

Otrzymywanie i badanie biomimetycznych, cienkich warstw tlenków metali przejściowych

Aleksandra Seweryn¹, Krystyna Ławniczak-Jabłońska¹, Bartłomiej S. Witkowski¹, Wojciech Wozniak¹, Marcin Klepka¹, Krzysztof Marycz² i Marek Godlewski¹

¹ Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk, Aleja Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

² Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław

Dynamiczna ekspansja technologiczna w XXI w, której jesteśmy uczestnikami, łączy rozwój dwóch obszarów: nowych technologii, oraz metod badawczych, w szczególności metod fizyki ciała stałego. Nowe technologie, np.: technologia osadzania cienkich warstw atomowych (ALD), umożliwiają otrzymywanie materiałów w skali nano. Wyrafinowane metody badawcze takie jak spektroskopia fotoelektronów w zakresie promieniowania X (XPS) i obserwacje skaningowym mikroskopem elektronowym (SEM) pozwalają na opis właściwości oraz ocenę funkcjonalności tych materiałów. Wykonanie i badanie nanomateriałów wymaga często szczególnych warunków fizycznych obniżonego ciśnienia – próżni.

Jako Laureatka konkursu PTP im. J. Groszkowskiego w roku 2024, na konkurs o najlepszą rozprawę doktorską mam zaszczyt przedstawić wyniki mojej dysertacji tematycznie związanej z osadzaniem cienkich warstw metodą ALD tlenków metali przejściowych grupy IV i charakteryzacją ich właściwości fizykochemicznych i biologicznych. Wspólnym mianownikiem technologii wykonania oraz kluczowych metod badawczych, które pozwoliły na zaobserwowanie oczekiwanych biologicznych efektów funkcjonalnych w omawianej rozprawie jest próżnia. Okazało się, że wśród badanych cienkich warstw [1-3], dwutlenek hafnu (HfO_2) wykazuje pro-regeneracyjny potencjał właściwy dla materiałów spersonalizowanej medycyny regeneracyjnej. HfO_2 w postaci cienkiej (50 nm) warstwy wspiera procesy kościotwórcze poprzez selektywne oddziaływanie na konkretne frakcje komórek kostnych, aktywuje procesy immunologiczne w organizmie [1], co więcej samoistnie indukuje proces biomineralizacji. Bazując na wynikach pomiarów XPS i obserwacjach SEM zostanie pokazane jak subtelne zmiany technologii wytwarzania wpływają na ostatni z wymienionych powyżej aspektów osteo-regeneracyjnych HfO_2 , co jest kluczowym czynnikiem decydującym o przyjęciu implantu kostnego i regeneracji uszkodzonej struktury kostnej prowadzącej do odzyskania zdolności motorycznych układu kostno-szkieletowego pacjenta. Pokażemy, opierając się na analizie pomiarów XPS, że indukowane na powierzchni HfO_2 struktury fosforanu wapnia są dodatkowo wzbogacone śladową ilością Mg, pierwiastka wspierającego homeostazę struktur kostnych, ale też całego organizmu człowieka.

[1] A. Seweryn, M. Alicka, A. Fal, K. Kornicka-Garbowska, K. Ławniczak-Jabłońska, M. Ozga, P. Kuźmiuk, M. Godlewski, and K. Marycz, *Journal of nanobiotechnology*, **18**(1), 132 (2020).

[2] A. Seweryn, A. Pielok, K. Ławniczak-Jabłońska, R. Pietruszka, K. Marcinkowska, M. Sikora, B.S. Witkowski, M. Godlewski, K. Marycz and A. Śmieszek, *Int J Nanomedicine*, **9**(15), 1595-1610 (2019)

[3] A. Śmieszek, A. Seweryn, K. Marcinkowska, M. Sikora, K. Ławniczak-Jabłońska, B.S. Witkowski, P. Kuźmiuk, M. Godlewski and K. Marycz, *Materials (Basel, Switzerland)*, **13**(21), 4817 (2020).