

Obsah

Úvod.....	9
1 Prostředí pohybu vozidel.....	10
1.1 Vzduch a jeho vlastnosti.....	10
1.2 Vlastnosti vozovek.....	11
1.3 Vlastnosti terénu.....	13
1.3.1 Vlastnosti zemin.....	14
1.3.2 Chování zemin za působení sil.....	16
1.3.3 Geometrie povrchu a překážky v terénu.....	20
2 Teorie pohybu kolových vozidel.....	23
2.1 Soustava sil působících na vozidlo.....	23
2.1.1 Souřadné soustavy vozidla.....	23
2.1.2 Síly působící na vozidlo.....	24
2.2 Valení kola.....	25
2.2.1 Vlastnosti kola s pneumatikou.....	25
2.2.2 Kinematika valení kola v rovině.....	28
2.2.3 Silové poměry při valení kola v rovině.....	32
2.2.4 Valení kola za působení boční síly.....	36
2.2.5 Valení kola s odklonem.....	38
2.3 Jízdní odpory.....	39
2.3.1 Odpor valivý.....	39
2.3.2 Odpor vzduchu.....	44
2.3.3 Odpor do stoupání.....	47
2.3.4 Odpor setrvačný.....	48
2.3.5 Odpor přívesu.....	51
2.4 Přenos sil ve styku kol s vozovkou.....	52
2.4.1 Faktory ovlivňující velikost adhezní síly.....	53
2.5 Radiální reakce.....	57
2.5.1 Radiální reakce náprav.....	58
2.5.1.1 Dvounápravová vozidla.....	58
2.5.1.2 Vícenápravová vozidla s vahadlovými závěsy dvojic náprav.....	59
2.5.1.3 Vícenápravová vozidla s nezávislým zavěšením kol.....	63
2.5.2 Radiální reakce kol.....	66
2.6 Rovnováha sil a výkonů ve směru jízdy.....	66
2.6.1 Velikost hnací síly.....	66
2.6.1.1 Mechanická účinnost převodného ústrojí.....	67
2.6.1.2 Vliv diferenciálů na velikost hnací síly.....	68
2.6.2 Rovnováha sil a výkonů.....	70
2.7 Přenos sil od motoru na kola.....	71
2.7.1 Charakteristika spalovacího motoru.....	71
2.7.2 Ideální průběh hnací síly.....	72
2.7.3 Uspořádání převodů kolových vozidel.....	73
2.7.4 Stupňová převodovka s ozubenými koly.....	74
2.7.5 Kombinace stupňových převodovek s ozubenými koly.....	76
2.7.6 Hydrodynamický člen a stupňová převodovka.....	78
2.7.7 Zvláštní převody.....	80
2.7.8 Plynulé převody.....	81
2.7.9 Vznik parazitních sil a jejich vliv na chování vozidla.....	82
2.8 Dynamické vlastnosti kolových vozidel v přímé jízdě.....	85

2.8.1	Trakční diagram.....	85
2.8.2	Výkonový diagram.....	90
2.8.3	Dynamická charakteristika.....	91
2.9	Teorie brzdění kolových vozidel.....	93
2.9.1	Velikost brzdících sil na kolech.....	94
2.9.2	Průběh a etapy brzdění.....	95
2.9.2.1	Reakční doba a náběh brzdění.....	97
2.9.2.2	Plné brzdění.....	99
2.9.2.3	Dráha pro zabrzdění.....	100
2.9.2.4	Brzdná dráha.....	101
2.9.3	Stabilita při brzdění a účinnost brzdění.....	103
2.9.3.1	Směrová stabilita brzděného vozidla.....	103
2.9.3.2	Ideální rozdělení brzdících sil na nápravy automobilu.....	104
2.9.3.3	Konstantní rozdělování brzdících sil na nápravy.....	107
2.9.3.4	Proměnné rozdělování brzdících sil na nápravy.....	108
2.9.3.5	Brzdění s ABS.....	110
2.9.4	Nouzové brzdění.....	111
2.9.5	Brzdění vícenápravových vozidel a jízdních souprav.....	112
2.10	Teorie zatáčení kolových vozidel.....	113
2.10.1	Kinematika zatáčení.....	113
2.10.1.1	Řízení rejdrovou nápravou.....	113
2.10.1.2	Řízení rejdrovními koly.....	114
2.10.2	Dynamika zatáčení.....	118
2.10.2.1	Rovinný model zatáčení dvounápravového vozidla.....	118
2.10.2.2	Druhy vozidel z hlediska zatáčení.....	121
2.10.2.3	Jízda vozidla po kruhové dráze.....	123
2.10.2.4	Jízda vozidla s konstantním natočením volantu.....	125
2.10.2.5	Dynamika zatáčení vícenápravových vozidel.....	129
2.10.3	Stabilita řízení.....	130
2.11	Stabilita kolových vozidel.....	133
2.11.1	Směrová stabilita.....	134
2.11.1.1	Směrová stabilita v přímé jízdě.....	134
2.11.1.2	Aerodynamická stabilita.....	138
2.11.2	Stabilita příčná.....	139
2.11.2.1	Stabilita v zatáčce.....	139
2.11.2.2	Stabilita na příčném svahu.....	141
2.11.3	Stabilita podélná.....	142
2.11.3.1	Sklouznutí na podélném svahu.....	142
2.11.3.2	Adhezní stoupavost vozidla.....	143
2.11.3.3	Převrácení vozidla.....	144
2.11.3.4	Ztráta říditelnosti.....	145
2.11.4	Vliv uspořádání podvozku vozidla na stabilitu.....	145
2.11.4.1	Vliv umístění hnací nápravy na stabilitu.....	145
2.11.4.2	Vliv typu nápravy na stabilitu.....	146
2.12	Teorie pérování kolových vozidel.....	159
2.12.1	Charakteristika pružících prvků.....	159
2.12.2	Dynamické modely pérování.....	161
2.12.3	Kmitání hmoty nad nápravami.....	163
2.12.3.1	Vlastní netlumené kmity.....	163
2.12.3.2	Vynucené netlumené kmity.....	166

2.12.3.3	Vynucené tlumené kmity.....	166
2.12.4	Vliv konstrukčních parametrů na pérování.....	167
2.13	Průjezdnost kolových vozidel v terénu.....	168
2.13.1	Překonávání bořivého terénu.....	169
2.13.2	Překonávání členitého terénu.....	171
2.13.2.1	Překonávání kolmých stupňů a příkopů.....	172
2.13.3	Parametry ovlivňující průjezdnost vozidla.....	174
2.13.3.1	Trakční a dynamické parametry.....	174
2.13.3.2	Geometrické parametry.....	175
2.13.3.3	Konstrukční parametry a pomocná opatření.....	176
2.13.4	Hodnocení průjezdnosti vozidel.....	178
2.13.4.1	Kriteria průjezdnosti založená na konstrukčních parametrech vozidla... 178	
2.13.4.2	Kriteria průjezdnosti zahrnující vlastnosti vozidla i terénu.....	180
3	Výpočty parametrů a hlavních částí kolových vozidel.....	181
3.1	Výpočet potřebného výkonu motoru.....	181
3.2	Zásady výpočtu třecí spojky.....	182
3.3	Zásady výpočtu převodovek.....	184
3.3.1	Výpočet rozsahu převodů.....	184
3.3.2	Odstupňování rychlostních stupňů hlavní převodovky.....	186
3.3.3	Výpočet součástí převodovek.....	189
3.4	Zásady výpočtu stálého převodu.....	190
3.5	Zásady výpočtu diferenciálů.....	191
3.5.1	Kinematika diferenciálu.....	191
3.5.2	Rozdělování hnacího momentu diferenciálem.....	192
3.5.3	Účinnost diferenciálu.....	194
3.5.4	Pevnostní výpočet diferenciálů.....	195
3.6	Zásady výpočtu hnacích hřídelů.....	195
3.6.1	Otáčky hřídelů.....	196
3.6.2	Namáhání hřídelů momentem.....	199
3.6.2.1	Maximální moment od motoru.....	199
3.6.2.2	Maximální moment od adheze.....	201
3.6.2.3	Výpočet namáhání na krut.....	202
3.6.2.4	Výpočet hnacích hřídelů kol.....	202
3.7	Zásady výpočtu rámu a karosérií.....	205
3.7.1	Výpočet rámu.....	205
3.7.2	Výpočet karosérií.....	206
3.8	Zásady výpočtu náprav.....	207
3.9	Zásady výpočtu pérování.....	208
3.9.1	Výpočet zatížení pružícího prvku a charakteristických veličin pérování.....	209
3.9.2	Výpočet základních parametrů a pevnostní výpočet pružícího prvku.....	210
3.10	Zásady výpočtu řízení.....	212
3.10.1	Návrh a kontrola kinematiky rejdového ústrojí.....	212
3.10.2	Výpočet hlavních parametrů řízení.....	215
3.10.3	Síly v řízení a pevnostní výpočet.....	216
3.11	Zásady výpočtu brzd.....	217
3.11.1	Potřebný brzdny moment kolových brzd vozidla.....	217
3.11.2	Výpočet bubnových čelist'ových brzd.....	218
3.11.3	Výpočet kotoučových brzd.....	222
4	Teorie pohybu pásových vozidel.....	223
4.1	Motor a vozidlo.....	223

4.2	Vnitřní ztráty a součinitel účinnosti.....	224
4.2.1	Ztráty v motorové skupině.....	224
4.2.2	Ztráty v převodném ústrojí.....	226
4.2.3	Ztráty v pásovém pohybovém ústrojí.....	227
4.2.3.1	Napnutí pásu.....	228
4.2.3.2	Určení velikosti ztrát v PPÚ.....	230
4.2.4	Celkové ztráty v poháněcí soustavě.....	231
4.3	Vnější síly a momenty působící na vozidlo v obecném případě přímočarého pohybu.....	232
4.3.1	Rovnováha sil a momentů.....	236
4.4	Styk pásů s vozovkou, adhezní síla.....	237
4.5	Tahový výpočet vozidla při přímé jízdě.....	240
4.5.1	Tahový výpočet nově navrhovaného vozidla s mechanickým převodným ústrojím.....	240
4.5.1.1	Výpočet výkonu motoru.....	240
4.5.1.2	Stanovení rozsahu rychlostí (převodů).....	241
4.5.1.3	Uspořádání rychlostních stupňů.....	242
4.5.1.3.1	Odstupňování rychlostních stupňů.....	243
4.5.1.3.2	Úpravy odstupňování rychlostních stupňů.....	246
4.5.2	Kontrolní tahový výpočet, tahová charakteristika vozidla s mechanickým převodným ústrojím.....	247
4.5.2.1	Postup sestrojení tahové charakteristiky.....	247
4.5.2.2	Využití tahové charakteristiky.....	248
4.5.3	Tahový výpočet vozidla s hydromechanickým převodným ústrojím.....	251
4.5.3.1	Základy teorie hydrodynamických mechanismů.....	251
4.5.3.2	Návrh hydrodynamického měniče.....	256
4.5.3.3	Sestrojení tahové charakteristiky vozidla s hydromechanickým převodným ústrojím.....	257
4.5.3.3.1	Návrh měniče.....	258
4.5.3.3.2	Charakteristika spolupráce motoru s měničem.....	258
4.5.3.3.3	Výstupní charakteristika měniče.....	260
4.5.3.3.4	Výpočet mechanické části hydromechanického převodného ústrojí, tahová charakteristika.....	261
4.5.4	Brzdění vozidel.....	263
4.6	Teorie zatáčení bojových pásových vozidel.....	264
4.6.1	Kinematika zatáčení.....	265
4.6.2	Síly a momenty působící na vozidlo při zatáčení.....	266
4.6.2.1	Zatáčení na svahu.....	270
4.6.3	Stabilita vozidla při zatáčení, mezní poloměry zatáčení.....	272
4.6.4	Tahový výpočet zatáčení.....	274
4.6.4.1	Rozdělení směrových ústrojí.....	274
4.6.4.1.1	Stanovení velikosti a počtu jmenovitých poloměrů zatáčení R_j	277
4.6.4.1.2	Poloměr volného zatáčení.....	279
4.6.4.2	Graf bilance výkonu při zatáčení.....	280
4.6.4.2.1	Směrová spojka.....	281
4.6.4.2.2	Dvoustupňové planetové směrové ústrojí (2° PSU).....	283
4.6.4.2.3	Kombinované směrové ústrojí (KSU).....	286
4.6.4.3	Tahová charakteristika zatáčení.....	288
4.6.4.3.1	Postup sestrojení tahové charakteristiky zatáčení.....	288
4.6.4.3.2	Využití grafu bilance výkonu a tahové charakteristiky zatáčení.....	290

4.6.5	Tahový výpočet vozidla se směrovým ústrojím diferenciálového typu.....	291
4.6.5.1	Činnost směrových ústrojí diferenciálového typu.....	291
4.6.5.2	Tahový výpočet zatáčení vozidla se směrovým ústrojím diferenciálového typu.....	295
4.6.6	Zvláštnosti zatáčení vozidel s hydromechanickým převodným ústrojím.....	295
4.6.6.1	Vliv hydromechanického směrového ústrojí.....	296
4.6.6.2	Vliv hydromechanického převodného ústrojí.....	296
4.6.7	Zhodnocení směrových ústrojí.....	298
4.7	Překonávání překážek.....	300
4.7.1	Překonávání suchozemských překážek.....	301
4.7.1.1	Málo únosný terén.....	301
4.7.1.2	Překážky s velkou změnou vertikálního profilu.....	302
4.7.1.2.1	Překonávání kolmé stěny.....	303
4.7.1.2.2	Překonávání zákopu.....	304
4.7.2	Překonávání vodních překážek.....	304
4.7.2.1	Brodění.....	305
4.7.2.2	Jízda pod vodou.....	305
4.7.2.2.1	Úpravy a příprava vozidla.....	305
4.7.2.2.2	Teorie pohybu vozidla při jízdě pod vodou.....	306
4.7.2.3	Plavba vozidla.....	308
4.7.2.3.1	Plovatelnost vozidla.....	308
4.7.2.3.2	Stabilita vozidla.....	309
4.7.2.3.3	Pohon vozidla.....	314
4.8	Odpérování bojových pásových vozidel.....	318
4.8.1	Hlavní parametry pružiny.....	319
4.8.2	Charakteristická kmitání vozidla, parametry plavnosti jízdy.....	323
4.8.3	Výpočet kmitání.....	325
4.8.3.1	Vlastní volné kmitání.....	325
4.8.3.2	Vlastní kmitání vozidla s tlumiči pérování.....	331
4.8.3.3	Vynucené kmitání.....	334
4.8.3.4	Další faktory ovlivňující kmitání.....	338
4.8.3.4.1	Spolupráce pružin s tlumiči pérování.....	338
4.8.3.4.2	Přídavná kmitání.....	338
4.8.3.4.3	Vliv vzájemné vazby odpérovaných a neodpérovaných částí prostřednictvím šikmých větví pásů.....	339
5	Výpočty parametrů a částí pásových vozidel.....	343
5.1	Planetové převody.....	343
5.1.1	Základní pojmy.....	343
5.1.2	Princip činnosti jednoduché planetové řady.....	344
5.1.3	Kinematika planetové řady.....	345
5.1.3.1	Výpočet převodového poměru.....	346
5.1.3.2	Varianty uspořádání planetové řady a satelitů.....	349
5.1.3.2.1	Použití dvojitého satelitu.....	349
5.1.3.2.2	Použití dvojnásobného satelitu.....	350
5.1.3.2.3	Přidružená planetová řada.....	352
5.1.3.2.4	Spojení planetových řad.....	353
5.1.3.2.5	Výpočet převodového poměru převodovky tvořené dvěma (více) planetovými řadami.....	355
5.1.3.3	Výpočet otáček jednotlivých prvků planetové řady.....	356
5.1.3.3.1	Otáčky hlavních prvků.....	357

5.1.3.3.2	Výpočet otáček satelitů.....	358
5.1.3.3.3	Obecný graf úhlových rychlostí (otáček).....	359
5.1.4	Výpočet sil a momentů.....	363
5.1.4.1	Výpočet sil a momentů působících působících na hlavních prvcích planetové řady.....	363
5.1.4.2	Výpočet momentů brzd a spojek.....	365
5.1.4.2.1	Výpočet momentů brzd.....	365
5.1.4.2.2	Výpočet momentů spojek.....	366
5.1.5	Výpočet účinnosti.....	368
5.1.6	Parazitní cirkulující výkon.....	370
5.1.7	Analýza planetové převodovky.....	372
5.1.8	Příklady použití planetových převodovek.....	376
5.1.9	Hlavní zásady konstrukčního řešení planetových převodů.....	381
5.1.9.1	Stanovení kola s minimálním počtem zubů.....	382
5.1.10	Návrh a sestavení planetových převodů.....	383
5.2	Podvozek.....	384
5.2.1	Výpočet pérování s mechanickou pružinou.....	384
5.2.1.1	Výpočet tlumičů pérování.....	387
5.2.2	Výpočet pérování s hydropneumatickou jednotkou.....	389
6	Zkoušky vlastností vojenských vozidel.....	392
6.1	Měření polohy těžiště vozidla.....	393
6.2	Rychlostní zkoušky.....	397
6.2.1	Maximální rychlost vozidla.....	397
6.2.2	Zkouška akcelerace.....	397
6.3	Zkoušky dynamických vlastností.....	398
6.4	Brzdové zkoušky.....	403
6.5	Zkoušky říditelnosti a stability.....	404
6.5.1	Zkoušky říditelnosti.....	404
6.5.2	Dynamická stabilita (vyhýbací manévr).....	409
6.6	Zkoušky průjezdnosti.....	410
6.6.1	Standardní překážky.....	410
6.6.2	Podélné a příčné sklony.....	411
6.6.3	Pohyblivost v měkkém terénu.....	413
6.6.4	Brodění.....	414
6.6.5	Metacentrum.....	415
7	Závěr.....	416
	Použité symboly.....	417
	Seznam zkratk.....	436
	Literatura.....	437
	Rejstřík.....	439