

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Maja Szymczak

***“The investigations of the influence of the applied pressure
on the luminescence properties of the Cr³⁺-doped inorganic materials
for luminescence manometry applications”***

Precyzyjna kontrola ciśnienia niezmiennie stanowi podstawowe wymaganie w badaniach naukowych i technologiach wykorzystujących warunki wysokiego ciśnienia. W konsekwencji, rozwój coraz dokładniejszych i bardziej niezawodnych metod oraz urządzeń do monitorowania ciśnienia pozostaje jednym z kluczowych kierunków postępu eksperymentalnego. Wśród najbardziej obiecujących podejść znajdują się manometry luminescencyjne - optyczne czujniki umożliwiające zdalny, nieinwazyjny odczyt ciśnienia w czasie rzeczywistym, oparty na wykorzystaniu zmian właściwości luminescencyjnych materiału wywołanych działaniem ciśnienia.

Najczęściej stosowaną strategią w manometrii luminescencyjnej jest monitorowanie przesunięcia spektralnego wąskiej linii emisyjnej wywołanego przez zmiany ciśnienia. Od połowy XX wieku, rubin pełni rolę wysoce precyzyjnego indykatora ciśnienia w wysokociśnieniowych eksperymentach z użyciem komór diamentowych. Jednak pomimo szerokiego zastosowania, rubin posiada istotne ograniczenia, w tym stosunkowo niską czułość na zmiany ciśnienia oraz znaczną podatność pozycji spektralnej pasma na wahania temperatury. Czułość ta może znacząco obniżać dokładność odczytów, szczególnie w warunkach, w których ciśnienie i temperatura zmieniają się jednocześnie. Ograniczenia te wyraźnie wskazują na potrzebę opracowania zaawansowanych metod detekcji i materiałów, które będą charakteryzować się jednocześnie wysoką czułością na zmiany ciśnienia, odpornością na wpływ temperatury oraz wysoką precyzją pomiaru - cechy kluczowe dla wdrożenia manometrii luminescencyjnej w zastosowaniach przemysłowych.

W odpowiedzi na wspomniane wymagania oraz wyzwania związane z dotychczasowymi metodami luminescencyjnego pomiaru ciśnienia, nadrzędnym celem niniejszej rozprawy doktorskiej było przeprowadzenie systematycznych badań ciśnieniowych właściwości luminescencyjnych jonów Cr³⁺, w celu oceny ich potencjału do zastosowania w manometrii luminescencyjnej. Rezultatem tych badań było opracowanie i rozwój czujników ciśnienia, wykorzystujących wrażliwe na zmiany ciśnienia przejście elektronowe ${}^4T_{2g} \rightarrow {}^4A_{2g}$ jonów Cr³⁺ - co stanowi istotny krok naprzód w rozwoju wysokowydajnych manometrów luminescencyjnych. Wyniki, przedstawione w serii recenzowanych publikacji składających się na niniejszą dysertację, dowodzą, że zaproponowane manometry luminescencyjne oparte na jonach Cr³⁺ cechują się wysoką precyzją odczytu, wyjątkową czułością na zmiany ciśnienia oraz niewrażliwością

na zmiany temperatury układu. Zestaw tych cech definiuje nową generację luminescencyjnych czujników ciśnienia o wyjątkowym potencjale aplikacyjnym, znacząco przybliżając tę technologię do praktycznego zastosowania w złożonych, rzeczywistych warunkach operacyjnych, wykraczających poza kontrolowane środowiska laboratoryjne.