

# Obsah

Předmluva . . . . .	11
Úvod . . . . .	13

## 1. Teorie vln napětí

1.1. Základní pojmy termodynamiky . . . . .	17
1.1.1. Základní zákony . . . . .	17
1.1.2. Ideální plyn . . . . .	19
1.1.3. Barotropní prostředí . . . . .	21
1.2. Druhy vln napětí . . . . .	23
1.2.1. Definice vlny napětí . . . . .	23
1.2.2. Rozdělení vln napětí z hlediska druhu napětí . . . . .	24
1.2.3. Rozdělení vln napětí z hlediska velikosti napětí . . . . .	25
1.2.4. Povrchové vlny . . . . .	28
1.3. Vlny napětí v kapalných a plynných látkách . . . . .	29
1.3.1. Vymezení pojmů . . . . .	29
1.3.2. Silné nespojitosti v dynamice plynů a kapalin . . . . .	30
1.3.3. Dynamická adiabata. Podmínky nespojitosti při jednorozměrném pohybu . . . . .	32
1.3.4. Diferenciální rovnice dynamiky plynů a kapalin . . . . .	32
1.3.5. Charakteristiky pohybových rovnic. Riemannovy invarianty. Prosté vlny . . . . .	34
1.3.6. Řešení pohybových rovnic . . . . .	38
1.4. Vlny napětí v pevných látkách . . . . .	40
1.5. Doplňková literatura . . . . .	40

## 2. Výbuch a jeho působení v prostředí

2.1. Formulace problému . . . . .	41
2.1.1. Definice výbuchu . . . . .	41
2.1.2. Druhy problémů . . . . .	41
2.1.3. Vnitřní problém . . . . .	41
2.1.4. Vnější problém . . . . .	48
2.1.5. Smíšený problém . . . . .	49
2.2. Detonace výbušnin . . . . .	49
2.2.1. Základní vztahy . . . . .	49
2.2.2. Rozdělení parametrů v oblasti zreagované výbuštiny . . . . .	51

2.2.3.	Hodnoty parametrů výbuchu ve fixovaném bodu a časovém okamžiku . . . . .	52
2.2.4.	Střední hodnoty parametrů výbuchu . . . . .	52
2.2.5.	Okamžitý výbuch . . . . .	52
2.3.	Rozlet výbuchových plynů . . . . .	53
2.3.1.	Expanze výbuchových plynů . . . . .	53
2.3.2.	Rozlet výbuchových plynů v blízkém okolí nálože . . . . .	53
2.3.3.	Obrazec rozletu . . . . .	55
2.3.4.	Celkový obraz výbuchu. Počáteční parametry rázových vln . . . . .	55
2.3.5.	Počáteční parametry rázových vln ve vzduchu . . . . .	59
2.3.6.	Počáteční parametry rázových vln ve vodě . . . . .	61
2.3.7.	Počáteční parametry rázových vln v kovech . . . . .	62
2.4.	Zatížení od kontaktního výbuchu . . . . .	62
2.4.1.	Poměrný impuls . . . . .	62
2.4.2.	Rozdělení impulsu na překážce . . . . .	64
2.4.3.	Celkový impuls. . . . .	64
2.4.4.	Užití teorie . . . . .	65
2.5.	Zatížení od blízkého výbuchu. . . . .	66
2.5.1.	Parametry proudu výbuchových plynů . . . . .	66
2.5.2.	Zatížení překážky . . . . .	69
2.5.3.	Měrný a celkový impuls . . . . .	70
2.6.	Působení výbuchu v prostředí. . . . .	71
2.6.1.	Výbuch v nestlačitelném prostředí . . . . .	71
2.6.2.	Výbuch ve stlačitelném prostředí . . . . .	75
2.7.	Rozrušení konstrukcí . . . . .	78
2.7.1.	Podmínky garantovaného rozrušení . . . . .	78
2.7.2.	Probíjení a řezání konstrukcí kontaktními náložemi . . . . .	80
2.7.3.	Probíjení a řezání konstrukcí kontaktními náložemi v obklopujícím prostředí. . . . .	84
2.7.4.	Rozrušení konstrukcí blízkými náložemi . . . . .	87
2.8.	Výbuch kumulativní nálože . . . . .	88
2.8.1.	Základní pojmy a předpoklady . . . . .	88
2.8.2.	Teorie sbíhajícího se proudu . . . . .	90
2.8.3.	Rychlost pohybu skořepiny kumulativní výdutě . . . . .	91
2.8.4.	Deformace kumulativního proudu v procesu pohybu . . . . .	91
2.8.5.	Probíjení pancíře a tlak na překážku . . . . .	93
2.8.6.	Efektivnost kumulativních náloží . . . . .	93
2.8.7.	Kumulativní nálože s polosférickou výdutí . . . . .	94
2.8.8.	Průnik kumulativního proudu překážkami z různých materiálů. . . . .	94
2.9.	Doplňková literatura . . . . .	94
3.	Teorie výbuchu ve vzduchu a její užití	
3.1.	Vznik výbuchové vlny . . . . .	95
3.1.1.	Molekulární výbuch . . . . .	95
3.1.2.	Jaderný výbuch . . . . .	95
3.2.	Parametry výbuchové vlny při výbuchu v neomezené atmosféře . . . . .	96
3.2.1.	Rázová vlna . . . . .	96
3.2.2.	Vlna zředění . . . . .	102
3.3.	Parametry rázové vlny při kontaktním výbuchu . . . . .	103
3.4.	Vztahy mezi termodynamickými veličinami v čele rázové vlny . . . . .	105
3.5.	Odraz rázové vlny . . . . .	105
3.5.1.	Normální odraz . . . . .	105

3.5.2. Šikmý odraz . . . . .	106
3.5.3. Přímé vzorce pro parametry přetlaku odrazu . . . . .	108
3.6. Výbuch nad povrchem tělesa . . . . .	109
3.7. Působení rázové vlny na tělesa . . . . .	109
3.8. Zatékání a šíření rázové vlny v kanálech, potrubích, štolách a šachtách . . . . .	111
3.8.1. Zatékání a šíření rázové vlny v kanálu při výbuchu před vstupním otvorem . . . . .	111
3.8.2. Vliv změny velikosti průřezu kanálu . . . . .	114
3.8.3. Vliv zalomení a rozvětvení kanálu . . . . .	116
3.8.4. Přetlaky v kanálech zakončených předělem . . . . .	116
3.9. Doplnková literatura . . . . .	119
<b>4. Teorie výbuchu ve vodě a její užití</b>	
4.1. Vznik výbuchové vlny . . . . .	120
4.2. Zákonitosti šíření rázových vln . . . . .	120
4.2.1. Základní vztahy hydrodynamiky . . . . .	120
4.2.2. Silné nespojitosti v hydrodynamice . . . . .	121
4.2.3. Dynamická adiabata. Podmínky spojitosti při jednorozměrném pohybu . . . . .	121
4.2.4. Diferenciální rovnice hydrodynamiky . . . . .	121
4.3. Parametry rázové vlny při výbuchu sférické nálože . . . . .	122
4.4. Parametry rázové vlny při výbuchu válcové nálože . . . . .	124
4.5. Parametry rázové vlny při kontaktním výbuchu . . . . .	125
4.6. Vztahy mezi hydrodynamickými veličinami v čele rázové vlny . . . . .	125
4.7. Odraz rázové vlny . . . . .	125
4.8. Doplnková literatura . . . . .	127
<b>5. Teorie výbuchu v horninách a její užití</b>	
5.1. Složení a fyzikální vlastnosti hornin . . . . .	128
5.1.1. Klasifikace hornin . . . . .	128
5.1.2. Fyzikálně mechanické vlastnosti skalních a poloskalních hornin . . . . .	128
5.1.3. Fyzikálně mechanické vlastnosti soudržných hornin . . . . .	130
5.1.4. Fyzikálně mechanické vlastnosti nesoudržných hornin . . . . .	136
5.2. Charakter působení výbuchu v horninách . . . . .	136
5.2.1. Výbuch v neomezené hornině . . . . .	136
5.2.2. Výbuch v hornině ohraničené volným povrchem . . . . .	139
5.3. Parametry výbuchových vln . . . . .	140
5.3.1. Zákonitosti šíření výbuchových vln v horninách . . . . .	141
5.3.2. Teorie modelové podobnosti výbuchů . . . . .	143
5.3.3. Hodnoty parametrů výbuchových vln v masívu skály . . . . .	148
5.3.4. Hodnoty parametrů výbuchových vln v masívu zemin . . . . .	153
5.3.5. Hodnoty parametrů výbuchových vln na povrchu geologického prostředí . . . . .	168
5.4. Zemní práce . . . . .	186
5.4.1. Druhy zemních prací . . . . .	186
5.4.2. Odstupňování efektu výbuchu . . . . .	187
5.4.3. Výbuchová dutina . . . . .	188
5.4.4. Výbuchový kráter . . . . .	204
5.4.5. Výstavba podzemních prostorů . . . . .	217
5.4.6. Produkce tepelné energie . . . . .	219
5.4.7. Těžba ropy, oleje a plynu . . . . .	220

5.4.8.	Stavební jámy . . . . .	220
5.4.9.	Přehrady . . . . .	225
5.4.10.	Přístavy . . . . .	225
5.4.11.	Vodní nádrže, rybníky, jezera . . . . .	225
5.4.12.	Skrývky . . . . .	227
5.4.13.	Studně, šachty . . . . .	227
5.4.14.	Kypření a drobení půdy . . . . .	227
5.4.15.	Zpevňování základových půd . . . . .	227
5.4.16.	Nové metody výbuchů na usměrněný výhoz . . . . .	230
5.5.	Dobývání ložisek . . . . .	231
5.5.1.	Druhy odstřelů . . . . .	231
5.5.2.	Teorie výpočtu jednotlivých náloží . . . . .	233
5.5.3.	Teorie mžikových odstřelů skupiny náloží . . . . .	239
5.5.4.	Teorie časovaných odstřelů skupiny náloží . . . . .	241
5.5.5.	Teorie drobení hornin výbuchem . . . . .	250
5.6.	Doplňková literatura . . . . .	261
6.	Destrukční práce . . . . .	
6.1.	Demolice stavebních objektů . . . . .	262
6.1.1.	Podstata destrukčních prací . . . . .	262
6.1.2.	Parametry destrukčních prací u staveb zděných a betonových . . . . .	262
6.1.3.	Parametry destrukčních prací u staveb železobetonových a ocelových . . . . .	264
6.1.4.	Zásady destrukčních prací . . . . .	266
6.2.	Seismické účinky destrukcí . . . . .	266
6.2.1.	Fyzikální jevy . . . . .	266
6.2.2.	Měření seismických účinků . . . . .	267
6.2.3.	Intenzita otřesů . . . . .	268
6.3.	Doplňková literatura . . . . .	268
7.	Výpočet pružných soustav . . . . .	
7.1.	Soustavy s jedním stupněm volnosti . . . . .	270
7.1.1.	Účinky sil proměnných podle různých zákonů . . . . .	270
7.1.2.	Vliv interakce soustavy a prostředí . . . . .	271
7.2.	Soustavy s konečným počtem stupňů volnosti . . . . .	274
7.3.	Prutové soustavy . . . . .	275
7.3.1.	Příčný pohyb prutů . . . . .	275
7.3.2.	Podélné kmitání prutů . . . . .	288
7.3.3.	Krouťivý pohyb prutů . . . . .	290
7.3.4.	Deformační rovnice . . . . .	292
7.3.5.	Výpočet konstant $a_{(j)}$ , $\alpha_{(j)}$ . . . . .	295
7.3.6.	Maximální hodnoty deformací a vnitřních sil . . . . .	298
7.4.	Doplňková literatura . . . . .	301
8.	Výpočet pružnoplastických soustav . . . . .	
8.1.	Soustavy pružnoplastické s obecným pracovním diagramem . . . . .	302
8.1.1.	Soustavy s jedním stupněm volnosti . . . . .	303
8.1.2.	Soustavy s konečným a nekonečným počtem stupňů volnosti . . . . .	304

8.2. Soustavy ideálně pružnoplastické . . . . .	305
8.2.1. Soustavy s jedním stupněm volnosti . . . . .	306
8.2.2. Soustavy s konečným počtem stupňů volnosti . . . . .	309
8.2.3. Soustavy s nekonečným počtem stupňů volnosti . . . . .	309
8.3. Soustavy tuhoplastické . . . . .	320
8.3.1. Soustavy s jedním stupněm volnosti . . . . .	321
8.3.2. Nosníky . . . . .	322
8.3.3. Oblouky . . . . .	330
8.3.4. Obdélníkové desky . . . . .	335
8.3.5. Kruhové desky . . . . .	343
8.3.6. Kopule . . . . .	347
8.4. Pružnoplastické soustavy citlivé k rychlosti deformace . . . . .	353
8.4.1. Zákony deformace těles v čase . . . . .	353
8.4.2. Přibližný způsob respektování vlivu rychlosti deformace . . . . .	356
8.4.3. Nosníky . . . . .	356
8.4.4. Obdélníkové desky . . . . .	359
8.5. Doplnková literatura . . . . .	364
9. Seismické účinky výbuchů	
9.1. Pohyb podloží . . . . .	367
9.2. Výpočet pružných soustav . . . . .	370
9.2.1. Soustavy s jedním stupněm volnosti . . . . .	370
9.2.2. Soustavy s diskrétními hmotnými body . . . . .	378
9.2.3. Prutové soustavy . . . . .	382
9.3. Pružnoplastické soustavy . . . . .	387
9.4. Regulování seismických účinků . . . . .	390
9.5. Seismický účinek indukované vlny . . . . .	391
9.5.1. Svislý seismický pohyb . . . . .	392
9.5.2. Vodorovný seismický pohyb . . . . .	397
9.5.3. Otáčivý seismický pohyb . . . . .	398
9.6. Posouzení seismických účinků . . . . .	399
9.6.1. Míra posouzení seismických účinků . . . . .	399
9.6.2. Přímé posouzení bezpečné vzdálenosti . . . . .	401
9.7. Doplnková literatura . . . . .	402
10. Literatura . . . . .	403
Rejstřík . . . . .	408