET TRANSMISIE S PLYNULOU A STUPŇOVOU ZMENOU PREVODOVÉHO POMERU.....	473
7.1	Všeobecný matematicko-fyzikálny model transmisie.....	473
7.1.1	Výpočet sumárnych momentov.....	482
7.1.1.1	Moment motora a záťaže.....	482
7.1.1.2	Trečí moment na radiacom člene.....	482
7.1.1.3	Moment na hnacom a hnanom člene variátora.....	485
7.1.2	Požiadavky na automatické radenie prevodových stupňov v hydro-mechanických prevodovkách s hydrodynamickým prevodom.....	486
7.1.2.1	Začiatok a koniec radenia.....	495
7.1.2.2	Blokovanie komplexného hydrodynamického meniča.....	496
7.1.3	Dynamika prevodoviek s hydrostatickým prevodom.....	499
7.1.3.1	Dynamický model diferenciálneho hydrostaticko-mechanického prevodu.....	500
7.1.3.2	Pohybové rovnice hydrostaticko-mechanického prevodu so štvorhriadel'ovým diferenciálom – 4D.....	500
7.1.3.3	Sumárne hmotné momenty zotrvačnosti DHSMP.....	505
7.1.4	Zotrvačné vlastnosti DHSMP.....	506

7.1.4.1	Rozbeh DHMP s hydrostatickým prevodom.....	508
7.1.5	Brzdenie DHSMP.....	519
7.2	Brzdenie s kombinovaným hydromechanickým prevodom – KHMVP.....	521
8	VŠEOBECNÝ VÝPOČTOVÝ MODEL JEDNO A VIAC TOKOVÝCH A DIFERENCIÁLNYCH PREVODOV SO STUPŇOVOU A PLYNULOU ZMENOU PREVODOVÉHO POMERU.....	526
8.1	Analýza prevodov s plynulou zmenou prevodového pomeru z pohľadu všeobecného modelu prenosu	528
8.1.1	Analýza prevodov s mechanickým variátorom	528
8.1.2	Analýza hydrodynamických prevodov	528
8.1.3	Analýza hydrostaticko-mechanických prevodov	532
8.2	Analýza prevodových mechanizmov s vetvením výkonom	541
8.2.1	Porovnanie viacrýchlostných HSMP	544
8.3	Návrh všeobecného modelu transmisie s postupným a vetveným tokom výkonu	546
8.3.1	Viacrýchlostné HSMP s nemeniacou sa všeobecnou schémou prenosu.....	548
8.3.1.1	Prevodovky s meniacou schémou prenosu JT-DA, JT-DX a JT-nDX	550
8.4	Všeobecný model prevodu s postupným a deleným tokom výkonu s plynulou alebo stupňovou zmenou prevodového pomeru	550
	Literatúra	565