

Celem badań jest zaprojektowanie nowych, alternatywnych materiałów o właściwościach katalitycznych, opartych na domieszkowanych azotem strukturach węglowych, dedykowanych dla czystych technologii chemicznych i elektrokatalizy.

Jako prekursorzy N-domieszkowanych materiałów węglowych wykorzystana będzie biomasa – cukry, stanowiące atrakcyjne źródło węgla. Wybrane cukry przekształcone zostaną w ciecze jonowe, które zapewnią poprawę stabilności termicznej i obniżenie prężności par, dzięki którym w trakcie karbonizacji, cukry nie ulegną całkowitemu rozkładowi do substancji lotnych, jak większość małocząsteczkowych związków organicznych. Różnorodność cieczy jonowych pod względem struktury jest ogromna, co czyni je wyjątkowo atrakcyjnymi, również pod kątem nadawania pożądanych właściwości finalnemu materiałowi węglowemu. Struktura cieczy jonowej pozwala na wprowadzenie ugrupowań, które nadadzą materiałowi węglowemu specyficzne właściwości jak domieszkowanie azotem (poprzez wprowadzenie kationu bądź anionu bogatego w atomy azotu) czy rozwinięta powierzchnia właściwa (poprzez wprowadzenie anionów generujących pory w procesie karbonizacji). Wprowadzenie do struktury cieczy jonowych kationu bądź anionu bogatego w atomy azotu, bądź innego pożądanego pierwiastka, pozwala na otrzymanie w procesie zwęglania domieszkowanych materiałów węglowych bez użycia dodatkowego źródła domieszki, a co z tym związane, lepszą kontrolę nad ilością i rozmieszczeniem domieszki.

Ze względu na specyficzne właściwości, w tym aktywność katalityczną w procesach elektrochemicznych, N-domieszkowane materiały węglowe stanowią interesujący materiał do zastosowań w urządzeniach elektrochemicznych do wytwarzania, konwersji i magazynowania energii, w tym ogniwach paliwowych czy superkondensatorach, jako niewymagające stosowania metali (tzw. metal-free). Dodatkowo wykazują potencjał w wykrywaniu, wychwytywaniu i separacji gazów czy jako katalizatory tradycyjnych reakcji chemicznych.

W ramach projektu scharakteryzowany zostanie wpływ struktury prekursorów na właściwości otrzymanych z nich na drodze karbonizacji materiałów węglowych (w tym m.in. powierzchnię właściwą, porowatość, skład chemiczny, stopień grafityzacji, stabilność termiczną i chemiczną) oraz wpływ warunków karbonizacji na w/w właściwości. Otrzymane N-domieszkowane materiały zostaną poddane kompleksowej charakterystyce elektrochemicznej a ich aktywność katalityczna zostanie zweryfikowana w modelowej reakcji - elektrochemicznej redukcji tlenu, wykorzystywanej w ogniwach paliwowych i superkondensatorach.

Wyselekcjonowane struktury węglowe o wysokiej powierzchni właściwej i wysokim stopniu domieszkowania zostaną dodatkowo sfunkcjonalizowane nanocząstkami metali/enzymami w celu nadania im dodatkowych właściwości katalitycznych, które będą badane w klasycznych procesach chemicznych: utlenianiu Baeyer-Villigera i estryfikacji. W ramach projektu przeprowadzimy badania dotyczące wpływu następujących parametrów na szybkość i selektywność wybranych procesów: stężenia reagentów, rodzaju, ilości katalizatora i jego zawrotu, szybkości mieszania oraz rodzaju rozpuszczalnika.