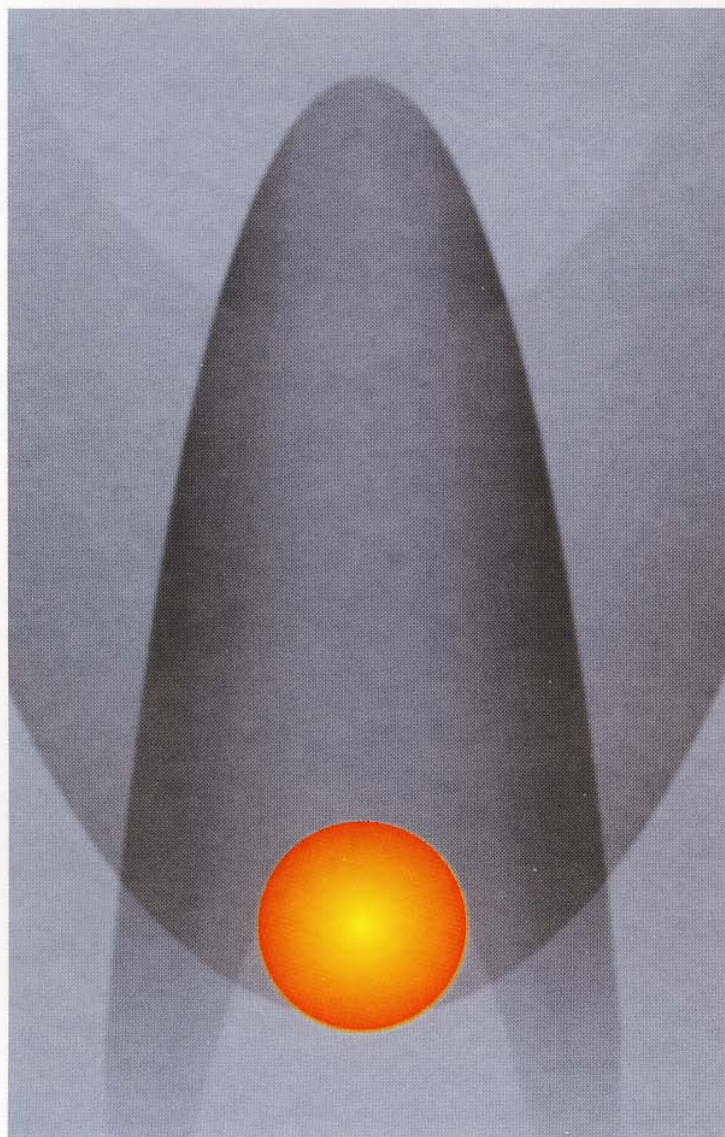


Terminální BALISTIKA

JAROSLAV
BUCHAR

JOSEF
VOLDŘICH



ACADEMIA

Obsah

Předmluva	9
1 Úvodní poznámky	11
1.1 Rázové zatěžování	11
1.2 Základní oblasti výzkumu v oboru terminální balistika	18
1.2.1 Přírodní děje	18
1.2.2 Vybrané praktické aplikace	22
1.3 Literatura	26
2 Vybrané modely mechanického chování materiálů a základní pojmy terminální balistiky	33
2.1 Materiálové modely	33
2.1.1 Elastická deformace materiálu	34
2.1.2 Hydrodynamická odezva	39
2.1.3 Pružně plastická odezva	54
2.1.3.1 Vybrané konstitutivní rovnice dynamické plasticity	55
2.1.3.2 Popis deformačního chování křehkých materiálů	61
2.1.3.3 Kritéria porušení materiálů	70
2.1.3.4 Vliv teploty a rychlosti deformace na mechanické vlastnosti kevlarového vlákna	75
2.1.3.5 Vliv rychlosti deformace na mechanické vlastnosti vláknitého kompozitu	77
2.1.3.6 Tsaiovo–Wuovo kritérium poškození vláknitého kompozitu	78
2.2 Některé základní pojmy terminální balistiky	80
2.2.1 Základní pojmy geometrie rázu a kritéria účinků projektilů	80
2.2.2 Protitankové kinetické projektily	87
2.2.3 Bojové hlavice	89
2.2.4 Kumulativní nálože	91
2.2.5 Malorážová AP munice	96
2.3 Literatura	99
3 Empirické rovnice a analytické modely	111
3.1 Průraz rovinných desek	112
3.1.1 Empirické vztahy	112
3.1.2 Vliv struktury materiálu na balistickou odolnost rovinných desek	116
3.1.3 Analytické modely interakce projektilu a terče	118
3.2 Balistická odolnost kosmických zařízení	119

3.3	Empirické vztahy pro kulové projektily	125
3.4	Empirické vztahy pro penetraci projektilů v zeminách, v betonu a v železobetonu	131
3.5	Penetrace tuhého projektilu	137
3.5.1	Penetrace projektilů do dřevěných terčů	139
3.5.2	Penetrace střepin do betonu	140
3.6	Penetrace tuhých rotačně symetrických projektilů	149
3.7	Hluboká penetrace tuhého projektilu	153
3.8	Perforace kovových tenkostěnných válcových trubek	159
3.9	Model perforace rovinných desek	161
3.10	Penetrace kulových projektilů do želatiny	163
3.11	Modely penetrace Lamberta a Jonase	164
3.12	Penetrace a perforace laminátů zpevněných vlákny	166
3.13	Balistická odolnost kompozitů na bázi vláken	170
3.14	Balistická odolnost materiálů ochranných vest a přileb	172
3.15	Balistická odolnost vrstevnatých pancířů ocel–aramid	175
3.16	Perforace rovinných prvků s voštinovým jádrem	177
3.17	Penetrace a perforace rovinných terčů projektily ve formě dlouhých tyčí	183
3.17.1	Penetrace ocelových tyčí do ocelového terče	183
3.17.2	Vliv tvrdosti terče na jeho balistickou odolnost	190
3.17.3	Balistická odolnost titanových slitin	196
3.17.4	Vliv poměru L/D na účinnost projektilů	199
3.17.5	Penetrace projektilu z wolframové slitiny do vrstevnatého terče	201
3.17.6	Penetrace projektilu z wolframové slitiny do keramických terčů	202
3.18	Balistická odolnost pancířů na bázi keramiky	205
3.18.1	Penetrace projektilu vrstvou keramika–kov	211
3.18.2	Složený pancíř keramika–kompozit	214
3.19	Analytické modely penetrace a perforace textilních terčů	219
3.20	Iniciace výbušniny dopadem projektilu	227
3.21	Literatura	229
4	Modely penetračních a perforačních účinků základních typů protitankových projektilů a hlavic	245
4.1	Analytické řešení rovnic penetrace	247
4.2	Veličiny R a Y	250
4.2.1	Časově závislý model penetrace	251
4.2.2	Modifikace penetrační teorie Alekseevského a Tateho pro nestacionární po- hyb projektilu	254
4.2.3	Modely růstu kráteru	261
4.2.3.1	Tvárný materiál	261
4.2.3.2	Křehký materiál	265
4.3	Třetí fáze penetrace	267
4.4	Penetrace kumulativních paprsků	271
4.4.1	Analytické modely	271
4.4.2	Penetrace kumulativního paprsku do prostředí o nízké hustotě	275
4.4.3	Vliv pevnosti materiálu terče	282
4.4.3.1	Plné terče	282

Obsah	7
4.4.3.2 Složené terče	287
4.4.4 Základní práce o penetraci kumulativních paprsků	291
4.5 Literatura	291
5 Vybrané aplikace	297
5.1 Účinky pěchotních projektilů na duální pancíře	298
5.2 Výzkum vlivu vrstvy keramiky na balistickou odolnost přídatného pancíře	309
5.2.1 Mechanické vlastnosti keramiky	310
5.2.2 Výsledky numerické simulace	312
5.3 Interakce úlomků turbínových lopatek s rovinnou ocelovou deskou	314
5.3.1 Experimentální výsledky	315
5.3.2 Numerické simulace	319
5.4 Literatura	324
6 Závěrečné poznámky	329
Rejstřík	331

Rejstřík

Materiály a odborné pojmy, které se vyskytují uvnitř tabulek nebo uvnitř obrázků, nejsou do rejstříku zahrnuty.

A

adiabatický smykový pás, 54, 116, 128–130, 186, 283, 285, 286
akustická impedance, 72, 206, 214
alkamid, 316
aramid, 175
asteroid, 13, 15
astrobalistika, 21
astroproblém, 18

B

balistická mez, 83, 85, 86, 120, 121, 158, 165, 166, 169, 170, 180
vybraných dřev, 141
balistická odolnost, 196, 309
desek, 116
kompozitu, 170–172
pancíře na bázi keramiky, 205
vrstevnatého pancíře ocel–aramid, 175
úpletu, 76
balistický experiment, 329
bankovnictví, 25
beton, 61, 64, 112, 140, 142–144, 147, 152, 155, 156, 291
bezrozměrné číslo
geometrie projektilu, 153
hmotnosti projektilu, 153
rázu projektilu, 153
bezrozměrný parametr
zvýšení pevnosti, 156, 157
bilance energie, 164, 180, 181
biobalistika, 25
bojová hlavice, 73, 85, 89, 245
bojové vozidlo, 210, 313
bok lodě, 177
bunkr, 73

C

Chapmanovo–Jouguotovo rozhraní, 49
Charpyho test, 116
chemická heterogenita, 189
chemický průmysl, 159

Č

čas
lomu paprsku, 92
průchodu vlny, 11
trvání zatížení, 11
číslo rázového poškození, 13

D

deformace
elastická, 13, 33, 262, 265
heterogenní plastická, 54
kompozitu při lomu, 77
mikroplastická, 61
objemová, 46
objemová plastická, 64
plastická, 12, 51, 52, 55, 71, 162, 181, 253, 262, 265, 319
prahová, 71
textilie, 220, 224
vazko pružná, 12
deformační ekvivalence, 78
deformovaná oblast, 181
delaminace, 166
deska, 177
keramická, 203
kovová, 309
ocelová, 176, 200, 205, 319
detonace, 90, 227
deviátor
rychlosti deformace, 67
tenzoru deformace, 67
dislokační mechanismy, 54
distanční vzdálenost, 272, 273, 275
dno penetrace, 189
dopravní prostředek, 24

druhá světová válka, 93, 111
 družice, 26
 dřevo, 22, 112, 140, 271
 dural, 87
 dvojčatění, 54

E

efektivní pevnost keramiky, 214
 ekvivalence terčů, 198
 ekvivalent tuny trinitrotoluenu, 20
 energetická bilance, *viz* bilance energie
 energie
 deformační, 173
 deformační textilie, 220
 k proražení trubky, 159
 kinetická, 20, 173, 176
 kinetická projektilu, 162, 165, 221
 na oddělení desky, 182
 na plastickou deformaci desky, 181, 182
 spojená s lomem desky, 182
 tření projektilu, 162
 vnitřní podél Hugoniotovy křivky, 46
 eroze
 paprsku, 276, 279
 projektilu, 214, 246, 247, 268
 erozní koeficient, 319
 expanze dutiny, 150

F

faktor účinnosti, 198
 fáze penetrace
 primární, 246, 268
 přechodová, 245
 sekundární, 246
 třetí, 269
 zotavení, 246
 fázová přeměna, 54
 fázový přechod, 51
 fokusace detonačních účinků, 91
 fragmentace
 paprsku, 272, 273, 275
 terče, 113
 funkce
 Lanzova–Odermattova, 192, 200, 202
 poškození, 73

G

generátor střepin, 139
 geometrie projektilu, 153

gondola tryskových motorů, 177

H

hliník, 165
 viz též slitina hliníková
 hloubka penetrace, 82, 126, 138, 140, 146–149,
 153, 154, 156, 157, 162, 163, 168,
 183, 191, 192, 196, 202–204, 248, 249,
 264, 268–270, 272, 273
 Allena a kol. pro písek, 136
 bezrozměrná, 184
 Christmana a Gehringa, 132
 do laminátu, 168, 169
 Douglase, 22
 Healeyho, 136
 normovaná, 200
 paprsku, 272, 276, 282, 287, 288
 Petryho, 131
 Ponceta, 131
 Resela, 131
 Robinse a Eulera, 131
 v oceli RHA, 211
 Younga pro zeminu, 136
 hluboká penetrace, 155
 hmotnostní maketa, 316
 hodnoty
 dynamické tvrdosti, 127
 Hopkinsonův efekt, 73
 houževnatost
 lomová, 116
 vrubová, 116
 Hugoniotova křivka, 41–43, 46, 50, 51, 205
 Hugoniotova mez kluzu, 52, 67, 68
 Hugoniotova rázová adiabata, 42
 Hugoniotovy–Rankinovy podmínky, 41, 42
 hustota kinetické energie projektilu, 87
 hydrodynamická aproximace, 249
 hydrodynamická mez, 249

I

index poškození, 78
 iniciace výbušniny, 227
 interakce paprsku s výbušninou, 291
 interakce projektilu a terče, 83, 84, 118
 izoentropa, 50
 izoentropické stlačení, 50

J

jaderná elektrárna, 73, 314, 329

jaderná energetika, 24, 159

jaderné palivo, 330

jaderný reaktor, 132

jádro projektilu, 96

K

kapalina, 42, 45

karbid wolframu, 96

kavita, 75

keramika, 46, 61, 67, 202, 204, 205, 207–209,
254, 265, 266, 268, 269, 271, 275,
281, 291, 298, 309, 310, 312

B_4C , 204, 210, 268

Al_2O_3 , 203, 210, 211, 216, 313, 314

AlN, 205, 268

SiC, 204, 210, 269, 313

TiB₂, 210

W₂C, 214

WC, 99, 214, 310

kevlar, 170, 171, 226

kevlarové vlákno, 75

kobaltová matrice, 96

koeficient

čela projektilu, 227

Grüneisenův, 46, 217

tření, 150, 162

kometa, 20

kompozit, 170, 177, 215, 216, 309

viz též laminát

keramický, 208

Kevral 29/pryskyřice, 226

s epoxidovou matricí, 38, 170

s matricí Fibredux 913, 39

s uhlíkovými vlákny, 38, 170

s vlákny polyetylenu, 39

se skleněnými vlákny, 39

skleněná vlákna/polyester, 172

Spectra – 900, 38

vláknitý, 38, 76, 77, 79, 89, 219

konstanta Poissonova, 34, 37

konstanty Lamého, 34

kosmické těleso, 26

koule, 163, 178, 256

kov, 154, 255, 265, 273, 275

kovová pěna, 219

kritické poškození, 69

kritérium

viz též model; rovnice; teorie; vztah

viz též hloubka penetrace

poškození

Cagnouxe a Wanjiaho, 74

Dremina a Molodetse, 74

Johnsona–Cooka, 70, 71

Jonase, 79

keramiky, 310

kevlaru Wanga a Xia, 75

Klepaczka, 74

Rajendrana a kol., 75

Tsaiovo–Wuovo, 78, 79

Tulera a Butchera, 74

von Misesovo, 158

kroužek, 176, 177

kryt turbíny, 316

kráter, 18–20, 120, 121, 126, 128, 129, 142–147,
156, 162, 251, 261, 265

kulička, 127

kumulativní nálož, 88, 281, 282

kumulativní paprsek, 91–93, 190, 227, 245, 271,
276, 280, 282, 291, 329

Kuralon, 222–225

L

L/D efekt, 199

laminát, 166, 167

viz též kompozit

FRP, 166

kevlarový K770, 216

lékařství, 12

letadlo, 24, 214

lidská tkáň, 163

lom

od vlny napětí, 113

paprsku, 92, 274

radiální, 113

trubky, 159

ve formě výtrže, 113

vláken, 166

lomová houževnatost, 116, 205

lomové poškození, 54

lopatkový věnec, 321

M

makroskopická míra poškození, 78

martenzit, 96

Mascallův jev, 208

materiál

anizotropní, 34, 37

geologický, 157

materiál (*pokračování*)

izotropní, 34
 keramický, 61
 křehký, 52, 53, 61, 265
 nestlačitelný, 154
 ortotropní, 37
 porézní, 42
 pružně plastický bez zpevnění, 154
 pružně plastický se zpevněním, 154
 referenční, 202
 rozdrčený, 67
 slisovaný, 156
 textilní, 172
 tvárný, 52, 53, 261
 Zr–2.5 Nb, 59

materiálové konstanty

viz též mechanické vlastnosti
viz též parametry
 dřev, 139
 elasticity kompozitů se skleněnými vlákny, 39
 elasticity pro vybraná dřeva, 38
 elasticity pro vybrané materiály, 35–37
 keramiky, 310

mechanické vlastnosti

viz též materiálové konstanty
viz též parametry
 keramických kompozitů, 208
 keramiky, 207, 208, 269
 Kuralonu, 222
 materiálů složeného pancíře, 216
 slitin wolframu, 89
 terčů RHA, 197
 titanových slitin, 197
 vláken, 76

membránová tuhost, 161

meteoroid, 18

metoda

Hopkinsonovy měrné dělené tyče, 315, 316
 konečných prvků, 297

mez kluzu, 52, 67, 116

viz též Hugoniotova mez kluzu

mez pevnosti, 68, 116

keramiky, 67
 v tlaku, 67
 ve smyku, 155
 vlákna, 75, 76

mikrometeorit, 119

mikrostruktura jádra projektilu, 96–98

model

viz též kritérium; rovnice; teorie; vztah
viz též hloubka penetrace
 Bodnera a Partoma, 67
 chování Twaronu, 222
 dvojestupňového růstu kráteru (TSCEM), 262
 expandující kavity, 253
 hydrodynamický penetrace parpsku, 290
 Johnsona a Holmquista křehkého materiálu, 62–64
 modifikovaný Holmquista křehkého materiálu, 64
 odezvy textilie, 215
 penetrace
 kumulativního paprsku, 271
 Lamberta a Jonase, 164
 Tateho, 269
 pevnosti Mohra–Coulomba, 67
 poškození keramiky, 69
 růstu dutiny, 149
 růstu kráteru, 261
 Bishopa, 263
 Bjerkeho, 262
 Shinara, 262
 Szendree, 262
 Tateho, 262
 Steinberga chování keramiky, 310

modul

objemové stlačitelnosti, 34, 42
 pružnosti
 v tahu, 37
 ve smyku, 34, 37
 Youngův, 34

molybden, 210

munice malorážová AP, 96

Munroův (Foersterův, Neumanův) efekt, 91

mžítkový rentgen, 329

měrná tloušťka, 176

měď, 273, 275, 282, 283, 291

N

napětí

efektivní von Misesovo, 67
 kompozitu při lomu, 77
 normalizované ekvivalentní, 64
 smykové, 181

natavení, 190

neprůstřelná vesta, *viz* ochranná vesta

neutronové ozáření, 59

norma STANAG, 170, 310
 normální dopad projektilu, 82
 nosič, 183
 NT díl turbíny, 321
 nukleární fúze, 26
 numerická simulace, 299, 300, 310, 312, 314, 319, 320, 329
 penetrace paprsku, 291
 nylon, 163
 nábojnice, 316
 nálož
 HESH, 73
 kumulativní, 89, 91, 93, 94, 291
 s kovovou vložkou, 91, 245
 s kuzelem, 89
 s kuželovou dutinou, 91
 tzv. táhlá, 94
 tříštivá, 89, 91
 výbušniny, 89, 90
 „Wall Bursters“, 73
 následný tok, 246, 268, 269

O

oběžné kolo turbíny, 321
 ocel, 112, 163, 175, 191, 209, 271, 272, 298, 299
 4340, 195, 263
 16341, 282, 287
 AREMA, 299, 303–305, 307
 Armox 500S, 600S, 96
 austenitická 08CH18N10T-R, 72
 nástrojová, 96
 PAK1TD, 319
 pancéřová, 48, 89
 pancéřová 2P, 96, 299, 302, 303, 305, 310, 312, 313
 pancéřová AISI 4340, 282
 RHA, 197, 198, 202, 282
 TENAX H, 299, 302–304, 307–309
 vysokouhlíková nízkolegovaná, 96
 ocelová krychlička, 175
 ochranná bariéra, 320, 321
 ochranná vesta, 23, 170, 172, 173, 205
 ochranný kryt, 314
 odchlípování terče, 113
 odezva
 viz též deformace
 elastická, 11, 40
 hydrodynamická, 12, 40, 54
 pružně plastická, 12, 54

odminování, 291
 odpor
 viz též síla
 prostředí, 138
 proti penetraci, 251, 258, 259, 261, 265, 266
 proti projektilu, 168
 terče Hopkinsův, 255
 voštiny proti borcení, 180
 odporová síla, 138, 147
 viz též síla
 oděv, 111, 112
 pro kosmonauty, 123, 124
 ogivál, 139, 162, 165
 viz též projektil
 olovo, 48, 272, 273
 operace Pouštní bouře, 94
 osobní automobil, 24, 214, 329

P

pád letadla, 24
 pancíř, 73, 99, 175, 309
 viz též ocel; keramika; kompozit
 viz též deska; terč
 duální, 298–301, 305–307
 homogenní, 329
 integrovaný, 218
 keramický, 205, 206
 keramika–kompozit, 214, 215, 217
 keramika–kov, 96, 211
 keramika–ocel RHA, 212
 lehký, 217
 ocelový, 73, 175
 osobní, 219
 přídavný, 214, 312, 313
 složený, 81, 211, 216, 267, 310, 329
 tanku, 73, 81
 vrstevnatý, 73, 76, 175, 177, 202
 válcovaný homogenní RHA, 196
 paprsek, *viz* kumulativní paprsek
 parametry
 viz též materiálové konstanty
 viz též mechanické vlastnosti
 dopadu kosmického projektilu, 21
 Hugoniotovy křivky, 43, 44
 konstitutivní rovnice
 betonu, 65
 Cowpera–Symondse, 55, 315
 Johnsona–Cooka, 56–58, 300, 311
 keramiky AlN, 66

- parametry (*pokračování*)
- konstitutivní rovnice
 - keramiky B₄C, 66
 - Khana a Lianga, 58
 - plaveného skla, 65
 - Steinberga–Guinana, 61
 - Zerilliho–Armstronga, 60
 - kritéria iniciace výbušniny, 227
 - kumulativních paprsků, 92
 - Lanzovy–Odermattovy funkce, 201, 202
 - Murnaghanovy rovnice, 44
 - napětí pro vznik výtrže, 74
 - keramiky, 311
 - oděvu kosmonautů, 125
 - poškození
 - Al₂O₃, 69
 - Johnsona–Cooka, 71, 301
 - vláknitých kompozitů, 80
 - pro hloubku penetrace, 23
 - pro odporovou sílu v dřevěných deskách, 142
 - průbojných malorážových projektilů, 96
 - rovnice růstu kráteru, 123
 - stavové rovnice
 - Mieovy–Grüneisenovy, 48
 - Puffovy, 49
 - Tillotsonovy, 48
 - výbušnin, 48
 - Steinbergova modelu, 70
 - Tateho modelu pro keramiku, 270
 - vlastností želatiny, 163
- parogenerátor, 73
- pasivní ochrana, 229
- penetrace, 61
- desky, 112–115
 - dlouhých tyčí, 183, 271
 - hluboká, 152, 153
 - keramiky, 205
 - kumulativního paprsku, 271, 273, 275, 283, 291
 - projektilu, 265
 - přechodová, 268
 - sekundární, 268, 270, 271
 - ustálená, 268
- penetrační otvor, 185–190, 257–260, 273, 276, 283
- vniku paprsku, 283–287
- perforace, 61, 82, 173
- desky, 112–115, 178, 315, 316
 - rovinného prvku, 182
 - rovinných desek, 161
 - tenké desky, 180
 - trubky, 161
- písek, 136
- pískovec, 157
- plastická zóna, 162, 163
- plošná hmotnost, 218
- plošná hustota terče, 198
- plyn, 42
- plášť projektilu, 200
- podkalibrní střela, 190
- polyester, 170–172
- polyetylén, 170
- polymer, 275
- porušení, *viz* poškození
- posunutí
 - projektilu, 158
 - trubky, 160
- potenciál rychlosti, 256
- poškození, 63
 - viz též* kritérium; model; parametry; rovnice
 - terče smykovým lomem, 159
- prachová náplň, 316
- projektil, 81, 150
- 12,7 AP, 207
 - 55W, 211
 - 7,62 x 510AP, 310
 - APDS, 87, 206, 207
 - APFSDS, 87
 - APHC, 87
 - BMU–G154, 198
 - dlouhý, 199, 245
 - geometricky podobný, 155
 - kinetický, 85, 88, 183, 190, 245
 - kosmický, 18, 19, 21, 119, 125
 - krátký, 200
 - kulový, 123, 125, 227
 - malorážový, 313
 - nekonečně ostrý, 152
 - non-lethal, 24
 - ocelový, 183
 - pěchotní, 298
 - podkalibrní, 245
 - protipancéřový APM2, 218
 - protitankový, 245
 - protitankový kinetický, 87
 - průbojný 7,62 x 51 AP, 96, 97

projektil (*pokračování*)

průbojný 7,62 x 54R AP8, 96, 98
 průbojný malorážový, 96
 s čelem komolého kužele, 168, 169
 s čelem ve tvaru ogiválu, 151, 156, 168, 170
 s čelem ve tvaru vrchlíku koule, 152
 s kuželovým čelem, 151, 158, 169
 s oblým čelem, 178
 s ostrou špicí, 227
 s plochým ukončením ogiválu, 151, 152
 s plochým čelem, 152, 159
 s polokulovým čelem, 151, 170
 s rovinným čelem, 158, 170
 Teledyne Firth Sterling X21CW, 191
 tuhý, 137, 153
 Vz 43, 139, 303, 305, 307–309
 Vz 59, 303, 304, 306, 308
 výbuchově tvářený, 89, 90
 WA, 198
 protipožární ochrana, 218
 pružně plastický buckling, 320
 pryskyřice, 170, 202, 216, 226
viz též kompozit
 průměr kráteru, 125
 průraz, *viz* perforace
 přenos energie, 15
 přilba, 172, 173
 přírodní děj, 18
 pulz napětový, 11, 40
viz též vlna

R

radioaktivní odpad, 330
 raketoplán, 25
 Rayleighova přímka, 51
 rázové zatěžování, 11, 14, 15, 40, 315
 rázový účinek, 12
 redukční faktor, 176
 relativní cena keramiky, 209, 210
 rovinná deformace, 119
 rovinná napjatost, 79, 119
 rovnice
viz též kritérium; model; teorie; vztah
viz též hloubka penetrace
 Bernoulliova, 246, 254, 271
 Birchova–Murnaghanova, 44
 BRL, 320
 dynamické plasticity, 55
 empirická

ACE, 133
 Ammana a Whitneye, 134
 Bechtelova, 135
 BRL, 114, 134
 CEA pro železobeton, 135
 CEA–ADF, 135
 De Marre, 114
 Jowetta, 115
 Krupových závodů, 111
 modifikovaná Petryho, 133
 NDRC, 134
 Neilsona, 115
 pro kulové projektily, 125, 127
 SRI, 114
 Stoneho a Websterova, 135
 Strongeho proražení trubky, 159
 Wena a Jonese, 115
 Evanse pro penetraci paprsku, 272
 konstitutivní
 Cowpera–Symondse, 55, 315
 Johnsona–Cooka, 56, 300, 310
 Khana a Lianga, 58
 pro HCP kovy, 59
 Steinberga–Guinana, 59
 Tanimury, 58
 Zerilliho–Armstronga, 58
 kritické deformace, 300
 Murnaghanova, 44
 penetrace, 247, 255
 pohybová projektilu, 137, 138, 147, 153, 156,
 162, 163, 248, 256
 pohybu projektilu, 252, 253
 pro balistickou mez
 Coura a Palaise, 121
 Fishe a Summerse, 121
 GMC, 122
 McDonella a Sullivana, 121
 Pailera a Gruna, 121
 pro ideální kapalinu, 256
 pro popis kráteru, 121
 pro rozměr plastické zóny, 163
 růstu kráteru
 Careyho, McDonnella a Dixona, 122
 GMC, 122
 Maidena a kol., 122
 Nysmitha a Denarda, 122
 stavová, 45
 BKW, 49

rovnice (*pokračování*)

stavová

Mieova–Grüneisenova, 45, 68, 311

Puffova, 48

Tillotsonova, 46

zplodin JWL, 48

rozměr zrna, 59

rychlost

běžná dopadová, 80

částic, 41, 42

deformace, 52, 55, 62, 77, 221, 315

detonační, 48, 72

dopadová, 40, 85

erodovaných částic, 268

eroze

paprsku, 272, 277

projektilu, 250

extrémně vysoká dopadová, 80

fragmentovaného paprsku, 281

meteoroidu, 18

mezní balistická, 176

mezní projektilu, 161

normálová projektilu, 150

nízká dopadová, 80

paprsku dopadová, 91, 92, 289

penetrace, 269

paprsku, 272, 273, 276, 278, 280, 282, 289, 290

projektilu, 217, 254, 256, 258

v oxidu hlinitém, 254

poškození, 68, 69, 71

projektilu, 138, 158, 162

bezrozměrná dopadová, 200

dopadová, 149

kritická dopadová, 173, 270

mezní dopadová, 154, 158, 211, 225, 226

přechodová projektilu, 210

reziduální projektilu, 85, 136, 155, 158, 166, 173, 175, 208, 302–306, 312, 314, 318

vlny

podélné elastické, 34, 220

podélné ve vlákne, 225

poškození, 217

příčné, 221, 225

příčné elastické, 34

rázové, 41, 42, 311

vysoká dopadová, 80

zvuku, 49, 50, 274

rychlovlak, 24

S

scabbing, 133

seizmologie, 12

síla

viz též odpor

kolapsu trubky, 160

odporu proti pohybu projektilu, 150, 153, 154, 156

porušení trubky smykem, 160

smyková, 157

vyvolaná třením, 150

skalár poškození, 66

sklo, 271, 291

viz též vrstevnaté sklo

skluz povrchu trhlin, 68

skluz zrn, 68

skálotvorná hornina, 271

slitina

hliníková, 48, 177

hliníku 6061-T651, 154

hliníku 7075-T651, 154

Inconel 718, 116, 117

Ti-6Al-4V, 196

Ti-6Al-4V, 116, 117

titanová, 116, 196–199, 291

W-Ni-Fe, 196

wolframu, 89, 191, 195, 200–203, 210, 211, 263, 267

složka tenzoru

deviátorová, 33

hydrostatická, 33

spalling, 133

stabilita rázové vlny, 49, 51

stabilizační křídélka, 87

stavebnictví, 25

stlačitelnost, 34, 42, 46

struktura

hexagonální, 51, 59

kubicky plošně centrovaná, 58

kubicky prostorově centrovaná, 51, 59

strukturní změna, 13, 14, 53, 54, 189

střelecký experiment, 316

střepiny, 140

Š

šikmost, 82

šikmý dopad projektilu, 82

štěpná mikrotrhlina, 54
 štíhlost projektilu, 183, 245

T

tank, 73, 87, 88, 205, 245
 tankový kanón, 183, 316
 tavené sklo, 65
 tavení skelné fáze, 68
 Taylorův test, 56, 315
 tekutina, 12
 těleso turbíny, 319
 tenzor
 deformace, 34
 napětí, 33
 teorie
 viz též kritérium; model; rovnice; vztah
 viz též hloubka penetrace
 penetrace
 Alekseevského a Tateho, 246
 Birkhoffa a kol., 271
 paprsku DSM, 275
 vazko plasticity Perzyny, 56
 teplosměnná trubka, 73
 teplota
 bezrozměrná, 56
 tání, 56
 termobarická bomba, 90
 termoplast, 172
 terč, 81
 viz též deska; pancíř
 betonový, 132–134
 dubový, 22
 dřevěný, 139
 jilmový, 22
 konečné tloušťky, 157, 264
 ocelový, 127, 183, 204, 291
 plný, 282
 polonekonečný, 81, 262
 pružně plastický, 255, 258
 rovinný, 169
 skleněný, 126
 složený, 265, 287, 312
 středně silný, 81
 tenký, 81
 textilní, 219, 220
 titanový, 273
 tvárný, 273
 vrstevnatý, 164, 201
 z křehkého materiálu, 256–258

železobetonový, 132
 textilie, 215, 219, 222
 titan, 281
 viz též slitina titanová
 tkanina, 124
 tlak
 dynamický, 167
 na povrch projektilu, 167
 na čelo projektilu, 150
 statický, 167
 tlaková pevnost, 64
 tlouk, 91
 tombak, 96
 trhavina, *viz* výbušnina
 trubka kovová tenkostěnná, 159
 turbulence, 190
 turbínová lopatka, 24, 298, 314–317, 319, 320, 322–324, 329
 tvárná kavita, 54, 75
 tvrdost, 116, 191, 195
 Brinelova, 269
 projektilu, 190
 terče, 190, 282
 Twaron, 222–224

U

účinnost, 209, 217
 keramiky, 211
 úhel
 dopadu, 191, 198
 dráhy projektilu, 82
 vybočení, 82, 192, 203
 úplet, 175, 215
 uran, 87, 249

V

virtuální počátek paprsku, 273, 276
 viskozita, 271
 vlna
 elastická, 12, 216
 napětí, 11
 napětí tlaková, 214
 odlehčení, 51
 plastická, 119
 poškození, 214, 217
 příčná, 221
 Rayleighova, 214, 217
 rázová, 12, 20, 41, 42, 51, 53, 205, 214
 tahová, 214

vlna (*pokračování*)

tlaková vzdušná, 90

vložka nálože, 91, 92

vlákno

viz též kompozit

aramidové, 222

kevrlové, *viz* kevrlové vlákno

osnovy, 219

označované Dyneema, 170

skleněné, 170, 172, 202

útku, 219

vnitřní lom, 72

vojenství, 22

voština, 177–181

vrstevnaté sklo, 313

virtule helikoptéry, 177

vtulník, 205, 210, 214

vrubová houževnatost, 116, 191

vysokorychlostní kamera, 329

vzdušná dutina, 64

vztah

viz též kritérium; model; rovnice; teorie

viz též hloubka penetrace

Eichelbergera fragmentace paprsku, 273

Hopkinse pro odpor terče, 255

pro penetraci paprsku

Allisona a Vitaliho, 274

Buchara a kol., 289

DiPersia, Simona a Merendina (DSM), 275

Mayselesse a Genussova, 276

Packa a Evanse, 275

Zukase, 275

Stokesův, 138

válka

arabsko-izraelská, 93

druhá světová, *viz* druhá světová válka

výbušnina, 90, 227

AIX-1, 282

comp B, 227

PBX-9404, 227

PISEM, 72

pokrytá pancéřovou deskou, 227

výtrž, 72, 310

W

wolfram, 87, 249

viz též slitina wolframu

Z

zákon

Hookův, 34, 37

zachování energie, 41

zachování hmoty, 41

zachování hybnosti, 41

zátky, 118, 157, 159, 173, 176, 177, 180, 181

zdrobňování, 209, 214

zemina, 112, 131, 136, 147, 155, 271, 275, 291

zemský povrch, 13

zotavovací proces, 268

Ž

želatina, 163

železo, 51

viz též ocel; pancíř

železobeton, 61, 73, 112, 132, 135

žihání, 116

živý organismus, 23

žula, 48