

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР	VII
-----------------	-----

A. МЕТАЛУРГИЈА ЛАКИХ МЕТАЛА

Глава I МЕТАЛУРГИЈА АЛУМИНИЈУМА	1
1. ОСОБИНЕ И ПРИМЕНА	1
2. МИНЕРАЛИ И РУДЕ АЛУМИНИЈУМА	3
2.1. РАСПРОСТРАЊЕНОСТ АЛУМИНИЈУМА У ПРИРОДИ	3
2.2. РУДЕ АЛУМИНИЈУМА	4
3. ОКСИДИ И ХИДРОКСИДИ АЛУМИНИЈУМА	8
3.1. ОКСИДИ АЛУМИНИЈУМА	8
3.2. ХИДРАТИСАНИ ОКСИДИ (ХИДРОКСИДИ) АЛУМИНИЈУМА	9
3.3. ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ	10
3.4. ТЕРМИЧКЕ И ТЕРМОДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ	11
3.5. ОСОБИНЕ ИНДУСТРИЈСКЕ ГЛИНИЦЕ ЗА ЕЛЕКТРОЛИТИЧКО ДОБИЈАЊЕ АЛУМИНИЈУМА	12
3.6. КЛАСИФИКАЦИЈА ПОСТУПАКА ЗА ПРОИЗВОДЊУ ГЛИНИЦЕ	13
4. АЛУМИНАТНИ РАСТВОРИ	14
4.1. ПРИРОДА И СТРУКТУРА АЛУМИНАТНИХ РАСТВОРА	15
4.2. УСЛОВИ ПОСТОЈАНОСТИ АЛУМИНАТНИХ РАСТВОРА	17
5. ВАЈЕРОВ ПОСТУПАК ЗА ПРОИЗВОДЊУ ГЛИНИЦЕ	20
5.1. ТЕХНОЛОШКА ШЕМА ВАЈЕРОВОГ ПОСТУПКА	20
5.2. ЦИКЛУС ВАЈЕРОВОГ ПОСТУПКА У СИСТЕМУ $Al_2O_3 - N_2O - H_2O$	23
5.3. ПРИПРЕМА БОКСИТА	24
5.4. ЛУЖЕЊЕ БОКСИТА	26
5.5. РАЗБЛАЖИВАЊЕ АУТОКЛАВНЕ ПУЛПЕ, ОДВАЈАЊЕ И ИСПИРАЊЕ ЦРВЕНОГ МУЉА	50
5.6. РАЗЛАГАЊЕ АЛУМИНАТНОГ РАСТВОРА	61
5.7. УПАРАВАЊЕ ПОВРАТНОГ РАСТВОРА И КАУСТИФИКАЦИЈА ИЗДВОЈЕНЕ СОДЕ	73
5.8. КАЛЦИНАЦИЈА АЛУМИНИЈУМ-ХИДРОКСИДА	82
6. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ДОБИЈАЊА АЛУМИНИЈУМА ЕЛЕКТРОЛИЗОМ ГЛИНИЦЕ ИЗ РАСТОПА КРИОЛИТА	88
6.1. ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЕЛЕКТРОЛИТА	88
6.2. МЕХАНИЗАМ ПРОЦЕСА И РЕАКЦИЈЕ НА КАТОДИ И АНОДИ	97

6.3. РАСТВОРЉИВОСТ И ГУБИЦИ АЛУМИНИЈУМА У ЕЛЕКТРОЛИТУ.....	102
6.4. ПОКАЗАТЕЉИ ПРОЦЕСА ЕЛЕКТРОЛИЗЕ (ИСКОРИШЋЕЊА СТРУЈЕ И ЕНЕРГИЈЕ).....	104
7. ЕЛЕКТРОЛИТИЧКО ДОБИЈАЊЕ АЛУМИНИЈУМА	108
7.1. ЕЛЕКТРОЛИЗЕРИ	108
7.2. БИЛАНС НАПОНА ЕЛЕКТРОЛИЗЕРА	112
7.3. ТОПЛОТНИ БИЛАНС ЕЛЕКТРОЛИЗЕРА.....	113
7.4. ПУШТАЊЕ ЕЛЕКТРОЛИЗЕРА У РАД.....	117
7.5. ОПСЛУЖИВАЊЕ ЕЛЕКТРОЛИЗЕРА – ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОШКЕ ОПЕРАЦИЈЕ ПРОЦЕСА ЕЛЕКТРОЛИЗЕ	120
7.6. ПОРЕМЕЂАЈИ У РАДУ ЕЛЕКТРОЛИЗЕРА И НАЧИН ЊИХОВОГ ОТКЛАЊАЊА.....	125
7.7. КОНТРОЛА И РЕГУЛАЦИЈА ПРОЦЕСА ЕЛЕКТРОЛИЗЕ	132
7.8. НОРМАЛАН РАД ЕЛЕКТРОЛИЗЕРА.....	134
7.9. СИСТЕМИ ВОЂЕЊА ПРОЦЕСА.....	137
7.10. ПОГОН ЗА ПРОИЗВОДЊУ АЛУМИНИЈУМА	138
Глава II МЕТАЛУРГИЈА МАГНЕЗИЈУМА	141
1. ОСОБИНЕ И ПРИМЕНА	141
2. МАГНЕЗИЈУМОВЕ СИРОВИНЕ.....	144
2.1. РАСПРОСТРАЊЕНОСТ МАГНЕЗИЈУМА У ПРИРОДИ	144
2.2. ВРСТЕ МАГНЕЗИЈУМОВИХ СИРОВИНА	144
2.3. ПРИПРЕМА МАГНЕЗИЈУМОВИХ СИРОВИНА	145
3. ПОСТУПЦИ ЗА ПРОИЗВОДЊУ МАГНЕЗИЈУМА	147
3.1. ПОДЕЛА ПОСТУПАКА.....	147
3.2. ПОСТУПАК ДОБИЈАЊА ИЗ МОРСКЕ ВОДЕ	147
3.3. ТЕРМИЧКИ ПОСТУПЦИ ПРОИЗВОДЊЕ МАГНЕЗИЈУМА.....	148
4. ВИСОКО ЧИСТИ МАГНЕЗИЈУМ	166
4.1. ПРИМЕНА ВИСОКО ЧИСТОГ МАГНЕЗИЈУМА	166
4.2. ПОСТУПЦИ ПРОИЗВОДЊЕ ВИСОКО ЧИСТОГ МАГНЕЗИЈУМА	167
Б. МЕТАЛУРГИЈА ТЕШКИХ МЕТАЛА	
Глава III МЕТАЛУРГИЈА БАКРА	171
1. ОСОБИНЕ И ПРИМЕНА	171
2. МИНЕРАЛИ, РУДЕ И КОНЦЕНТРАТИ БАКРА.....	174
3. ПОСТУПЦИ ЗА ПРОИЗВОДЊУ БАКРА	176
3.1 ПИРОМЕТАЛУРШКИ ПОСТУПЦИ	176
3.2. ХИДРОМЕТАЛУРШКИ ПОСТУПЦИ	237
Глава IV МЕТАЛУРГИЈА НИКЛА	269
1. ОСОБИНЕ И ПРИМЕНА	269
2. РУДЕ НИКЛА	270
3. ПИРОМЕТАЛУРШКИ ПОСТУПЦИ ПРЕРАДЕ НИКЛОВИХ РУДА	271
3.1. ПРЕРАДА ОКСИДНИХ РУДА	271
3.2. ПРЕРАДА СУЛФИДНИХ БАКАР-НИКЛОВИХ РУДА.....	280
4. ХИДРОМЕТАЛУРШКИ ПОСТУЦИ ПРЕРАДЕ НИКЛОВИХ РУДА.....	281
4.1. ОКСИДНЕ РУДЕ	282
4.2. СУЛФИДНЕ РУДЕ	283

Глава V МЕТАЛУРГИЈА ОЛОВА	285
1. ОСОБИНЕ И ПРИМЕНА	285
2. МИНЕРАЛИ И РУДЕ	287
3. ПРИПРЕМА РУДА	287
4. ПОСТУПЦИ ДОБИЈАЊА ОЛОВА	288
4.1. ПОСТУПАК РЕДУКЦИОНОГ ТОПЉЕЊА У ШАХТНОЈ ПЕЋИ	288
4.2. САВРЕМЕНИ ПОСТУПЦИ ДОБИЈАЊА ОЛОВА.....	322
5. ПРЕРАДА МЕЂУПРОДУКАТА ОД ДОБИЈАЊА СИРОВОГ ОЛОВА.....	328
5.1. ПРЕРАДА ШЉАКЕ ИЗ ШАХТНИХ ПЕЋИ.....	328
5.2. ПРЕРАДА ОЛОВНЕ ПРАШИНЕ.....	338
5.3. ПРЕРАДА БАКАР-ОЛОВНОГ КАМЕНЦА	342
5.4. ПРЕРАДА ШПАЈЗЕ.....	344
Глава VI МЕТАЛУРГИЈА ЦИНКА	347
1. ОСОБИНЕ И ПРИМЕНА	347
2. МИНЕРАЛИ, РУДЕ И ПРИПРЕМА РУДА ЦИНКА	350
3. ПОСТУПЦИ ДОБИЈАЊА ЦИНКА.....	351
3.1. ПИРОМЕТАЛУРШКИ ПОСТУПЦИ	352
3.2. ХИДРОМЕТАЛУРШКИ ПОСТУПАК.....	357
3.3. ПРЕРАДА МЕЂУПРОДУКАТА ХИДРОМЕТАЛУРШКОГ ДОБИЈАЊА ЦИНКА ..	435
Глава VII МЕТАЛУРГИЈА КАДМИЈУМА.....	447
1. ОСОБИНЕ И ПРИМЕНА	447
1.2. ОСОБИНЕ ОД ЗНАЧАЈА ЗА ЊЕГОВО ДОБИЈАЊЕ	447
2. ПРЕРАДА БАКАР-КАДМИЈУМОВОГ МУЉА.....	449
Глава VIII МЕТАЛУРГИЈА АНТИМОНА.....	447
1. ОСОБИНЕ И ПРИМЕНА	455
2. ЈЕДИЊЕЊЕ АНТИМОНА	457
3. МИНЕРАЛИ И РУДЕ АНТИМОНА	459
4. ПОСТУПЦИ ДОБИЈАЊА АНТИМОНА	460
4.1. ДЕСТИЛАЦИОНО ПРЖЕЊЕ	461
4.2. РЕДУКЦИОНО ТОПЉЕЊЕ.....	462
4.3. ТАЛОЖНО ТОПЉЕЊЕ	467
4.4. РЕАКЦИОНО И ОКСИДАЦИОНО-РЕАКЦИОНО ТОПЉЕЊЕ	472
4.5. СОДНО (АЛКАЛНО) ТОПЉЕЊЕ.....	473
4.6. ХИДРОМЕТАЛУРШКО ДОБИЈАЊЕ АНТИМОНА	474
5. РАФИНАЦИЈА АНТИМОНА	479
5.1. ПИРОМЕТАЛУРШКА РАФИНАЦИЈА	480
5.2. ЕЛЕКТРОЛИТИЧКА РАФИНАЦИЈА.....	482
6. ДОБИЈАЊЕ АНТИМОНА У МЕТАЛУРГИЈИ ОЛОВА	483
6.1. ПРЕРАДА Sb-As ОКСИДНОГ ШЛИКЕРА	483
6.2. ПРЕРАДА Sb-As АЛКАЛНОГ ШЛИКЕРА	484
7. АНТИМОН У „ЗАЈАЧИ”	485

В. МЕТАЛУРГИЈА ПЛЕМЕНИТИХ МЕТАЛА	
Глава IX МЕТАЛУРГИЈА ЗЛАТА И СРЕБРА	487
1. ОПШТИ ПОДАЦИ И ПРИМЕНА	487
2. ОСОБИНЕ ПЛЕМЕНИТИХ МЕТАЛА.....	488
3. ОБОГАЂИВАЊЕ РУДА.....	488
4. АМАЛГАМАЦИЈА ЗЛАТА.....	489
5. ХИДРОМЕТАЛУРГИЈА ЗЛАТА И СРЕБРА.....	491
5.1. ЛУЖЕЊЕ РУДЕ	491
5.2. ЦЕМЕНТАЦИЈА.....	495
5.3. ОПТИЦАЈ ЦИЈАНИДНИХ РАСТВОРА.....	496
5.4. ЦИЈАНИЗАЦИЈА СА ПРИМЕНОМ ЈОНО-ИЗМЕЊИВАЧКИХ СМОЛА.....	497
5.5. ПОНАШАЊЕ УПОРНИХ РУДА.....	498
5.6. АФИНАЖ – РАЗДВАЈАЊЕ ЗЛАТА И СРЕБРА.....	499
5.7. ЕЛЕКТРОЛИЗА СРЕБРА	500
5.8. ЕЛЕКТРОЛИЗА ЗЛАТА.....	501
6. ДОБИЈАЊЕ ЗЛАТА И СРЕБРА У МЕТАЛУРГИЈИ БАКРА.....	503
6.1. ДИРЕКТНО ТОПЉЕЊЕ АНОДНОГ МУЉА	508
7. ДОБИЈАЊЕ СРЕБРА И ЗЛАТА У МЕТАЛУРГИЈИ ОЛОВА	509
Глава X МЕТАЛУРГИЈА ПЛАТИНЕ	515
1. ОПШТИ ПОДАЦИ И ПРИМЕНА	515
2. КОНЦЕНТРАТИ.....	515
3. РАЗДВАЈАЊЕ ПЛЕМЕНИТИХ МЕТАЛА И ДОБИЈАЊЕ ПЛАТИНЕ	516
Г. ЛИТЕРАТУРА	
ЛИТЕРАТУРА.....	517
ЗАХВАЛНИЦА.....	553
БИОГРАФИЈА.....	555

Предговор

Литература из металургије у целини на српском језику је код нас више него оскудна. Осим малог броја радова скромних научних вредности у једном домаћем часопису, остале литературе, скоро да и нема. Поред субјективних разлога то је последица и околности да је број корисника мали, па су мали и тиражи, због чега књиге или монографије не могу бити комерцијалне и немогуће их је објавити без донатора, који опет, нажалост најчешће, не виде у томе властити или јавни интерес. То је увек приближно било тако, независно од тога да ли смо као држава и друштво у кризи или не. Интерес за перманентним стицањем знања је данас испод потребног, јер знање се недовољно цени и најмање доноси користи. Наравно, изузетака има, али изузеци не потврђују правило.

Све што рекох односи се на металургију, што је парадоксално ако се зна да је металургија једна од водећих, најважнијих и најакумулативнијих привредних грана у свету. Одавно, а поготово у новије доба, производе се милиони тона сивог лива, гвожђа и челика, свих неопходних квалитета, обојених метала са разноврсном применом. У 2009. г. производња примарног алуминијума премашила је 30 милиона тона годишње, бакра 10 милиона тона, олова и цинка између 5-6 милиона тона појединачно. Слично је, али сразмерно ресурсима и са другим металима.

Металургија је изузетно разноврсна по садржају и по технологијама добијања и прераде метала и металних легура. Обухвата добијање примарних метала и легура, њихово ливење и прераду пластичном деформацијом (ковање, ваљање, пресовање, извлачење и др.). У новије доба присутан је тренд добијања и нано материјала, специјалних особина. Усудићу се да кажем да је приступ нано материјалима и технологијама код нас пренаглашен и без сагледавања приоритета. То је резултат наше склоности да подражавамо друге (нарочито САД) са којима не можемо упоређивати наше потребе и могућности.

Метали су у различитим облицима свакодневна потреба човека и у областима које су неспорне за његов живот. Цитираћу мисао једног угледног професора из Клаустала, који је рекао „без ваздуха, воде и метала, неби било живота”. Наравно, без метала би га било, али онаквог какав је био у камено доба. Човечанство је, чиними се, више него ми тога свесно.

Шта је, дакле, са нашом металургијом? Не тако давно Србија је као просторно мала земља, по разноврсности и сразмерно величини била водећа земља у производњи и преради обојених метала. Санкције, ратови и наравно лоша развојна политика учиниле су своје. Ипак, нико није очекивао да металургија неће

бити у називу ни једног од 28 министарстава! Неко наже да је она у саставу рударства. Ако је то тако, онда је то бесмислица јер су рударство и металургија по свим стручно-технолошким и научним аспектима сасвим различите области.

У овој књизи пренето је домаће и међународно знање и искуство теорије и праксе добијања обојених метала, и то оних за чију производњу код нас постоји сировинска база и друге предпоставке. Дакле књига је писана превасходно за домаће потребе. Полазећи од те карактеристике аутор се нада да ће бити постицајна и допринети да се раније стање достигне и покрене нови развој.

Књига је писана са вишеструком наменом: за студенте дипломских, магистарских и докторских студија, за научне раднике наших института и факултета, за инжењере у материјалној производњи и стручњаке наших развојно-пројектантских институција.

Аутор је пошао од слошене структуре корисника, што свакако није лак захтев, а на одређен начин је и отежавајући. Да ли је и колико у томе успео оцениће компетентни корисници којима је захвалан за примедбе и указивања на евентуалне грешке које књига садржи.

Дугујем велику захвалност појединцима и институцијама, наведеним на крају књиге, који су ми на било који начин помогли да књига буде објављена.

У Београду
маја 2010.

Аутор