

Określenie „nanoskala” jest zazwyczaj stosowane w odniesieniu do wielkości w zakresie od 1 do 100 nm. Nanostruktury węglowe są w tej grupie jedną z najpowszechniej występujących struktur. Wśród wielu odmian alotropowych węgla możemy wyróżnić wielowarstwowe fulereny, które często nazywane są „**nanocebulkami węglowymi**” (z jęz. ang. skrót **CNO**). Ich nazwa pochodzi od struktury sferycznej cebuli i budowy wielowarstwowej, przypominającej włożoną jedna w drugą rosyjską lalkę „Matrioska”. Właściwości fizyczne oraz chemiczne tych nanostruktur są ściśle związane z ich wielkością (średnicą) i liczbą warstw grafenowych.

W ostatniej dekadzie znaczne zainteresowanie naukowców budzi poszukiwanie nowoczesnych katalizatorów do efektywnej konwersji energii elektrochemicznej. Katalizatory obniżają energię niezbędną do zapoczątkowania reakcji oraz jej dalszego kontynuowania i są niezbędne w przemyśle do konstruowania urządzeń efektywnych i niedrogich. Badania naukowe prowadzone dotychczas z zakresu procesów elektrokatalitycznych, zdominowane były przez drogie materiały zawierające metale, takie jak platyna, pallad czy molibden. Nanocząstki platyny przez długi czas uznawane były za najlepsze katalizatory procesu elektrochemicznego - **reakcji redukcji tlenu**, która to jest jedną z najpowszechniej występujących w procesach konwersji energii. Katalizatory zawierające metale charakteryzują się zazwyczaj niską selektywnością, słabą trwałością chemiczną i podatnością na niszczenie w obecności gazów. Dodatkowo, z uwagi na wysoką cenę i niedobór niektórych metali w przyrodzie, ich praktyczne zastosowanie na dużą skalę przemysłową jest ciągle bardzo ograniczone. W związku z tym, obecnie kładzie się silny nacisk na poszukiwanie nowych i alternatywnych źródeł materiałów, które występują powszechnie.

Obecnie rozwijana jest nowa generacja elektrokatalizatorów, promująca materiały z porowatą powierzchnią i dużą ilością defektów w strukturze. Materiały węglowe są idealnymi kandydatami dla tych rozwiązań, ponieważ wykazują one bardzo wysoką aktywność katalityczną wobec reakcji redukcji tlenu z jednoczesną wysoką trwałością w powietrzu. Materiały węglowe mogą być stosowane jako elektrokatalizatory, ponieważ mają bardzo porowatą powierzchnię i dużą ilość defektów struktury. Charakter oraz ilość defektów utworzonych na powierzchni materiału węglowego może być decydującym czynnikiem ich późniejszej aktywności elektrokatalitycznej i w konsekwencji może zwiększyć wydajność reakcji redukcji tlenu. Do tej pory stosowano wiele różnych metod do tworzenia materiałów węglowych. Niestety ich głównym problemem jest brak kontroli procesu, który umożliwiłby organizowanie defektów w uporządkowany sposób na powierzchni materiału węglowego.

Jednym z takich defektów powierzchni węglowej jest podstawienie atomów węgla innymi heteroatomami, takimi jak azot czy bor. Proces podstawienia zazwyczaj wymaga bardzo wysokich energii, tj. wysokich temperatur, w celu usunięcia niektórych atomów węgla z materiału z jednej strony, a z drugiej, włączenia innych heteroatomów w to miejsce. Ten ostatni etap jest najtrudniejszą przemianą. Wysokie temperatury (>1500°C), które są parametrem często wykorzystywanym do tworzenia materiałów węglowych z defektami, uniemożliwiają takie podstawienie (wysokie temperatury rozkładają niektóre heteroatomy). Konieczne jest zatem poszukiwanie alternatywnych metod eksperymentalnych, które pozwolą otrzymać materiały węglowe o pożądanym właściwościach. **Głównym celem tego projektu jest zastosowanie ogrzewania mikrofalami w tworzeniu materiałów węglowych z defektami, które w konsekwencji mogą mieć wysoką aktywność katalityczną.**

W porównaniu do powszechnie stosowanych metod, tworzenie modyfikowanych nanostruktur węglowych z wykorzystaniem syntezy wspomaganej mikrofalami wydaje się być bardziej zasadne, ponieważ moc mikrofal jest zamieniana na ogrzewanie i wysokie temperatury są z procesu wyeliminowane. Do tej pory metoda ta nie była wykorzystywana do otrzymywania CNO. Badania zaproponowane w projekcie skupią się na otrzymaniu nowej grupy materiałów węglowych z wybranymi heteroatomami (azot i bor) oraz defektami, przy jednoczesnym jednorodnym ich rozmieszczeniu na powierzchni. Otrzymane materiały zostaną scharakteryzowane z wykorzystaniem szeregu metod eksperymentalnych (spektroskopowych, mikroskopowych, termicznych, elektrochemicznych, itp.) i obliczeń teoretycznych. Badania będą również dotyczyły określenia zależności pomiędzy defektami w strukturze CNO oraz ich katalitycznej aktywności wobec reakcji redukcji tlenu.

Przedstawiony projekt dotyczy badań podstawowych i ma charakter poznawczy. **Komplementarne badania, zawierające metody eksperymentalne i teoretyczne, pozwolą wyjaśnić aktywność katalityczną CNO w odniesieniu do ich struktury.** Zastosowanie materiałów z defektami jest bardzo ważne w chemii, elektrochemii i katalizie. Należy również podkreślić, że otrzymywanie elektrokatalizatorów nie zawierających metali z wykorzystaniem metody wspomaganej mikrofalami, oprócz aspektu poznawczego, może mieć w przyszłości również zastosowanie uniwersalne i praktyczne.