



# **THE MATHEMATICAL MODEL OF OXY-FUEL COMBUSTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE ON THE GRATE FURNACE INTEGRATED WITH CO<sub>2</sub> CAPTURE**

by Paulina Copik

Doctoral Thesis in Environmental Engineering, Mining and Energy

Silesian University of Technology Gliwice

Poland, 2024

**Author:**

Paulina Copik, MSc

Joint Doctoral School at Silesian University of Technology

e-mail: [paulina.wienchol@polsl.pl](mailto:paulina.wienchol@polsl.pl)

**Supervisor:**

Andrzej Szlęk, Professor

Department of Thermal Technology

Silesian University of Technology

Konarskiego 22, 44-100 Gliwice, Poland

e-mail: [andrzej.szlek@polsl.pl](mailto:andrzej.szlek@polsl.pl)

**Co-Supervisor:**

Mario Ditaranto, PhD

SINTEF Energy Research

Sem Sælands vei 11, 7034 Trondheim, Norway

e-mail: [marioditaranto@sintef.no](mailto:marioditaranto@sintef.no)

**Polish title:**

Opracowanie modelu matematycznego spalania tlenowego stałych odpadów komunalnych na palenisku rusztowym zintegrowanym z wychwytem dwutlenku węgla

©Copyright 2024 by Paulina Copik

# Streszczenie

Emisja gazów cieplarnianych (GHG) stanowi poważny środowiskowy problem, który obecnie skupia uwagę wielu naukowców. Technologia wychwytywania dwutlenku węgla z bioenergii (BioCCS lub BECCS), która skutkuje wytwarzaniem energii o ujemnej emisji CO<sub>2</sub> będzie miała kluczowe znaczenie w transformacji energetycznej. Ze względu na biologiczne pochodzenie części węgla zawartego w odpadach komunalnych (MSW), zastosowanie wychwytywania dwutlenku węgla w spalarniach odpadów można zaliczyć jako technologię BioCCS. Obecnie na świecie działają cztery spalarnie, w których CO<sub>2</sub> jest wychwytywane. Jednak następuje to po spalaniu powietrznym (ang. post-combustion) z uwagi na dojrzałość tej techniki i brak konieczności wielu zmian w istniejącym systemie. Niemniej jednak separacja CO<sub>2</sub> ze strumienia gazów spalinowych, który zawiera głównie azot, jest złożone i powoduje duży spadek całkowitej wydajności instalacji. Lepszym rozwiązaniem wychwyty CO<sub>2</sub> jest technologia spalania tlenowego (OFC), które polega na zastąpieniu powietrza jako utleniacza tlenem o wysokiej czystości i recykulowanymi spalinami. Dzięki temu wytwarzany gaz składa się głównie z CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O, co sprawia, że jego sekwestracja jest bardziej efektywna i opłacalna. Niemniej jednak zmiana atmosfery z N<sub>2</sub> na CO<sub>2</sub> wpływa znacząco na zachowanie paliwa podczas spalania. Aby lepiej zrozumieć ten proces, zbadano degradację termiczną reprezentatywnych odpadów komunalnych (MSW) w atmosferze N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> i O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> za pomocą termograwimetru (TG), a także użyto stanowiska doświadczalnego w skali laboratoryjnej. Eksperymenty przeprowadzono z dynamicznym programem temperaturowym w trzech szybkościach ogrzewania. Do określenia danych kinetycznych zastosowano metody izokonwersji. Przedstawione parametry kinetyczne dostarczyły podstawowych informacji na temat konwersji odpadów stałych i zostały wykorzystane w matematycznym modelowaniu spalania odpadów tlenowych. Opracowany model uwzględnia wszystkie istotne etapy rozkładu odpadów zachodzące w komorze, takie jak odparowanie wilgoci, piroliza, dopalenie karbonizatu i spalanie gazów nad rusztem. Wyniki prac przyczynią się do rozwoju spalarni odpadów zintegrowanych z wychwytem dwutlenku węgla, poszerzenia wiedzy o termicznej degradacji odpadów w różnych warunkach i będą przydatne do celów projektowych komór spalania tlenowego odpadów.