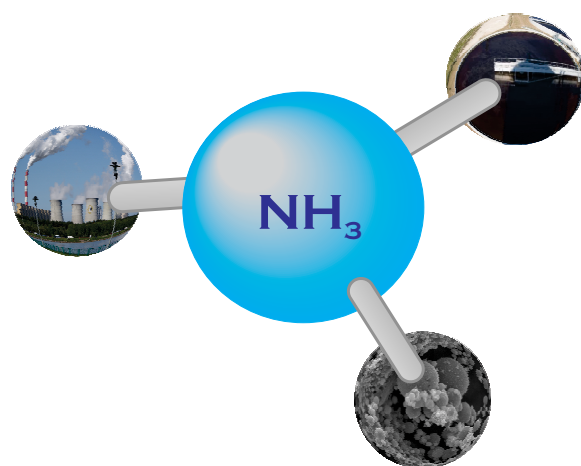


**AMONIAK**  
**W UBOCZNYCH PRODUKTACH SPALANIA –**  
**MAPA DROGOWA**  
**DLA SEKTORA ELEKTROENERGETYCZNEGO**



Autorzy:

Miroslaw Niewiadomski



*Prezes Zarządu Polskiej Unii  
Ubočných Produktů Spalania*

Robert Źmuda



*członek Zarządu Polskiej Unii  
Ubočných Produktů Spalania*

Magdalena Wdowin



*Institut Gospodarki  
Surowcami Mineralnymi  
i Energią  
Polskiej Akademii Nauk*

*Institut Gospodarki Surowcami  
Mineralnymi i Energią PAN*

Wojciech Adamczyk



*Institut Techniki Ciepłej,  
PoliTechnika Śląska*

Arkadiusz Szymanek



*Institut Maszyn Ciepłych, Wydział  
Inżynierii Mechanicznej i Informatyki,  
PoliTechnika Częstochowska*

Artur Zając



*członek Zarządu Polskiej Unii  
Ubočných Produktů Spalania*

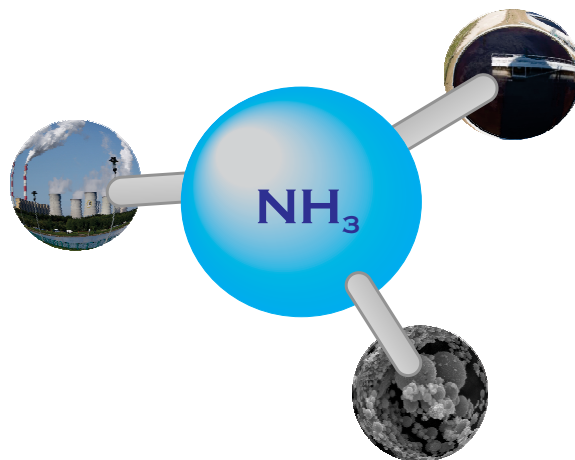
Honysch Karel

**EOP HOKA**

*EOP HOKA*

**AMONIAK**  
**W UBOCZNYCH PRODUKTACH SPALANIA –**  
**MAPA DROGOWA**  
**DLA SEKTORA ELEKTROENERGETYCZNEGO**

Praca zbiorowa pod redakcją  
Roberta Żmudy i Magdaleny Wdowin



Wydawnictwo IGSMiE PAN  
Kraków 2019

Recenzenci

**prof. dr hab. inż. Jacek Łączny**, Główny Instytut Górnictwa

**dr hab. inż. Ewa Adamiec**, Akademia Górniczo-Hutnicza,  
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

ADRES REDAKCJI

31-261 Kraków, ul. Józefa Wybickiego 7A  
tel. 12-632-33-00, fax 12-632-35-24

Redaktor Wydawnictwa: Emilia Rydzewska  
Redaktor techniczny: Beata Stankiewicz, Barbara Sudół

© Copyright by Autorzy

© Copyright by Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN – Wydawnictwo

Printed in Poland  
Kraków 2019  
ISBN 978-83-953167-7-7

IGSMIE PAN – Wydawnictwo

# Spis treści

Wstęp ( <i>Mirosław Niewiadomski, Robert Żmuda, Magdalena Wdowin</i> ) .....	7
1. Instalacje odazotowania spalin ( <i>Wojciech Adamczyk, Robert Żmuda, Magdalena Wdowin</i> ) .....	11
1.1. Instalacja SNCR .....	12
1.1.1. Konfiguracje instalacji SNCR .....	17
1.2. Instalacja SCR .....	18
1.2.1. Wkłady katalityczne .....	22
1.2.2. Dobór katalizatorów .....	23
1.2.3. Systemy hybrydowe SNCR/SCR .....	24
2. Bilans amoniaku w procesie wytwarzania w kotle energetycznym ( <i>Arkadiusz Szymanek, Robert Żmuda, Magdalena Wdowin</i> ) .....	25
2.1. Źródła związków amonowych w spalinach .....	25
2.2. Procesy sorpcji NH <sub>3</sub> .....	31
2.3. Bilans związków amonowych w procesie energetycznym .....	37
2.4. Techniki pomiarowe NH <sub>3</sub> w spalinach .....	38
2.5. Techniki pomiarowe NH <sub>3</sub> w popiele .....	40
2.5.1. Metody poboru próbek .....	42
2.5.1.1. Metoda grawimetryczna .....	42
2.5.1.2. Pobór próbek popiołu z urządzeń odpylających .....	43
2.5.1.3. Pobór próbek popiołu ze zbiorników pośrednich .....	44
2.5.1.4. Pobór próbki popiołu ze zbiornika retencyjnego popiołu .....	44
2.5.2. Czas potrzebny do przygotowania instalacji przed pomiarami tła .....	45
2.5.3. Pomiar amoniaku .....	45
2.5.3.1. Oznaczenia azotu amonowego według normy (PN-ISO 5664:2002) .....	46
2.5.3.2. Oznaczenia azotu amonowego (PN-EN ISO 11732:2007) .....	47
2.5.3.3. Oznaczenia azotu amonowego (związki amonowe) metodą (VGB – B 4001:1999 Blatt 4.4.2.) .....	47
2.5.3.4. Oznaczanie jonów amonowych metodą (PN-EN 25663:2001, 2001) .....	47
3. Zawartości NH <sub>3</sub> w popiele lotnym a przydatność handlowa UPS ( <i>Magdalena Wdowin, Robert Żmuda, Honysch Karel</i> ) .....	53
3.1. Zagospodarowanie UPS-ów .....	58
3.1.1. Wykorzystanie popiołu lotnego jako wypełniacza w zaprawach z dodatkiem żywic epoksydowych .....	60
3.1.2. Wykorzystanie popiołu zanieczyszczonego amoniakiem do produkcji betonu .....	61
3.2. Sposoby ograniczenia emisji NH <sub>3</sub> w procesach energetycznych .....	65
4. Usuwanie NH <sub>3</sub> z popiołów ( <i>Magdalena Wdowin, Robert Żmuda, Honysch Karel, Artur Zajęc</i> ) .....	69
4.1. Metoda STI (STET) .....	69
4.2. Metoda ASM .....	77
4.3. Metoda przemywania popiołu wodą według patentu US 6,290,066 B1 .....	79
4.4. Katalityczne metody konwersji amoniaku do azotu .....	81
4.5. Ozonowanie popiołu .....	84

*Spis treści*

---

4.6. Dekontaminacja amoniaku z popiołu lotnego metodą plazmową.....	85
4.7. Metody mokrego i półsuchego wmywania amoniaku.....	86
4.8. Uwalnianie amoniaku z popiołu lotnego do wody .....	88
4.9. Technologia wypalania węgla.....	88
4.10. Technologia ERC (Centrum Badań Energetycznych).....	89
4.11. Inne metody termiczne .....	90
5. Usuwanie NH <sub>3</sub> ze ścieków MIOS ( <i>Robert Żmuda, Magdalena Wdowin</i> ) .....	91
5.1. Technologia nitryfikacji/denitryfikacji.....	96
5.2. Technologia Anammox .....	98
5.3. Technologia SHARON – Anammox.....	98
5.4. Technologia strippingu.....	99
5.5. Technologia strippingu parą wodną.....	100
5.6. Oczyszczanie ścieków z IOS w technologii dwustopniowej.....	100
6. Wnioski oraz zalecenia ( <i>Mirosław Niewiadomski, Robert Żmuda, Magdalena Wdowin</i> ) .....	103
Literatura .....	107
Spis tabel.....	114
Spis rysunków .....	115