

Ze względu na szeroką gamę struktur (m. in. grafen, grafit, nanorurki, fulereny) i specyficzne właściwości fizyko-chemiczne (mały ciężar właściwy, wysokie przewodnictwo cieplne i elektryczne oraz niska aktywność chemiczna) materiały węglowe znajdują zastosowanie w wielu obszarach inżynierii materiałowej. W ostatnim okresie najczęściej stosowane są jako nośniki nanocząstek platyny i wykorzystywane jako komercyjne elektrokatalizatory w ogniwach paliwowych - urządzeniach służących do bezpośredniej konwersji energii chemicznej w elektryczną. Nośnikowe materiały węglowe powinny spełniać następujące warunki: wysoka powierzchnia właściwa i silne oddziaływanie z nanocząstkami metalu w celu uzyskania wysokiej i stabilnej dyspersji; doskonała stabilność w warunkach pracy ogniwa w celu zachowania integralności strukturalnej kompozytów; wysokie przewodnictwo elektryczne w celu łatwej wymiany elektronów podczas reakcji elektrodowych. Ponadto, materiały węglowe, w szczególności materiały grafenowe, stosowane są w implantologii, m. in. jako wzmocnienia rusztowań w inżynierii tkanki kostnej. Materiały implantacyjne powinny wykazywać szereg cech, takich jak: biogodność, brak aktywności chemicznej, odporność na korozję, dostosowane właściwości mechaniczne i odporność na kolonizację przez bakterie.

Jedną z najważniejszych zalet materiałów węglowych pozwalających na tak ogromny potencjał aplikacyjny jest możliwość modyfikacji, a nawet precyzyjnej optymalizacji ich właściwości (elektronowych, hydrofilowych/hydrofobowych, stabilności termicznej) poprzez powierzchniową funkcjonalizację. Wśród metod kowalencyjnej funkcjonalizacji, polegającej na trwałym przyłączeniu cząsteczek innych substancji do powierzchni materiału węglowego, najczęściej stosowane jest wprowadzenie tlenowych grup funkcyjnych. Powierzchniowe utlenianie materiałów węglowych przeprowadza się przez zastosowanie silnych utleniaczy, takich jak roztwory stężonego kwasu azotowego(V) i siarkowego(VI), nadsiarczanu(VI) amonu, czy też nadtlenu wodoru. Metody te nie pozwalają jednak na kontrolowane wprowadzanie grup funkcyjnych oraz mogą w znacznym stopniu zmienić strukturę pierwotnego materiału, zmniejszając jego stabilność. Korzystną alternatywą jest modyfikacja niskotemperaturową plazmą tlenową. W porównaniu do klasycznych metod charakteryzuje się ona: dużą efektywnością, łatwą możliwością sterowania poziomem modyfikacji poprzez dobór parametrów plazmy (czas ekspozycji, ciśnienie parcjale gazu, moc generatora plazmy, rodzaj gazu) oraz brakiem konieczności stosowania dodatkowych substancji chemicznych.

Wprowadzone tlenowe grupy funkcyjne (m. in. karboksylowe, fenolowe, hydroksylowe) przyczyniają się do zwiększenia polarności i hydrofilowości powierzchni, modyfikacji właściwości kwasowo-zasadowych oraz tworzenia centrów adsorpcyjnych. W przypadku projektowania elektrokatalizatorów, umożliwia to zwiększenie dyspersji zawiesiny materiału węglowego w rozpuszczalniku. Homogeniczne wprowadzenie grup funkcyjnych przyczynia się również do lepszej dyspersji nanocząstek fazy aktywnej na jego powierzchni oraz silniejszego oddziaływania nanocząstek fazy aktywnej z podłożem węglowym, co prowadzi do wydłużenia efektywnego czasu pracy katalizatora. Dodatkowo, modyfikacja plazmą poprawia biologiczne właściwości materiałów węglowych stosowanych jako implanty, m. in. zwiększając hydrofilowość powierzchni sprzyja adhezji komórek eukariotycznych (osteoblasty, fibroblasty). Niestety, wprowadzone grupy funkcyjne jednocześnie sprzyjają adhezji mikroorganizmów, przez co podnoszą ryzyko komplikacji pooperacyjnych w postaci infekcji. Niezwykle istotna jest więc kontrola ilości hydrofilowych grup tlenowych na powierzchni materiałów implantacyjnych.

Modyfikacja powierzchni polegająca na wprowadzaniu tlenowych grup funkcyjnych prowadzi do powstania dipoli powierzchniowych, a związany z nimi rozkład gęstości elektronowej wpływa na właściwości elektrodonorowe (redoksove) materiału. Transfer elektronu ma bezpośredni wpływ zarówno na aktywność katalizatorów stosowanych w ogniwach paliwowych, jak i stopień kolonizacji powierzchni węglowej przez mikroorganizmy. W prowadzonych badaniach szczególna uwaga zostanie poświęcona właściwościom elektrodonorowym materiałów węglowych, które będą funkcjonalizowane plazmą tlenową w kierunku:

- a) polepszenia aktywności i stabilności katalizatora reakcji redukcji tlenu (ORR) wykorzystywanego w ogniwach paliwowych,
- b) przygotowania powierzchni grafenowych do zastosowań implantacyjnych.