

WYDZIAŁ ODLEWNICTWA
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

ODLEWNICTWO MIEDZI I JEJ STOPÓW

Stanisław Rządkosz

WYDZIAŁ ODLEWNICTWA AGH
KRAKÓW
2013

RECENZENCI

PROF. DR HAB. INŻ. ZBIGNIEW BONDEREK

PROF. DR HAB. INŻ. JÓZEF DAŃKO

Okładka na podstawie J. Agricola „O górnictwie i hutnictwie: dwanaście ksiąg”
Projekt i wykonanie: A. Garbacz-Klempka, J. Zamulińska, E. Umiński

© Copyright by Wydział Odlewnictwa
Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie
All rights reserved

Printed in Poland

ISBN 978-83-63663-09-4



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków
tel./fax (012) 280-71-51; www.akapit.krakow.pl
e-mail: wn@akapit.krakow.pl

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie.....	5
2. Zarys problematyki metalurgii miedzi	15
2.1. Rudy miedzi. Charakterystyka i eksploatacja złóż w Polsce.....	15
2.2. Historyczne metody otrzymywania miedzi	18
2.3. Współczesne metody otrzymywania miedzi	19
2.3.1. Hutnicze procesy otrzymywania miedzi	19
2.3.2. Konwertowanie (świeżenie) kamienia miedziowego	23
2.3.3. Proces jednostadialny otrzymywania miedzi	25
2.3.4. Odmiedziowanie żużla	27
2.3.5. Rafinacja ogniowa miedzi.....	31
2.3.6. Rafinacja elektrolityczna miedzi	32
3. Miedź i miedź stopowa	35
3.1. Czysta miedź	35
3.1.1. Charakterystyka właściwości miedzi	35
3.1.2. Wpływ domieszek na strukturę i własności miedzi	43
3.2. Miedź stopowa	44
3.2.1. Miedź chromowa.....	45
3.2.2. Miedź berylowa.....	47
3.2.3. Miedź żelazowa.....	49
3.2.4. Miedź tytanowa.....	51
3.2.5. Miedź cyrkonowa.....	53
4. Odlewnictwo miedzi	55
4.1. Odlewy z miedzi.....	55
4.2. Topienie miedzi	56
4.2.1. Wsad metalowy.....	59
4.2.2. Syntetyczne żużle pokrywająco-rafinujące	59
4.3. Rafinacja.....	62
4.4. Odtlenianie	64
4.5. Technologia formy	65
4.6. Odlewanie anod	66
4.7. Odlewanie kesonów.....	68
4.8. Odlewanie wlewków	72
4.9. Proces Contirod	74
4.10. Proces Upcast	76
5. Brązy	77
5.1. Brązy cynowe	77
5.1.1. Wpływ cyny. Stopy miedź-cyna	81
5.1.2. Wpływ fosforu. Stopy miedź-cyna-fosfor.....	83
5.1.3. Wpływ cynku. Stopy miedź-cyna-cynk	86

5.1.4. Wpływ ołowiu. Stopy miedź-ołów-cynk	87
5.1.5. Wpływ zanieczyszczeń	89
5.1.6. Technologia brązów cynowych.....	90
5.2. Brązy krzemowe.....	105
5.2.1. Wpływ manganu. Stopy miedź-krzem-mangan	107
5.2.2. Wpływ żelaza. Stopy miedź-krzem-żelazo	108
5.2.3. Wpływ cynku	109
5.2.4. Wpływ zanieczyszczeń	111
5.2.5. Technologia brązów krzemowych	112
5.3. Brązy ołowiowe.....	118
5.3.1. Wpływ cyny. Stopy miedź-ołów-cyna	120
5.3.2. Wpływ zanieczyszczeń	121
5.3.3. Technologia brązów ołowiowych	121
5.4. Brązy aluminiowe.....	124
5.4.1. Analiza technologiczna układu miedź-aluminium	125
5.4.2. Wpływ składników stopowych	127
5.4.3. Wpływ żelaza	128
5.4.4. Wpływ manganu	129
5.4.5. Wpływ niklu.....	130
5.4.6. Wpływ krzemu	131
5.4.7. Zanieczyszczenia.....	135
5.4.8. Technologia brązów aluminiowych	137
6. Mosiądze.....	147
6.1. Układ miedź-cynk. Mosiądze zwykłe	147
6.2. Mosiądze ołowiowe.....	153
6.3. Mosiądze armaturowe bezołowiowe	155
6.4. Mosiądze specjalne.....	167
6.5. Mosiądze aluminiowe.....	169
6.6. Mosiądze manganowe	173
6.7. Mosiądze nisko i średniomiedziowe.....	177
6.8. Mosiądze krzemowe	185
6.9. Mosiądze aluminiowo-krzemowe	188
6.10. Technologia mosiądzów	189
6.11.1. Proces topienia mosiądzów	190
6.10.2. Żużle pokrywająco – rafinujące	192
6.10.3. Rafinacja mosiądzów	200
6.10.4. Odtlenianie mosiądzów	202
6.10.5. Modyfikacja mosiądzów	204
6.11. Odlewanie mosiądzów	219
7. Odlewnictwo artystyczne i precyzyjne	225
Literatura	233
Summary	241