

## Obsah

Předmluva . . . . .	13
Jednotné symboly pro vzorce, rovnice a diagramy . . . . .	15

### Část první

#### TEORIE A PROSTŘEDKY VRTACÍ TECHNIKY

1.	Vrtání hornin . . . . .	21
1.1	Vlastnosti hornin . . . . .	21
1.11	Vrtatelnost hornin . . . . .	23
1.12	Klasifikace hornin . . . . .	23
1.2	Systematika vrtání hornin . . . . .	24
1.3	Základy teorie vrtání hornin . . . . .	26
1.31	Vrtání příklepné . . . . .	26
1.32	Vrtání rotační . . . . .	30
1.33	Vrtání valivé . . . . .	35
1.34	Vrtání rotačně příklepné . . . . .	38
1.35	Význam hloubky vrtu a otupení nástroje . . . . .	39
1.36	Zvláštní způsoby vrtání . . . . .	40
1.361	Termické vrtání . . . . .	40
1.362	Ostatní zvláštní způsoby vrtání . . . . .	42
1.4	Vynášení drti z vrtu . . . . .	43
1.5	Porovnání různých způsobů vrtání hornin . . . . .	49
2.	Vrtací kladiva . . . . .	50
2.1	Rozdělení a konstrukce vrtacích kladiv . . . . .	51
2.11	Systematika vrtacích kladiv . . . . .	51
2.111	Ruční vrtací kladiva . . . . .	51
2.112	Kladiva s podpěrou . . . . .	51
2.113	Sáňová vrtací kladiva . . . . .	53
2.114	Dostropní kladiva . . . . .	54
2.115	Ponorná kladiva . . . . .	55
2.116	Ponorné vícekladivové agregáty . . . . .	56
2.117	Závěsná kladiva . . . . .	56
2.12	Konstrukce vrtacích kladiv . . . . .	58
2.121	Činnost vrtacího kladiva . . . . .	58

2.122	Rozvod vzduchu . . . . .	58
2.123	Natáčečí mechanismus . . . . .	59
2.2	Práce a výkon kladiva . . . . .	62
2.3	Porovnání vrtání kladivem vnějším a kladivem ponorným . . . . .	63
2.31	Porovnání podle ztrát energie . . . . .	63
2.32	Porovnání podle specifické vrtací práce . . . . .	64
2.33	Technické prostředky zvyšování výkonu, zejména při vrtání delších vrtů . . . . .	64
2.331	Výkony sáňových kladiv . . . . .	66
2.332	Podmínky výplachu, resp. výfuku drti . . . . .	66
2.333	Separátní natáčení u sáňových kladiv . . . . .	69
2.334	Význam délky zdvihu pístu . . . . .	70
2.335	Tandemový píst . . . . .	71
2.336	Vysoký tlak vzduchu . . . . .	71
2.4	Vrtací podpěry . . . . .	75
2.41	Konstrukce podpěr . . . . .	75
2.42	Režim práce soustavy kladivo — podpěra . . . . .	75
2.5	Nástroje pro přiklepné vrtání . . . . .	78
2.51	Nástroje pro krátké vrty . . . . .	78
2.52	Nástroje pro dlouhé vrty . . . . .	80
2.53	Nástroje pro rozšiřování vrtů . . . . .	83
2.54	Nástroje pro ponorná kladiva . . . . .	84
2.55	Pomůcky pro vrtání dlouhých vrtů . . . . .	85
2.6	Příslušenství vrtacích kladiv . . . . .	87
2.61	Součásti rozvodu stlačeného vzduchu . . . . .	87
2.62	Pomocné nástroje . . . . .	88
2.7	Vrtací kladiva na jiný pohon . . . . .	88
3.	Vrtačky . . . . .	91
3.1	Rotační vrtačky . . . . .	92
3.2	Rotačně přiklepné vrtačky . . . . .	96
3.3	Nástroje pro rotační a rotačně přiklepné vrtání . . . . .	97
4.	Vrtací plošiny, vrtací vozy apod. . . . .	99
4.1	Vrtací plošiny pro ražení chodeb a tunelů . . . . .	100
4.2	Vrtací plošiny pro komíny . . . . .	103
4.3	Vrtací vozy pro dobývky . . . . .	103
4.4	Vrtací vozy pro ražení . . . . .	105
4.41	Vrtací vozy pro střední a velké profily . . . . .	107
4.42	Vrtací vozy pro menší profily . . . . .	108
4.43	Význam vrtacích vozů pro ražení . . . . .	112
4.5	Vrtací agregáty pro hloubení . . . . .	113
5.	Vrtací soupravy pro hlubinu. . . . .	116
5.1	Vrtací soupravy pro dobývky . . . . .	116
5.11	Vrtací sloupy a stojany . . . . .	116
5.12	Přiklepné soupravy se sáňovými kladivy . . . . .	120
5.13	Soupravy s ponornými kladivy . . . . .	123
5.14	Rotačně přiklepné soupravy pro dobývky . . . . .	124
5.15	Soupravy rotačního a valivého vrtání . . . . .	126
5.2	Specializované soupravy pro velmi velké průměry . . . . .	128
5.3	Ostatní soupravy pro hlubinu . . . . .	133
5.31	Soupravy pro ražení komínů dlouhými vrty . . . . .	133
5.32	Těžké vrtačky . . . . .	134

6.	Vrtací soupravy pro povrch . . . . .	139
6.1	Vrtací sloupy . . . . .	141
6.2	Lomové vrtací soupravy příklepné . . . . .	142
6.3	Lomové vrtací soupravy rotační . . . . .	147
6.4	Ostatní lomové vrtací soupravy . . . . .	150
6.5	Univerzální lomové vrtací soupravy . . . . .	154
6.6	Přímé vrtání jam a soupravy k tomuto účelu používané . . . . .	160
7.	Razicí kombajny . . . . .	165
7.1	Historie a význam ražení chodeb kombajny . . . . .	165
7.2	Kombajny pro ražení v měkkých horninách . . . . .	166
7.3	Britské přibírkové kombajny . . . . .	169
7.4	Kombajny pro tvrdé horniny . . . . .	170
7.5	Příklady efektivního uplatnění razicích kombajnů . . . . .	172
8.	Údržba vrtacího zařízení. . . . .	174
8.1	Mazání vrtacích kladiv . . . . .	174
8.2	Slinuté karbidy pro vrtací nástroje . . . . .	175
8.3	Ostření vrtacích nástrojů . . . . .	176
8.4	Údržba vrtacích tyčí . . . . .	179

## Část druhá

### PROSTŘEDKY TRHACÍ TECHNIKY

9.	Výbušiny a výbuchové děje . . . . .	181
9.1	Výbuchové přeměny a jejich rozdělení . . . . .	181
9.11	Výbuchové (explozivní) hoření . . . . .	182
9.12	Detonace . . . . .	182
9.2	Rozdělení chemických výbušin . . . . .	184
9.21	Střeliviny . . . . .	185
9.22	Třaskaviny . . . . .	185
9.23	Trhaviny . . . . .	185
9.3	Stabilita detonace . . . . .	185
9.31	Ideální detonace . . . . .	186
9.32	Neideální detonace . . . . .	187
9.33	Detonace stabilní, nestabilní a metastabilní . . . . .	187
9.34	Hydrodynamická teorie detonace . . . . .	187
9.35	Roznět a počín trhavin . . . . .	188
9.36	Podmínky pro stabilní detonaci . . . . .	189
10.	Výbušinářské charakteristiky a hodnocení výbušin . . . . .	190
10.1	Důležité charakteristiky výbušin . . . . .	190
10.11	Výbuchové teplo . . . . .	190
10.12	Objem výbuchových zplodin . . . . .	191
10.13	Výbuchová teplota . . . . .	191
10.14	Hustota výbušiny . . . . .	192
10.15	Detonační rychlost . . . . .	193
10.16	Přenos detonace . . . . .	196
10.17	Force (teoretická síla výbušiny) . . . . .	196
10.18	Kyslíková bilance . . . . .	196
10.2	Citlivost výbušin . . . . .	197

10.21	Teplota vzduchu . . . . .	197
10.22	Citlivost výbušiny k rázu . . . . .	198
10.23	Citlivost výbušiny ke tření . . . . .	199
10.24	Citlivost výbušiny vůči náboji statické elektřiny . . . . .	200
10.25	Vlivy na citlivost výbušin . . . . .	200
10.3	Zkoušení pracovní schopnosti a brizance výbušin . . . . .	201
10.31	Stanovení pracovní schopnosti výbušin . . . . .	201
10.32	Stanovení brizance výbušin . . . . .	203
10.4	Důlní bezpečnost výbušin . . . . .	204
10.41	Zkoušení důlní bezpečnosti trhavin . . . . .	205
10.42	Zkoušení důlní bezpečnosti ostatních prostředků trhací techniky . . . . .	206
10.5	Výbuchové zplodiny . . . . .	207
10.6	Stálost výbušin a odolnost proti vodě . . . . .	208
10.61	Stálost výbušin . . . . .	208
10.62	Vodovzdornost . . . . .	209
10.7	Základní rozdělení prostředků trhací techniky . . . . .	209
11.	Průmyslové trhaviny a speciální nálože . . . . .	210
11.1	Výbušné sloučeniny a suroviny průmyslových trhavin . . . . .	211
11.11	Nitroestery . . . . .	212
11.12	Nitrolátky . . . . .	213
11.13	Nitraminy . . . . .	213
11.14	Okysličovadla průmyslových trhavin . . . . .	213
11.15	Paliva a ostatní přísady průmyslových trhavin . . . . .	214
11.2	Značení průmyslových trhavin . . . . .	215
11.3	Plastické průmyslové trhaviny . . . . .	216
11.31	Plastické trhaviny . . . . .	216
11.32	Plastické trhaviny se stabilizovanou detonační rychlostí . . . . .	218
11.33	Trhaviny plastifikované vodou . . . . .	219
11.34	Plastické trhaviny na bázi brizantních výbušných sloučenin . . . . .	221
11.4	Poloplastické průmyslové trhaviny . . . . .	221
11.5	Sypké (amonledkové) průmyslové trhaviny . . . . .	222
11.51	Sypké (práškové) trhaviny . . . . .	222
11.52	Granulované amonledkové trhaviny . . . . .	224
11.53	Trhaviny DAP . . . . .	224
11.6	Důlně bezpečné trhaviny . . . . .	224
11.7	Černý prach . . . . .	232
11.8	Speciální nálože . . . . .	233
11.81	Počínové nálože . . . . .	233
11.82	Kumulativní nálože s usměrněným účinkem . . . . .	234
11.83	Zvláštní nálože pro různá použití . . . . .	236
11.9	Hlediska pro volbu trhavin . . . . .	237
12.	Rozněcovadla . . . . .	239
12.1	Zápalnice . . . . .	239
12.11	Standardní zápalnice . . . . .	239
12.12	Rychlehořící zápalnice . . . . .	240
12.13	Speciální zápalnice . . . . .	240
12.2	Elektrické palníky . . . . .	243
12.21	Elektrické pilule . . . . .	243
12.22	Elektrické palníky . . . . .	244
12.23	Časované palníky . . . . .	245

12.3	Průmyslové rozbušky neelektrické . . . . .	245
12.31	Průmyslové rozbušky zážehové . . . . .	245
12.32	Bleskovicové rozbušky časované . . . . .	246
12.4	Rozbušky elektrické . . . . .	248
12.41	Mžikové elektrické rozbušky . . . . .	249
12.42	Milisekundové elektrické rozbušky . . . . .	251
12.43	Elektrické rozbušky déle nastované . . . . .	254
12.5	Elektrická rozněcovadla nestandardní . . . . .	256
12.51	Elektrická rozněcovadla se sníženou citlivostí . . . . .	256
12.52	Elektrické rozbušky termostabilní . . . . .	257
12.53	Elektrické rozbušky RVT . . . . .	257
12.54	Rozlišování elektrických rozbušek . . . . .	258
12.6	Bleskovice a bleskovicové zpožďovače . . . . .	259
12.61	Bleskovice . . . . .	259
12.62	Dvoubleskovice . . . . .	262
12.63	Speciální bleskovice . . . . .	262
12.64	Milisekundové bleskovicové zpožďovače . . . . .	263
12.7	Zápalovače a zažehovače . . . . .	265
12.71	Vétruvzdorný zapalovač s výstražným světlem . . . . .	265
12.72	Nasazovací zapalovač 549 . . . . .	265
12.73	Zážehovací dutinka MUDU . . . . .	265
12.8	Volba roznětu a rozněcovadel . . . . .	266
13.	Elektrický roznět a jeho pomůcky . . . . .	268
13.1	Roznětnice . . . . .	268
13.11	Roznětnice dynamoelektrické . . . . .	268
13.12	Roznětnice kondenzátorové . . . . .	271
13.13	Roznětnice jiného druhu . . . . .	276
13.2	Ohmmetry a zkoušečky elektrických roznětnic . . . . .	277
13.21	Voltohmometr Metra Vomel . . . . .	277
13.22	Ohmmetr KM 66 . . . . .	278
13.23	Schafflerovy ohmmetry . . . . .	278
13.24	Zkoušečky . . . . .	279
13.3	Ostatní pomůcky elektrického roznětu . . . . .	281
13.31	Roznětná a propojovací vedení . . . . .	281
13.32	Rychlospojky . . . . .	283
13.4	Základní mechanismus elektrického roznětu . . . . .	284
13.41	Volba elektrické roznětnice . . . . .	287
13.42	Výpočet zapojení roznětné sítě pro dynamoelektrické roznětnice . . . . .	287
13.43	Výpočet zapojení roznětné sítě pro kondenzátorové roznětnice . . . . .	289
13.44	Sestavení a kontrola elektrické roznětné sítě . . . . .	295
13.5	Nebezpečí předčasného elektrického roznětu . . . . .	297
13.51	Nežádoucí roznět bludnými proudy . . . . .	297
13.52	Ohrožení elektrického roznětu energovody . . . . .	298
13.53	Elektrický roznět v blízkosti vysílačů . . . . .	299
13.54	Nebezpečí statické elektřiny . . . . .	300
13.55	Předčasný roznět atmosférickou elektřinou . . . . .	301
14.	Předpisy o zacházení s výbušninami . . . . .	302
14.1	Bezpečnostní předpisy . . . . .	302
14.2	Normalizace v oblasti trhací techniky . . . . .	305

## TRHACÍ PRÁCE

15.	Rozpojování hornin výbuchem . . . . .	307
15.1	Působení výbuchu na obklopující prostředí . . . . .	307
15.2	Vlny napětí . . . . .	308
15.3	Mechanismus odštěpu . . . . .	309
15.4	Míra uplatnění mechanismu odštěpu . . . . .	311
15.5	Počet volných ploch . . . . .	314
15.6	Impedanční přízpůsobení soustavy trhavina—hornina . . . . .	315
15.7	Milisekundový roznět . . . . .	317
16.	Technologie trhacích prací . . . . .	320
16.1	Základní konstrukce náloží . . . . .	320
16.1.1	Druhy náloží . . . . .	320
16.1.2	Konstrukce náloží . . . . .	321
16.2	Základy řešení a výpočtů odstřelů . . . . .	322
16.2.1	Základy výpočtů soustředěných náloží . . . . .	322
16.2.2	Základy výpočtů táhlých náloží . . . . .	323
16.2.3	Volba konstrukce nálože . . . . .	324
16.2.4	Organizace soustavy náloží . . . . .	328
16.3	Roznět a počín náloží . . . . .	328
16.3.1	Druhy roznětu . . . . .	328
16.3.2	Volba intervalu časování milisekundového roznětu . . . . .	331
16.3.3	Počín náloží . . . . .	332
16.3.4	Umístění počínu . . . . .	333
16.3.5	Organizace roznětu soustav náloží . . . . .	334
16.4	Nabíjení . . . . .	335
16.4.1	Způsoby nabíjení náloží . . . . .	335
16.4.2	Průměr vrtnu a nálože . . . . .	339
16.4.3	Délky náložek . . . . .	339
16.4.4	Nabíjení soustředěných náloží . . . . .	340
16.5	Nejvhodnější průměr vrtnu . . . . .	340
16.6	Ucpávka . . . . .	341
16.6.1	Ucpávka náloží ve vrtech . . . . .	341
16.6.2	Ucpávka komorových náloží . . . . .	344
16.7	Příprava roznětné soustavy . . . . .	347
16.7.1	Příprava elektrické roznětné soustavy . . . . .	348
16.7.2	Příprava bleskovicové roznětné soustavy . . . . .	348
17.	Nejdůležitější charakteristiky trhacích prací . . . . .	352
17.1	Kusovost rubaniny . . . . .	352
17.2	Odhoz a rozlet horniny . . . . .	356
17.2.1	Odhoz . . . . .	356
17.2.2	Rozlet . . . . .	358
17.3	Seismické působení výbuchu . . . . .	360
17.3.1	Hodnocení otřesného působení trhacích prací . . . . .	360
17.3.2	Metody omezení seismického účinku výbuchu . . . . .	362
17.4	Vzdušná tlaková vlna a zvukový efekt výbuchu . . . . .	363
17.5	Zatrhání hornin při odstřelu a metody řízeného výlomu . . . . .	365
17.5.1	Odstíněné nálože . . . . .	366
17.5.2	Metoda „presplit blasting“ . . . . .	367
17.5.3	Hladký výlom . . . . .	369

17.6	Využití vrtů . . . . .	369
18.	Trhací práce při ražení . . . . .	371
18.1	Organizace práce při ražení . . . . .	371
18.11	Formy organizace ražícího cyklu . . . . .	371
18.12	Závislé a nezávislé složky cyklu . . . . .	373
18.2	Organizace vrtů a náloží . . . . .	373
18.21	Podmínky trhací práce při ražení . . . . .	373
18.22	Ražení se zálohem a bez zálohu . . . . .	374
18.23	Systematika zálohmů . . . . .	375
18.24	Organizace náloží přibírky . . . . .	376
18.3	Ražení se zálohem . . . . .	377
18.31	Sbíhavé zálohy . . . . .	377
18.311	Zálohmové vrty a roznět náloží v nich . . . . .	378
18.312	Klínový zálohm . . . . .	379
18.313	Pyramidový a kuželový zálohm . . . . .	380
18.314	Pomocné zálohmové vrty a násobné zálohy . . . . .	381
18.315	Vějířové zálohy . . . . .	383
18.316	Vhodnost sbíhavého zálohu pro různé podmínky . . . . .	385
18.32	Přímé zálohy . . . . .	385
18.321	Podmínky výlomu u přímých zálohmů . . . . .	385
18.322	Kanadský zálohm . . . . .	387
18.323	Válcový zálohm . . . . .	388
18.33	Zálohy přechodné . . . . .	391
18.34	Zálohy kombinované . . . . .	392
18.35	Kombinované ražení . . . . .	392
18.4	Ražení bez zálohu . . . . .	394
18.41	Bezzálohmové ražení . . . . .	394
18.42	Metoda Janol . . . . .	397
18.5	Ražení vodorovných děl velkého profilu . . . . .	398
18.6	Ražení úklonných a svislých děl . . . . .	400
18.61	Ražení kominů . . . . .	400
18.611	Ražení kominů se dvěma oddíly . . . . .	400
18.612	Ražení kominů s jedním oddílem a rozebíratelnou pracovní plošinou . . . . .	402
18.613	Ražení kominů s jedním oddílem s pohyblivou pracovní plošinou . . . . .	403
18.614	Ražení kominů s dlouhými vrty . . . . .	408
18.62	Hloubení jam . . . . .	411
18.7	Uplatnění metod řízeného výlomu při ražení . . . . .	414
18.8	Volba metody, roznětu a trhavin při ražení . . . . .	415
18.81	Roznět při ražení . . . . .	415
18.82	Zásady účelné volby . . . . .	417
18.9	Výpočty náloží pro ražení . . . . .	420
18.91	Výpočet náloží pro ražení se sbíhavým zálohem . . . . .	422
18.92	Výpočet náloží pro ražení s přímým zálohem . . . . .	423
18.93	Výpočet náloží pro bezzálohmové ražení . . . . .	423
19.	Trhací práce v uhlí . . . . .	424
19.1	Ražení v uhlí s přibírkou doprovodné horniny . . . . .	425
19.2	Trhací práce na porubech uhelných dolů . . . . .	426
19.3	Hromadné odstřely v uhelných dolech . . . . .	429
19.4	Trhací práce pod tlakovou vodou . . . . .	433
19.5	Bezplamenné trhání . . . . .	435
19.51	Metody se zdrojem tlaku v nábojnici . . . . .	436



19.52	Metody se zdrojem tlaku mimo vrt . . . . .	438
19.53	Bezpečnost a hygiena práce bezplamenného trhání . . . . .	439
19.54	Kusovost uhlí získaného bezplamenným trháním . . . . .	440
20.	Trhací práce na dobývkách rudných i nerudných dolů . . . . .	441
20.1	Organizace uspořádání náloží ve vrtech . . . . .	441
20.11	Řadové uspořádání . . . . .	441
20.12	Skupinové uspořádání . . . . .	443
20.13	Vějířové uspořádání . . . . .	446
20.2	Použití soustředěných náloží v hlubině . . . . .	450
20.3	Velké hromadné odstřely v hlubině . . . . .	451
20.4	Rozpojování do zaplněného prostoru . . . . .	452
20.5	Nabíjení a konstrukce nálože . . . . .	453
20.6	Navrhování odstřelů na dobývkách a výpočty náloží . . . . .	454
21.	Trhací práce v povrchových dolech a lomech . . . . .	462
21.1	Řadové odstřely . . . . .	463
21.2	Clonové odstřely . . . . .	463
21.3	Plošné odstřely . . . . .	466
21.4	Komorové a kombinované odstřely . . . . .	469
21.5	Nabíjení a konstrukce náloží . . . . .	474
21.51	Volba trhavin . . . . .	474
21.52	Konstrukce náloží ve vrtech . . . . .	476
21.53	Konstrukce náloží v komorách . . . . .	478
21.6	Roznět hromadných lomových odstřelů . . . . .	479
21.7	Výpočty náloží hromadných odstřelů v lomech . . . . .	480
21.71	Výpočet náloží pro clonové a plošné odstřely . . . . .	481
21.72	Výpočet náloží pro komorové odstřely . . . . .	483
22.	Pomocné trhací práce . . . . .	484
22.1	Druhotné rozpojování nadměrných kusů . . . . .	484
22.11	Přiložená nálož . . . . .	485
22.12	Vývrtová nálož s pevnou ucpávkou . . . . .	486
22.13	Vývrtová nálož s vodní ucpávkou . . . . .	487
22.14	Druhotné rozpojování termitem . . . . .	488
22.15	Volba metody pro druhotné rozpojování . . . . .	489
22.16	Způsoby roznětu při druhotném rozpojování nadměrných kusů . . . . .	489
22.2	Seismická trhací technika . . . . .	490
22.3	Důlní střely . . . . .	492
	Literatura . . . . .	493