

UNIVERZITET U BANJOJ LUCI

NADEŽDA ČALIĆ

PRIPREMA MINERALNIH SIROVINA

PRIPREMNI I POMOĆNI PROCESI

RUDARSKI FAKULTET
PRIJEDOR, 2012

Univerzitet u Banjoj Luci

Nadežda Čalić

PRIPREMA MINERALNIH SIROVINA

PRIPREMNI I POMOĆNI PROCESI

**Rudarski fakultet
Prijeđor, 2012**

PRIPREMA MINERALNIH SIROVINA

- Pripremni i pomoćni procesi -

Autor:

Prof. dr Nadežda Čalić, Rudarski fakultet, Prijedor

Recenzenti:

Prof. dr Predrag Lazić, Rudarsko – geološki fakultet, Beograd

Prof. dr Ljubiša Andrić, Tehnički fakultet, Bor

Izdavač:

Rudarski fakultet, Prijedor

Štampa: Print Design, Prijedor

Tiraž:

300 primjeraka

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

553(75.8)

622.7.05(075.8)

ЋАЛИЋ, Надежда

Priprema mineralnih sirovina : pripremni i
pomoćni procesi / Nadežda Čalić. - Prijedor :
Rudarski fakultet, 2012. - 266 str., ilustr. 226
Tiraž 300. - Bibliografija: str. 269-272.

ISBN 978-99955-681-2-2

COBISS.BH-ID 3250200

© Sva prava zadržava autor

Odlukom Nastavno-naučnog vijeća Rudarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci
broj:21/3.525/12, od 12.10. 2012. rukopis je odobren za štampanje kao univerzitetski
udžbenik

SADRŽAJ

<i>Predgovor</i>	3
<i>1. Uvod u pripremu mineralnih sirovina</i>	9
<i>1.1. Mineralna sirovina</i>	9
<i>1.2. Priprema mineralnih sirovina – definicije</i>	12
<i>1.3. Procesi u pripremi mineralnih sirovina</i>	14
<i>1.3.1. Pripremni procesi</i>	14
<i>1.3.2. Osnovni procesi</i>	18
<i>1.3.3. Pomoćni procesi</i>	19
<i>1.4. Proizvodi procesa pripreme mineralnih sirovina</i>	20
<i>1.5. Zahtevi u pogledu kvaliteta proizvoda</i>	21
<i>1.6. Priprema mineralnih sirovina i druge discipline</i>	22
<i>1.7. Značaj pripreme mineralnih sirovina</i>	24
<i>1.8. Karakteristike mineralne sirovine</i>	25
<i>1.8.1. Hemijski sastav</i>	25
<i>1.8.2. Mineralni sastav</i>	26
<i>1.8.3. Strukturno-teksturne osobine</i>	26
<i>1.8.4. Frakcioni sastav</i>	27
<i>1.8.5. Osobine minerala od značaja za pripremu mineralnih sirovina</i>	27
<i>1.9. Priprema mineralnih sirovina i održivi razvoj</i>	29
<i>1.9.1. Da li je rudarstvo u skladu sa konceptom održivog razvoja?</i>	32
<i>1.9.2. Indikatori održivog razvoja</i>	33
<i>1.9.3. Indikatori održivog razvoja i priprema mineralnih sirovina</i>	36
<i>1.9.4. Upravljanje kvalitetom proizvoda pripreme mineralnih sirovina</i>	36
<i>2. Usitnjavanje i klasiranje</i>	38
<i>2.1. Usitnjavanje</i>	40
<i>2.1.1. Mehaničke osobine čvrstih tela</i>	41
<i>2.1.2. Zakoni usitnjavanja</i>	45
<i>2.1.2.1. Meljivost sirovine</i>	49
<i>2.2. Drobljenje</i>	55
<i>2.2.1. Primarno drobljenje</i>	57
<i>2.2.1.1. Čeljusna drobilica</i>	57
<i>2.2.1.2. Kružna drobilica</i>	64
<i>2.2.2. Sekundarno drobljenje</i>	68
<i>2.2.3. Tercijarno drobljenje</i>	73
<i>2.2.3.1. Drobilice sa valjcima</i>	73
<i>2.2.3.1.1. Drobilice sa glatkim valjcima</i>	74
<i>2.2.3.1.2. Drobilice sa nazubljenim valjcima</i>	75
<i>2.2.4. Udarne drobilice</i>	76
<i>2.3. Prosejavanje</i>	82
<i>2.3.1. Osnovni pokazatelji procesa prosejavanja</i>	84

2.3.1.1. Efikasnost prosejavanja	84
2.3.1.2. Kapacitet sita	87
2.3.1.3. Verovatnoća prosejavanja	88
2.3.2. Uređaji za prosejavanje	90
2.4. Šema procesa drobljenja i prosejavanja	97
2.4.1. Kružna šarža	99
2.5. Pokretna postrojenja za usitnjavanje i klasiranje	102
2.6. Izbor mašina i uređaja za drobljenje i prosejavanje	104
2.6.1. Polazne osnove pri definisanju procesa drobljenja	105
2.6.2. Polazne osnove pri izboru sita	108
2.7. Mlevenje	109
2.7.1. Obrtni mlinovi	110
2.7.2. Analiza sila koje deluju na meljuće telo	113
2.7.3. Kritična brzina obrtanja mlina	114
2.7.4. Zone u mlinu u toku mlevenja	117
2.7.5. Kinetička energija meljućeg tela	117
2.7.6. Tehnološki pokazatelji procesa mlevenja u obrtnim mlinovima	118
2.7.7. Kinetika mlevenja	118
2.7.8. Kapacitet mlina Q	120
2.7.9. Radni uslovi mlevenja	121
2.7.10. Utrošak meljućih tela	123
2.7.11. Šema procesa mlevenja	125
2.7.12. Kružna šarža	125
2.7.13. Izbor mlina	128
2.7.13.1. Izbor i proračun mlina sa kuglama	128
2.8. Autogeno mlevenje	131
2.9. Selektivno usitnjavanje	136
2.10. Vertikalni mlinovi	137
2.11. Mikronizirajuće mlevenje	140
2.11.1. Uređaji za mikronizaciju	140
2.11.1.1. Konvencionalni mlinovi sa kuglama	141
2.11.1.2. Planetarni mlinovi	141
2.11.1.3. Vibracioni mlinovi	142
2.11.1.4. Atricijski mlinovi	142
2.11.1.5. Strujni (mlazni) JET-mlinovi	143
2.11.1.6. Mlinovi udarnog dejstva	144
2.12. Energetska efikasnost usitnjavanja	145
2.13. Klasiranje u fluidima	150
2.13.1. Kretanje zrna u fluidu	151
2.13.1.1. Kretanje zrna u uslovima slobodnog padanja	151
2.13.1.2. Konačna brzina padanja	153
2.13.1.3. Koeficijent jednake konačne brzine padanja	154
2.13.1.4. Koeficijent otpora i Reynolds-ov broj	154
2.13.1.5. Reyleigh-ev dijagram	155
2.13.1.6. Arhimedov broj i otpor sredine	156
2.13.1.7. Prametar $Re_2 \Psi$ i koeficijent otpora sredine	157
2.13.1.8. Uticaj oblika zrna na kretanje zrna u fluidu	159
2.13.1.9. Uticaj temperature fluida na kretanje zrna	160

2.13.1.10. Kretanje zrna u ometanim uslovima	160
2.13.2. Osnovne tehnološke karakteristike procesa klasiranja	163
2.13.2.1. Ggranična krupnoća klasiranja	163
2.13.2.2. Efekat klasiranja	164
2.13.3. Klasiranje u vodi	166
2.13.3.1. Klasiranje u mehaničkim klasifikatorima	166
2.13.3.2. Klasiranje u hidrociklonima	169
2.13.3.2.1. Izbor i proračun hidrociklona	174
2.13.3.3. Klasiranje u struji fluida u vis	176
2.13.3.4. Klasiranje u konusnim klasifikatorima	178
2.13.4. Klasiranje u fluidu vazduh	179
3. Odvodnjavanje i otprašivanje	183
3.1. Otkapavanje	183
3.2. Zgušnjavanje	184
3.2.2. Izbor i proračun zgušnjivača	187
3.3. Filtriranje	191
3.3.2. Filtriranje u filter presama	196
3.4. Sušenje	198
3.4.1. Sušare	199
3.5. Otprašivanje	201
4. Okrupnjavanje	203
4.1. Briketiranje	203
4.2.1. Mehanizam briketiranja bez korišćenja vezivnih sredstava	206
4.2.2. Mehanizam briketiranja vezivnim sredstvima	208
4.3. Parametari procesa briketiranja	211
5. Homogenizacija	225
5.1. Homogenizacija u rudarstvu	225
5.2. Homogenizacija u toku procesa otkopavanja rude	226
5.3. Homogenizacija u pripremi mineralnih sirovina	228
6. Skladištenje rude i proizvoda	225
6.1. Skladištenje rude i koncentrata	225
6.1.1. Bunker i silosi	226
6.2. Skladovi i deponije gotovih proizvoda	228
6.3. Dodavači - hranilice	229
6.4. Deponovanje jalovine	233
6.4.1. Osnovne karakteristike jalovine	234
6.4.2. Jalovišta za deponovanje suve jalovine	235
6.4.3. Hidraulička jalovišta	235
6.5. Izbor lokacije jalovišta	238
7. Kontrola procesa i uzorkovanje	240
7.1. Kontrola procesa	240
7.2. Kontrola krupnoće i granulometrijskog sastava	245
7.2.1. Određivanje granulometrijskog sastava prosejavanjem	246

7.2.2. Određivanje granulometrijskog sastava laserskom difrakcijom	250
7.2.3. Sedimentometrijska analiza	253
7.3. Uzorkovanje	256
7.4. Skraćivanje uzoraka	258
Literatura	263