

**ODLEWNICTWO
STOPÓW ALUMINIUM
NAUKA I TECHNOLOGIA**

ZBIGNIEW BONDEREK
MARCIN PIĘKOŚ
ZDZISŁAW SMORAWIŃSKI

Wydawnictwo Naukowe
AKAPIT

Recenzenci:

dr hab. inż. Eugeniusz Ziółkowski, prof. AGH
dr hab. inż. Edward Czekaj, prof. IOd – ŁUKASIEWICZ – Instytutu
Odlewnictwa Łukasiewicz – Krakowski Instytut Technologiczny

Afiliacja autorów:

Z. Bonedrek, M. Piękoś – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im.
Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Odlewnictwa
Z. Smorawiński – Technologia & Technika Aluminium

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe Akapit, Kraków 2022
All Rights Reserved
Printed in Poland

ISBN 978-83-65955-55-5



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków
Tel. 608 024 572
e-mail: wn@akapit.krakow.pl; www.akapit.krakow.pl

Spis treści

ROZDZIAŁ I	
MATERIAŁY WSADOWE PIERWOTNE I WTÓRNE	7
1.1. Aluminium hutnicze – produkcja	7
1.1.1. Ogólna budowa elektrolizerów	9
1.1.2. Podstawowe surowce w procesie produkcji aluminium.....	12
1.1.2.1. Tlenek glinu	12
1.1.2.2. Elektrolit	15
1.1.2.3. Masa anodowa – Anoda.....	19
1.1.2.4. Bloki katodowe, masa denna – Katoda.....	21
1.1.3. Procesy elektrodowe	21
1.1.3.1. Własności elektrolitu	17
1.1.3.2. Procesy przebiegające na anodzie.....	22
1.1.3.3. Efekt anodowy	23
1.1.4. Wskaźniki techniczno-ekonomiczne produkcji.....	25
1.1.5. Zanieczyszczenia w aluminium hutniczego i ich oddziaływanie na jakość metalu w procesach odlewniczych [20-22]	27
1.1.6. Gatunki produkcyjne aluminium hutniczego	32
1.2. Złomy poamortyzacyjne i poprodukcyjne	33
1.2.1. Zastosowanie aluminium w gospodarce.....	34
1.2.1.1. Elementy odlewane	36
1.2.1.2. Elementy walcowane i wyciskane	37
1.2.2. Przygotowanie złomów do topienia pokrytych warstwami lakierów i/lub farb oraz powłokami z tworzyw sztucznych i cieczami organicznych	45
1.2.2.1. Prawne aspekty ochrony środowiska	45
1.2.2.2. Degradacja pokryć i cieczy organicznych	46
1.2.2.3. Specyfikacja wybranych zanieczyszczeń powstających podczas utleniania powłok i cieczy organicznych	48
1.2.2.4. Techniczne rozwiązania neutralizacji zanieczyszczeń organicznych.....	50
Literatura rozdziału I.....	51
ROZDZIAŁ II	
ZANIECZYSZCZENIA ALUMINIUM I JEGO STOPÓW	53
2.1. Aluminium hutnicze	53
2.1.1. Porowatość	56
2.2. Zanieczyszczenia niemetaliczne.....	68

2.2.1. Tlenki	68
2.2.2. Węgliki glinu. Borki. Azotki. Produkty chlorowania.....	70
2.3. Zanieczyszczenia metaliczne.....	73
2.4. Techniki oznaczania wodoru w aluminium i jego stopach.....	73
2.4.1. Metody pomiaru w stanie ciekłym	74
2.4.1.1. Próba Straube-Pfeiffera.....	74
2.4.1.2. Próba pierwszego pęcherzyka.....	74
2.4.1.3. Metoda TELEGAS	75
2.4.2. Metody pomiaru ze stanu stałego.....	76
2.4.2.1. Metoda gorącej ekstrakcji próżniowej.....	78
2.4.2.2. Metoda stapiania próbki w gazie nośnym.....	78
2.5. Techniki oznaczania zanieczyszczeń niemetalicznych w aluminium i jego stopach.....	79
2.5.1. Metoda stapiania próbki w gazie nośnym	79
2.5.2. Metody technologiczne oznaczania tlenu.....	81
2.6. Usuwanie zanieczyszczeń gazowych, niemetalicznych i metalicznych.....	88
2.6.1. Statyczne metody rafinacji	88
2.6.2. Dynamiczne metody rafinacji	91
2.6.2.1. Fizykochemiczne elementy procesu rafinacji od zanieczyszczeń gazowych	92
2.6.2.2. Techniczne rozwiązania stosowane w procesach rafinacji z wirującą dyszą	96
2.6.3. Filtracja metalu.....	104
2.6.3.1. Charakterystyka techniczna łączonych filtrów piankowych.....	105
2.6.3.2. Praktyczne aspekty filtracji.....	107
Literatura rozdziału II.....	111
ROZDZIAŁ III	
TOPIENIE I PRZETRZYMYWANIE ALUMINIUM I JEGO STOPÓW.....	
3.1. Termodynamiczne aspekty procesu topienia.....	115
3.2. Energia w procesie topienia.....	116
3.2.1. Energia elektryczna	116
3.2.2. Energia cieplna powstała w wyniku spalania paliw ciekłych i gazowych.....	119
3.3. Ceramika – wyłożenia ogniotrwałe i izolacyjne [4-6].....	121
3.3.1. Właściwości fizyczne, cieplne, elektryczne, mechaniczne i technologiczne materiałów ogniotrwałych.....	123
3.3.2. Materiały ogniotrwałe	126
3.3.2.1. Materiały glinokrzemianowe	126

3.3.3. Materiały izolacyjne	128
3.3.4. Betony ogniotrwałe	130
3.4. Piece do topienia i przetrzymywania	130
3.4.1. Piece tyglowe oporowe i paliwowe	131
3.4.2. Piece indukcyjne tyglowe	131
3.4.3. Piece indukcyjne kanałowe	132
3.4.4. Piece komorowe i szybowe	133
3.4.5. Piece obrotowe	136
3.5. Zasady topienia	139
3.5.1. Procesy fizykochemiczne zachodzące podczas topienia	141
3.5.2. Zasady racjonalnego topienia	143
3.5.3. Produkty topienia – zgary	145
Literatura rozdziału III	148
Załącznik	149