GDAŃSK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

# DESCRIPTION OF DOCTORAL DISSERTATION

**The Author of the doctoral dissertation**: Bartłomiej Lemieszek
**Title of doctoral dissertation**: Development and characterization of advanced materials for next generation solid oxide cells.

**Title of doctoral dissertation in Polish**: Opracowanie i charakteryzacja zaawansowanych materiałów do nowej generacji ogniw ze stałym tlenkiem.

**Language of doctoral dissertation**: English

**Supervisor**: Dr hab. Inż. Sebastian Molin

**Date of doctoral defense**:

**Keywords of doctoral dissertation in Polish**: Ogniwa ze stałym tlenkiem, korozja wysokotemperaturowa, powłoki ochronne, elektroda tlenowa, elektrochemia ciała stałego

**Keywords of doctoral dissertation in English**: Solid Oxide cells, High-temperature corrosion, protective coatings, oxygen electrode, solid-state electrochemistry

**Summary of doctoral dissertation in Polish**:

Niniejsza rozprawa doktorska przedstawia badania nad perspektywicznymi materiałami mogącymi stanowić alternatywę dla rozwiązań stosowanych obecnie w ogniwach paliwowych nowej generacji. W pracy skoncentrowano się na średnio- i niskotemperaturowych ogniwach paliwowych, czyli obszarze nadal słabo rozpoznanym, wymagającym dalszego rozwoju i stwarzającym nowe możliwości doboru materiałów dla SOC. Zbadano dwa potencjalne obszary zastosowania otrzymanych warstw. W pierwszym wykorzystano podwójne warstwy ochronne na metalicznych interkonektach w systemach SOC pracujących w 700 °C, oparte na nowym materiale spinelowym $CuMn_{1.7}Fe_{0.3}O_4$ oraz warstwach $Y_2O_3$ i $Gd_2O_3$ o grubości około 100 nm. Wykazano istotne ograniczenie przyrostu masy względem próbek referencyjnych oraz zwiększenie skuteczności blokowania dyfuzji chromu, stanowiącej główny czynnik ograniczający zastosowanie tego materiału. Drugi obszar badań dotyczył materiałów LSC ($La_{0.6}Sr_{0.4}CoO_{3-\delta}$) oraz $PrO_x$ do niskotemperaturowych ogniw SOC pracujących ≤600 °C. Dla częściowo amorficznego LSC wykazano wzrost aktywności elektrochemicznej w 400 °C, związany ze zmniejszeniem średniego stopnia utlenienia kobaltu o 0,5 względem materiału krystalicznego. W przypadku $PrO_x$ ustalono, że optymalna temperatura spiekania wynosi 500 °C. Wykazano współistnienie wielu faz $PrO_x$ w materiale, co wpływa na efektywność elektrochemiczną materiału.

GDAŃSK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Summary of doctoral dissertation in English**:

This doctoral dissertation presents research on promising materials that could serve as alternatives in next-generation solid oxide cells to those currently used. The work focuses on intermediate- and low-temperature solid oxide cells, a still underexplored area that requires further development and offers new opportunities for selecting materials for SOCs. Two potential applications of the prepared layers were investigated. The first involved double protective coatings for metallic interconnects for SOC system operating at 700 °C, based on the novel spinel $CuMn_{1.7}Fe_{0.3}O_4$ and thin $Y_2O_3$ and $Gd_2O_3$ layers (~100 nm). The coatings significantly reduced mass gain compared with reference samples and improved chromium diffusion blocking, a key factor limiting the use of this material. The second area concerned LSC ($La_{0.6}Sr_{0.4}CoO_{3-\delta}$) and $PrO_x$ materials for low-temperature oxygen electrodes operating at ≤600 °C. For partially amorphous LSC, higher electrochemical activity at 400 °C was observed, linked to a 0.5 decrease in the average cobalt oxidation state relative to the crystalline form. For $PrO_x$, the optimal annealing temperature was 500 °C, and the coexistence of multiple $PrO_x$ phases was shown to influence electrochemical performance.