

## *Predgovor*

*Monografija se sastoji od šest celina :*

- (I) Uvod,*
- (II) Vatrostalni materijali,*
- (III) Strujanje gasova i kretanje materijala u peći,*
- (IV) Pećne atmosfere,*
- (V) Svojstva i podela metalurških peći i*
- (VI) Elementi proračuna*

*Poglavlje I predstavlja uvod u problematiku knjige. U okviru ovog poglavlja dat je istorijat nastanka i razvoja peći i uređaja koji se primenjuju u metalurškom inženjerstvu. Takođe, dati su osnovni pojmovi vezani za osnovne elemente konstrukcije peći.*

*U okviru poglavlja II dati su osnovni pojmovi vezani za vatrostalne materijale, kao jedan od najvažnijih elemenata konstrukcije peći. Dati su opšti pojmovi koji karakterišu ovu grupu materijala, sastav i klasifikacija, visokotemperaturni materijali. Posebna pažnja je posvećena svojstvima vatrostalnih materijala kao i savremenim metodama ispitivanja.*

*Strujanje gasa i materijala u peći, zbog svog značaja je predstavljeno kroz posebno poglavlje III. U okviru poglavlja dati su osnovni pojmovi vezani za strujnje gasova, brzine strujanja, kao i otpore strujanju gasa.*

*U okviru poglavlja IV dati su osnovi pećnih atmosfera. Predstavljene su podela pećnih atmosfera, kao i osnovne karakteristike inertnih, neutralnih i aktivnih atmosfera koje se sreću u metalurškim procesima.*

*Poglavlje V se odnosi na karakteristike i podelu metalurških peći. U okviru poglavlja objašnjen je zadatak i namena industrijskih peći. Detaljno je data podela metalurških peći na osnovu sledećih elemenata (i) oblik procesnog prostora peći, (ii) tehnološka namena, (iii) način prenosa toplote, (iv) raspodela temperature, (v) izvor toplote, (vi) uzajamni položaj materijala i nosioca toplote i (vii) iskorišćenje toplote iz dimnog gasa.*

*U okviru poglavlja VI podela peći je data na osnovu njihove primene, pri čemu su prikazani elementi proračuna samo za tipične primere.*

*Ova oblast je razvijana dugi niz godina na Katedri za metalurško inženjerstvo, Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu. Nesebično preneto iskustvo, kao i knjige i skipte profesora dr Milana Jovanovića, dr Evgenija Krotina i dr Zvonimira Popovića u mnogome su doprinele krajnjem izgledu ove knjige.*

*Posebnu zahvalnost dugujemo našim kolegamicama i recenzentima docentu dr Snežani Grujić i van.prof dr Radmili Jančić Heinemann na pomoći i sugestijama prilikom pisanja. Njihovo pažljivo čitanje rukopisa i sugestije koje su nam uputili dorinele su krajnjem izgledu ovog udžbenika.*

*Ova knjiga je namenjena pre svega kolegama u oblasti metalurgije i inženjerstva materijala. Pored njih, verujemo da može korisno da posluži i kolegama inženjerima drugih struka koji se u svom radu susreću sa uređajima, agregatim i pećima, kao i osnovnim elementima konstrukcija kao što su vatrostalni materijali ili pećne atmosfere.*

*Zahvaljujemo se Ministarstvu za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije na finansijskoj pomoći koja je omogućila štampanje ove monografije.*

*Posebno se zahvaljujemo kompaniji US Steel Srbija na donaciji koja je pomogla štampanje ove monografije.*

*Autori*

## SADRŽAJ

<b>I. UVOD</b>	<b>5</b>
I.1. Istorijski razvoj metalurških peći	5
I.2. Osnovi metalurških peći	7
I.3. Elementi konstrukcije peći	8
<b>II. VATROSTALNI MATERIJALI</b>	<b>11</b>
II.1. Uvod	11
II.2. Opšti pojmovi	12
II.3. Sastav i klasifikacija vatrostralnih materijala	13
II.4. Visokotemperaturni materijali	17
II.5. Svojstva vatrostralnih materijala	17
II. 5. 1. Vatrostalnost	17
II. 5.2. Vatrostalnost pod pritiskom	21
II.5. 3. Puzanje pod pritiskom	23
II.5.4. Hemijsko dejstvotvornih i čvrstih materijala	25
II.5.5. Hemijsko dejstvo gasova	30
II. 5.6. Otpornost na pritisak	31
II.5.7. Otpornost na savijanje	31
II.5.8. Naknadno skupljanje i širenje	32
II. 5.9. Gustina, zapreminska masa i poroznost	33
II.5.10. Propustljivost za gasove (Permeabilnost)	36
II.5.11. Toplotna provodljivost	37
II. 5.12. Otpornost na nagle promene temperature (Termostabilnost)	37
II.5.13. Određivanje modula elastičnosti i Poasonovog koeficijenta	41
II. 6. Svojstva i primena pojedinih grupa vatrostralnih materijala	43
II.6.1. Vatrostalni materijali na bazi silicijum(IV)-oksida	43
II.6.2. Alumosilikatni vatrostalni materijali	47
II.6.3. Vatrostalni materijali na bazi magnezita i hromita	51
II.6.4. Vatrostalni materijali na bazi ugljenika i karbida	59
II.6.5. Vatrostalni materijali na bazi silicijum(IV)-karbida	64
II.6.6. Vatrostalni materijali na bazi cirkonijum (IV)-oksida	67
II.6.7. Specijalni vatrostalni materijali	70
<b>III. STRUJANJE GASA I KRETANJE MATERIJALA U PEĆI</b>	<b>75</b>
III.1. Uvodne napomene	75
III.2. Strujanje gasa i kretanje materijala	79
III.2.1. Strujanje gasa i kretanje materijala u slobodnom prostoru	79
III.2.2. Strujanje gasa kroz sloj materijala	82
III.2.3. Strujanje gasa kroz sloj rastopa	85
<b>IV. OSNOVI PEĆNIH ATMOSFERA</b>	<b>87</b>
IV. 1. Podela pećnih atmosfera	87
<b>V. SVOJSTVA I PODELA METALURŠKIH PEĆI</b>	<b>95</b>
V.1. Zadatak industrijskih peći	95
V.2. Eelementi podele metalurških peći	97
V.2.1. Oblik procesnog prostora peći	98
V.2.2. Tehnološka namena peći	100

V.2.3. Način prenosa toplote u peći	101
V.2.4. Raspored temperature u peći	102
V.2.5. Izvor toplote	102
V.2.6. Uzajamni položaj materijala i nosioca toplote	103
V.2.7. Dopunsko korišćenje toplote	104
V.3. Mehanizacija peći	106
V.4. Način rada i konstrukcija glavnih tipova metalurških peći	106
V.4.1. Šahtne peći	107
V.4.2. Ognjišne peći	112
V.4.3. Valjkaste peći	116
V.4.4. Konvertori	118
V.4.5. Elektropeći	120
V.4.5.1. Peći sa električnim lukom	120
V.4.5.2. Indukcione peći	123
V.4.5.3. Otporne peći	124
<b>VI. ELEMENTI PRORAČUNA</b>	<b>127</b>
VI.1. Razmenjivači toplote	127
VI.1.1. Kauper	129
VI.1.2. Rekuperator	137
VI.2. Dimnjak	145
VI.3. Uređaji za sinterovanje - aglomeraciju	148
VI.4. Rotaciona peć	153
VI.5. Fluo-solid reaktor	160
VI.6. Visoka peć	165
VI.7. Elektro peći	178
VI.7.1. Elektrolučne peći	178
VI.7.2. Indukciona elektro peć bez jezgra	183
<b>LITERATURA</b>	<b>195</b>