

Streszczenie do Rozprawy Doktorskiej

Bioaktywne Powłoki Tlenkowe Wzbogacone w Ca, P, Si Wytwarzane na Magnezie Poprzez Anodowe Utlenianie Wysokonapięciowe

by

Mgr Yevheniia HUSAK

Dyscyplina naukowa: Inżynieria chemiczna

W niniejszej rozprawie przedstawiono wyniki badań nad opracowaniem wielofunkcyjnych powłok wytwarzanych metodą plazmowego utleniania elektrolitycznego (PEO) na magnezie, przeznaczonych do zastosowań biomedycznych. Ze względu na biodegradowalny charakter magnez jest perspektywiczny do wytwarzania implantów tymczasowych. Jednak jego szybka korozja, prowadząca do nadmiernego wzrostu poziomu pH w otaczającym środowisku i mogąca indukować śmierć komórek, pozostaje główną przeszkodą w szerokim zastosowaniu klinicznym. Aby przezwyciężyć te ograniczenia i zapewnić kontrolowaną degradację przy jednoczesnym zwiększeniu funkcjonalności biologicznej, powłoki ceramiczne zostały wytworzone metodą PEO z wykorzystaniem elektrolitów wzbogaconych w wapń, fosfor i krzem, uzupełnionych naturalnymi składnikami, takimi jak proszek ze skorupki jaj kurzych. Szczególny nacisk położono na poprawę odporności korozyjnej, promowanie bioaktywności i osteokonduktywności oraz nadanie substratom magnezowym właściwości przeciwbakteryjnych. Skuteczność opracowanych powłok oceniano na podstawie poprawy odporności korozyjnej, odpowiedzi biologicznej i kompatybilności z tkankami.

Badania podzielono na cztery główne etapy. W pierwszym etapie zbadano wpływ stężenia krzemianów i przyłożonego napięcia na morfologię, jednorodność, odporność korozyjną i bioaktywność powłok. Drugi etap dotyczył wprowadzenia nanocząstek srebra do elektrolitów krzemianowych w celu nadania właściwości przeciwbakteryjnych przy jednoczesnym zachowaniu odporności korozyjnej. Trzeci etap obejmował zastosowanie elektrolitów krzemianowo-fosforanowych w celu uzyskania warstw tlenkowych o zwiększonej odporności korozyjnej i poprawionej adhezji komórek. W czwartym etapie wykorzystano elektrolity fosforanowe zawierające cząstki wapnia, w tym składniki pochodzenia odpadowego (skorupki jaj), w celu wytworzenia powłok wzbogaconych w Ca i P, imitujących skład mineralny kości i wspierających osteointegrację przy poprawionej odporności korozyjnej.

Uzyskane powłoki zostały kompleksowo scharakteryzowane pod względem morfologii powierzchni, składu pierwiastkowego, grubości oraz zwilżalności. Testy zanurzeniowe i badania

uwalniania jonów potwierdziły wpływ parametrów procesu na charakter degradacji zarówno powłok, jak i podłoża magnezowego. Badania biologiczne obejmowały testy żywotności komórek oraz adhezji bakterii.

Przeprowadzone badania wykazały możliwość wytwarzania wielofunkcyjnych powłok PEO na magnezie przy użyciu zarówno konwencjonalnych elektrolitów, jak i zrównoważonych dodatków, w tym nanocząstek srebra oraz materiałów naturalnych. Systemy zawierające srebro wykazały skuteczną inkorporację cząstek Ag w trakcie procesu PEO oraz działanie przeciwbakteryjne. Warstwy uzyskane z elektrolitów krzemianowo–fosforanowych charakteryzowały się odpornością korozyjną i kontrolowanym uwalnianiem jonów. Powłoki wytworzone w elektrolitach wapniowo–fosforanowych, zwłaszcza w zasadowych układach heksametafosforanowych wzbogaconych proszkiem ze skorupki jaj, wspierały adhezję komórek i aktywność metaboliczną dzięki korzystnemu stosunkowi Ca/P oraz odpowiedniej porowatości.