OBSAH

Předmluva 12

Seznam použitých symbolů 13

Úvod 17

1. Pracovní metody v mechanice pohoří 19

2. Stav napjatosti a deformace horninového prostředí 23

2.1 Závislost deformace a napětí 24
2.1.1 Popis napěťového stavu 24
2.1.2 Popis deformačního stavu 31
2.1.2.1 Lagrangeova metoda 31
2.1.2.2 Eulerova metoda 37
2.1.3 Popis teplotního stavu 39
2.1.4 Základní systém rovnic mechaniky kontinua 39
2.1.4.1 Tuhé látky 39
2.1.4.1.1 Pružný stav — zobecněný Hookův zákon 46
2.1.4.1.2 Plastický stav 54
2.1.4.1.3 Reologický stav 56
2.1.4.2 Tekutiny 57
2.1.5 Nesouvislé prostředí 58
2.2 Rozmístění napětí v horninách kolem důlních děl 61
2.2.1 Rozmístění napětí okolo důlního díla s kruhovým průřezem pro pružnou a plastickou oblast 61
2.2.2 Rozmístění napětí v okolí důlního díla s kruhovým průřezem pro reologický model 69
2.2.3 Rozmístění napětí podle teorie pružného nosníku na pružném podkladě 72
2.2.4 Příklad použití teorie tekutin pro horninové prostředí . . . 75

3. Tlakové poměry v dlouhých důlních dílech 77

3.1 Vznik tlakové oblasti 77
3.2 Stanovení velikosti tlakové oblasti 78
3.2.1 Měření a empirické pozorování v důlních podmínkách . . . 78

3.2.2 Laboratorní modelování 80
3.2.3 Početní stanovení velikosti tlakové oblasti 82
3.3 Činitelé ovlivňující skutečnou tlakovou oblast 97
3.3.1 Přírodní činitelé 97
3.3.1.1 Petrografické vlastnosti hornin 97
3.3.1.2 Úložní poměry 100
3.3.1.3 Fyzikálně mechanické vlastnosti hornin 102
3.3.2 Technickoprovozní činitelé 111
3.3.2.1 Tvar a velikost profilu důlního díla 111
3.3.2.2 Technologie ražení 111
3.3.2.3 Mechanické a konstrukční vlastnosti výztuže 112
3.3.2.4 Rychlost zabudování výztuže 114
3.3.2.5 Vliv vzdálenosti od porubu 114
3.3.2.6 Vliv podrubání a nadrubání 116
3.3.3 Bezpečnostní hlediska 117

4. Tlakové poměry v porubních prostorech 120

4.1 Pilířování a komorování 120
4.1.1 Pilířování a komorování v ploše uložených ložiskách 120
4.1.1.1 Základní úvahy 121
4.1.1.2 Vztahy pro dimenzování pilířů 127
4.1.1.3 Napětí v pilíři 130
4.1.1.4 Postup při dimenzování pilířů 134
4.1.1.5 Rozrušování pilířů a nadloží za různých přírodních podmínek 140
4.1.2 Dimenzování pilířů v ukloněných ložiskách 150
4.1.2.1 Mezikomorové pilíře 150
4.1.2.2 Stropní celiny 152
4.2 Tlakové poměry při dobývání na dlouhé frontě stěnováním . 158
4.2.1 Snadno a pravidelně se zavalující nadloží 158
4.2.2 Vrstevnaté nadloží 160
4.2.3 Pevné a nevrstevnaté nadloží 163
4.2.3.1 Vysvětlení podle klenbové teorie 164
4.2.3.2 Vysvětlení podle nosníkové teorie 167
4.3 Klasifikace průvodních hornin 175
4.3.1 Klasifikace podle skladby průvodních hornin 176
4.3.1.1 Typy nadloží 176
4.3.1.2 Typy podloží 180
4.3.2 Klasifikace průvodních hornin z hlediska skladby a fyzikálně mechanických vlastností 182
4.3.2.1 Teoretické vysvětlení a zdůvodnění použití pevnostního profilu pro klasifikaci nadložních a podložních hornin 183
4.3.2.2 Stanovení efektivní mocnosti nadloží 191
4.3.2.3 Klasifikace nadloží podle úhlu pevnostního spádu 193
4.3.3 Klasifikace podle projevů horského masívu v důlních dílech . 196
4.4 Činitelé ovlivňující tlakové poměry v porubních prostorech . 199
4.4.1 Petrografické vlastnosti 202
4.4.1.1 Uhelně petrografická stavba sloje 202
4.4.1.2 Charakter stykových ploch 203
4.4.1.3 Vrstevnatost průvodních hornin 203

4.4.1.4 Skladba nadloží a podloží 204
4.4.1.5 Vliv mineralogického a petrografického složení na pevnost hornin 206
4.4.2 Mechanické vlastnosti 207
4.4.2.1 Vliv vlhkosti na mechanické vlastnosti 207
4.4.2.2 Zkypřitelnost hornin 207
4.4.2.3 Pevnost uhlí a okolních hornin 209
4.4.3 Tektonika 210
4.4.4 Vliv úklonu vrstev 211
4.4.5 Hloubka uložení pod povrchem 213
4.4.6 Charakter porubní výztuže 216
4.4.7 Únosnost počvy 222
4.4.8 Metoda dobývání 223
4.4.9 Časový režim vedení hornických prací 226
4.4.10 Nadrubání a podrubání 229

5. Mechanické vlastnosti základky a její vliv na tlakové poměry . . . 231

5.1 Stlačitelnost základky 231
5.2 Odvození vztahů pro stlačitelnost základky 232
5.3 Kombinovaná základka 240
5.4 Průběh stlačování základkové výplně ve vyrubaném prostoru 244

6. Rozrušování hornin 246

6.1 Základní způsoby rozrušování hornin 246
6.2 Kombinované případy rozrušování hornin 249
6.3 Zvláštní případy rozrušování hornin 254
6.3.1 Rozrušování trhacími pracemi 254
6.3.2 Rozrušování hornin při plynových průtržích 255
6.3.3 Rozrušování hornin při důlním otřesu 256
6.3.3.1 Otřesy v uhelných dolech 256
1. Druhy důlních otřesů 256
2. Přehled charakteristických podmínek vzniku důlních otřesů 257
3. Otřesovost hornin 258
6.3.3.2 Otřesy v rudných dolech 260

7. Teorie pohybu rozpojených hornin 262

7.1 Obecné zákonitosti gravitačního pohybu rozpojených hmot . 263
7.1.1 Zákonitosti pohybu rozpojené hmoty výškově neomezené . . 264
7.1.2 Zákonitosti pohybu rozpojené hmoty výškově omezené . . . 266
7.2 Činitelé ovlivňující rovnoměrný pohyb rozpojených hornin . 268
7.2.1 Vznik vzpěrné klenby nad výpustným otvorem 268
7.2.2 Velikost horninových částic a rozměry výpusti 271
7.2.3 Výtoková rychlost rozpojeného horninového materiálu . . . 273
7.3 Praktické aplikace 274
7.3.1 Zásobníky 275
7.3.1.1 Souměrné zásobníky 275

7.3.1.2 Nesouměrné zásobníky 277
7.3.1.3 Štíhlé a vysoké zásobníky 277
7.3.2 Skládky materiálu 279
7.3.2.1 Odběr skládky kruhovým otvorem 280
7.3.2.2 Odběr kruhovou výpustí 280
7.3.2.3 Odběr štěrbinou 281

8. Důlní plyny ve vztahu k horninám 283

8.1 Vznik důlních plynů a podmínky jejich uchování 283
8.1.1 Stručná charakteristika prouhelňovacího procesu 283
8.1.2 Vázání důlních plynů na horniny 286
8.1.3 Formy výskytu důlních plynů v horninovém prostředí . . . 288
8.1.3.1 Plyny uzavřené v uhelné hmotě (okludované) 288
8.1.3.2 Plyny uvolněné — exhalované plyny 291
8.1.3.3 Plynové fukače 292
8.1.3.4 Plynové průtrže — erupce 293
8.2 Průběh uvolňování důlních plynů 294
8.2.1 Dlouhá důlní díla 294
8.2.2 Rozsáhlá důlní díla 295
8.3 Propočet uvolňovaného množství důlních plynů 303
8.3.1 Stanovení celkové plynonosnosti 305
8.3.2 Propočet plynodajnosti dlouhých důlních děl 307
8.3.3 Propočet plynodajnosti porubních prostorů 308
8.3.3.1 Důlně statistická metoda 308
8.3.3.2 Metoda stanovení plynodajnosti dolu podle plynonosnosti uhelných slojí 309

9. Výzkum mechaniky pohoří a jeho změn vlivem hornické činnosti 317

9.1 Laboratorní výzkum 317
9.1.1 Zjišťování a vyhodnocování fyzikálně mechanických vlastností hornin 317
9.1.2 Modelové pokusy 318
9.1.2.1 Fotoelasticimetrické modely 318
9.1.2.2 Modely z ekvivalentních materiálů 328
9.2 Výzkum v důlních podmínkách 344
9.2.1 Měření zatížení výztuže a hornin 345
9.2.1.1 Měření zatížení výztuže dlouhých důlních děl 345
9.2.1.2 Měření zatížení porubní výztuže 352
9.2.1.3 Měření pevnosti počvy a stropu 362
9.2.1.4 Měření zatížení a stlačování základkové výplně 364
9.2.1.5 Měření zatížení horninových pilířů 367
9.2.2 Měření deformace hornin 370
9.2.2.1 Sledování relativních pohybů v nadloží dobývaného ložiska 370
9.2.2.2 Měření sbližování přímého nadloží a podloží 373
9.2.2.3 Měření smykového posunutí horninových vrstev 381
9.2.2.4 Měření odtržení hornin 382

9.2.2.5 Měření ohybu horninových vrstev 385
9.2.2.6 Měření pohybu podložních hornin v závalu 386

10. Geotermický výzkum horninového prostředí 387

10.1 Geotermický stupeň 387
10.2 Měření teploty horninového prostředí 390
10.2.1 Měření teploty v hlubinných vrtech 390
10.2.2 Měření teploty pohoří z důlních děl 391
10.2.2.1 Sovětská metoda 393
10.2.2.2 Německá metoda 394
10.3 Tepelná vodivost hornin 399
10.4 Napětí v horninách vyvolané teplotními změnami 401

11. Posouzení přírodních podmínek ložisek z hlediska dobývání . 404

11.1 Úložní poměry ložisek 404
11.2 Petrografická stavba ložisek 405
11.3 Drobně tektonické poměry 405
11.4 Fyzikálně mechanické vlastnosti hornin 408
11.4.1 Pevnost v tlaku zjišťovaná metodou dynamického drcení . . 408
11.4.2 Vtlačovací neboli penetrační zkouška 411
11.4.3 Pevnost v tlaku určená pomocí Schmidtova nárazového kladívka 412
11.5 Technologické vlastnosti ložiskové výplně 415
11.6 Povaha nadloží a podloží 420
11.7 Plynodajnost pohoří 420
11.8 Kvalitativní vlastnosti ložiskové výplně 423
11.9 Teplotní režim horninového prostředí 423

12. Mechanika hornin a bezpečnost hornické práce 424
Literatura 427
Rejstřík 435