



Muhamed Sućeska

EKSPLOZIJE I EKSPLOZIVI

NJIHOVA MIRONODOPSKA PRIMJENA



BRODARSKI INSTITUT

Izdavač:
BRODARSKI INSTITUT, Zagreb

Glavni i odgovorni urednik:
DR. SC. NENAD BOBANAC

Tehnički urednik:
NIKICA VISKOVIĆ

Recenzenti:
DR. SC. ZVONIMIR ESTER
DR. SC. BERKO ZEČEVIĆ

Lektura:
IVO PRANJKOVIĆ

Naslovnica:
INES SUĆESKA

Priprema za tisak:
NIKICA VISKOVIĆ

Tisak
mtg topgraf, Velika Gorica

ISBN 953-6017-11-3

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i sveučilišna knjižnica - Zagreb

UDK 662.1/4

SUĆESKA, Muhamed

Eksplozije i eksplozivi : njihova
mirnodopska primjena / Muhamed Sućeska. -
Zagreb : Brodarski institut, 2001.

Bibliografija. - Kazalo.

ISBN 953-6017-11-3

I. Eksplozivi — Mirnodopska primjena II.
Eksplozije — Mirnodopska primjena

411025026

Sadržaj

Muhamed Sućeska

EKSPLOZIJE I EKSPLOZIVI
NJIHOVA MIRNODOPSKA PRIMJENA

Zagreb, 2001.

Sadržaj

Predgovor	IX
1. Eksplozija – pojam i oblici	3
1.1. Nuklearne eksplozije	10
1.1.2. Reakcije fuzije	17
1.2. Eksplozivne vulkanske erupcije	21
1.3. Eksplozije uzrokovane udarom meteorita u Zemlju	25
1.4. Svemirske eksplozije	32
2. Eksplozivne tvari	37
2.1. Povijest eksplozivnih tvari	38
2.1.1. Povijest crnog baruta	39
2.1.2. Povijest nitroglicerina, dinamita i Alfreda Nobela	41
2.1.3. Povijest nitroceluloze i malodimnih baruta	50
2.1.4. Razvoj eksploziva na kraju 19. i tokom 20. stoljeća	54
2.1.5. Novija istraživanja u području eksplozivnih tvari	58
2.2. Kemijske eksplozije	61
2.2.1. Sagorijevanje eksplozivnih tvari	69
2.2.2. Detonacija eksplozivnih tvari	79
2.2.3. Prijelaz sagorijevanja u detonaciju	88
2.3. Osjetljivost eksplozivnih tvari i mehanizam iniciranja reakcija eksplozivne kemijske pretvorbe	91
2.3.1. Iniciranje toplinskim impulsima	93
2.3.2. Iniciranje mehaničkim impulsima	96
2.3.3. Iniciranje udarnim valom i krhotinama odbačene sredine	99
2.3.4. Inicijacija električnim impulsima	103
2.3.5. Iniciranje djelovanjem laserskog zračenja	105
2.3.6. Utjecaj nekih parametara na osjetljivost eksplozivnih tvari	105
2.3.7. Inicirajuća sredstva i inicirajući lanac	106
2.4. Termokemija i termodinamika eksplozivnih procesa	111

2.4.1. Reakcije eksplozivne kemijske pretvorbe	114
2.4.2. Toplina i temperatura eksplozivnih procesa	118
2.4.3. Jednadžbe stanja plinovitih produkata	121
2.4.4. Termodinamički proračun detonacijskih parametara	125
2.5. Podjela eksplozivnih tvari	127
2.5.1. "Neobične" eksplozivne tvari	132
2.6. Eksplozivni naboji	139
2.6.1. Koncentrirani eksplozivni naboji	139
2.6.2. Linijski (izduženi) eksplozivni naboji	140
2.6.3. Kumulativni eksplozivni naboji	140
2.6.3.1. <i>Vrste kumulativnih naboja</i>	143
2.7. Fizika visokih tlakova i udarni valovi	147
2.7.1. Udarni valovi	149
2.7.2. Jednadžba stanja kondenziranih tvari kod visokih tlakova	155
2.7.3. Udarni valovi u elastično-plastičnim materijalima	157
2.7.4. Fazne pretvorbe u udarnom valu	158
3. Primjena eksplozija u gospodarstvu	163
3.1. Primjena eksplozija u rudarstvu	163
3.1.1. Mehanizam djelovanja eksplozije u rudarskom ležištu	167
3.1.2. Miniranje i metode miniranja u rudarstvu	173
3.1.2.1. <i>Miniranje plitkim minskim bušotinama</i>	175
3.1.2.2. <i>Miniranje dubokim minskim bušotinama</i>	179
3.1.2.3. <i>Komorno miniranje</i>	182
3.1.2.4. <i>Kotlovska miniranje</i>	183
3.1.2.5. <i>Specijalna miniranja u rudarstvu</i>	184
3.1.3. Ostali oblici primjene eksplozije u rudarstvu	187
3.1.4. Primjena nuklearne energije za miniranje u rudarstvu	189
3.2. Primjena eksplozije u industriji nafte i plina	191
3.3. Primjena eksplozija u graditeljstvu	203
3.4. Primjena eksplozija u poljoprivredi	213
3.5. Istraživanje zemljine unutrašnjosti korištenjem eksplozije	216
3.6. Primjena eksplozije u sintezi novih materijala	221

3.6.1.	Primjena eksplozije u sintezi dijamanta i borova karbida	222
3.6.2.	Udarno prešanje praškastih tvari	227
3.7.	Primjena eksplozije u obradi metala	234
3.7.1.	Zavarivanje metalnih ploča eksplozijom	235
3.7.2.	Zavarivanje metalnih cijevi eksplozijom	241
3.7.3.	Spajanje krajeva metalnih cijevi eksplozijom	244
3.7.4.	Mikrostruktura zone spoja	246
3.7.5.	Neki praktični aspekti zavarivanja metala eksplozijom	249
3.8.	Oblikovanje metala eksplozijom	250
3.8.1.	Mehanizam deformiranja metala eksplozijom	252
3.9.	"Rezanje" materijala energijom eksplozije	253
4.	Primjena eksplozija u borbi protiv elementarnih nepogoda i drugih izvanrednih situacija	259
4.1.	Primjena eksplozija u borbi protiv vodene bujice	259
4.2.	Primjena eksplozija u borbi protiv snježnih lavina	264
4.3.	Primjena eksplozija u borbi protiv tuče	266
4.4.	Primjena eksplozija u gašenju požara na plinskim i naftnim bušotinama	271
4.5.	Primjena eksplozivnih tvari u sustavu za katapultiranje pilota	274
4.6.	Primjena eksplozivnih tvari u automatskom sustavu za zaštitu vozača automobila zračnim jastukom	276
4.7.	Primjena eksplozivnih tvari u sustavu za prinudnu evakuaciju putnika iz zrakoplova	281
4.8.	Primjena (mikro)eksplozija u medicini	283
5.	Eksplozije i umjetnost	289
5.1.	Eksplozijsko graviranje i detonografija	289
5.2.	"Crazy horse" memorijalni centar	292
5.2.1.	Tehnike miniranja	294
Indeks		302

Predgovor

Eksplozije su oduvijek prisutna pojava u našem bližem i daljem okruženju. Njima, prema teoriji "velikog prasaka", dugujemo nastanak i razvoj Zemlje, a možda čak i života na njoj; njima dugujemo sunčevu energiju bez koje ne bi bilo života na Zemlji; one su mijenjale i još uvijek mijenjaju ne samo reljef nego i sam život na Zemlji itd.

Pojmovi «eksplozije» i «eksplozivni» kod većine ljudi pobuđuju negativne asocijacije – snažni prasak, oblaci crnog dima, razaranje, smrt, strah itd. To ne treba ni čuditi s obzirom da se u ratovima koji su se vodili i još uvijek vode diljem Zemlje, eksplozivne tvari koriste za razaranje i sijanje smrti. Jasno je, međutim, da kemijske eksplozivne tvari i eksplozije takvih tvari ne treba promatrati isključivo kao izvor opasnosti i zla, jer, kako jedan autor reče, one su poput duha iz "Aladinove svjetiljke" – hoće li biti dobre ili zle ovisi o tome "u čijim je rukama svjetiljka". Tako se npr. eksplozivne tvari mogu upotrijebiti za uništavanje ljudskih dobara i sijanje smrti, ali isto tako one mogu "služiti" čovjeku i pomagati mu u obavljanju pojedinih djelatnosti – ovisno o tome kakve su namjere onoga tko njima raspolaže, te koliko ih, kao specifičan izvor energije, poznaje, zna iskoristiti i upravljati njihovom energijom.

Danas se može nabrojati na desetine primjera korisne, stvaralačke, primjene eksplozija i eksplozivnih tvari u rudarstvu, građevinarstvu, poljoprivredi, šumarstvu, strojarstvu itd. Tako npr. eksplozivne tvari služe za drobljenje i usitnjavanje stijena, izradu nasipa, tunela, putova, iskop temelja novih i rušenje starih zgrada, izradu umjetnih jezera, zavarivanje i oblikovanje metala, očvršćivanje i rezanje metala, vađenje panjeva i obaranje drveća, istraživanje nalazišta korisnih iskopina i unutrašnjosti Zemlje na velikim dubinama, za sprječavanje pojedinih prirodnih katastrofa, povećanje pritoka nafte i plina u bušotinama, za gašenje požara na naftnim i plinskim bušotinama, za promjenu