

Grafit jest od dziesięcioleci jednym z najważniejszych materiałów przemysłowych ze względu na swoje unikalne właściwości, takie jak wysoka przewodność cieplna i elektryczna, odporność na wysokie temperatury i stabilność termiczna oraz właściwości smarne, które czynią go niezastąpionym w wielu różnorodnych zastosowaniach. Jest niezbędny w metalurgii — do produkcji elektrod do pieców, form i tygli; w chemii — do produkcji urządzeń odpornych na korozję i ciepło; w elektronice — do produkcji półprzewodników i ogniw fotowoltaicznych, a w lotnictwie i kosmonautyce — jest stosowany w dyszach silników rakietowych i osłonach termicznych. Ponadto, grafit jest kluczowy dla sektora energetycznego, szczególnie do produkcji ogniw litowo-jonowych, gdzie stanowi wagowo prawie połowę materiałów ogniwa. Jest także stosowany w stacjonarnych akumulatorach kwasowo-ołowiowych oraz ogniwach paliwowych. **Przewiduje się, że do 2040 roku zapotrzebowanie na grafit, napędzane wzrostem popytu na pojazdy elektryczne, podwoi się.** Obecnie, producenci akumulatorów wykorzystują więcej grafitu syntetycznego niż naturalnego, a wkrótce zamówienia na grafit syntetyczny mają przewyższyć światowe możliwości jego produkcji. **Dlatego istnieje potrzeba opracowania nowych metod otrzymywania grafitu.**

Najpowszechniejsza metoda produkcji syntetycznego grafitu na dużą skalę opiera się na **niezwykle energochłonnym procesie grafityzacji**, w którym zużywana jest ogromna ilość energii elektrycznej. Proces ten obejmuje doprowadzenie prekursorów grafitu do bardzo wysokich temperatur, rzędu 2800-3000°C, co dodatkowo prowadzi do wysokiej emisji dwutlenku węgla. Ponadto **produkcja syntetycznego grafitu opiera się na surowcach ropopochodnych, takich jak koks igłowy i pak węglowy, których produkcja jest również energochłonna.** Wady procesu wytwarzania grafitu syntetycznego można zredukować, wykorzystując **najnowsze osiągnięcia naukowe w zakresie tzw. „grafityzacji katalitycznej”**, która pozwala na obniżenie temperatury wymaganej do przekształcenia struktury prekursorów węglowych, takich jak koks, w krystaliczny grafit, a tym samym na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, czasu trwania procesu i jego kosztów. Aktualne badania koncentrują się na tworzeniu wydajniejszych, tańszych, szybszych i bardziej zrównoważonych metod grafityzacji w niższych temperaturach, a także na wykorzystaniu bio-prekursorów węglowych, w tym biomasy i materiałów odpadowych.

Celem niniejszego projektu jest zdobycie nowej wiedzy na temat efektywnego procesu katalitycznej grafityzacji i katalizatorów, które mogą wspomagać grafityzację przyjaznych dla środowiska, powszechnie występujących i tanich bioprekursorów węglowych — celulozy i ligniny, które są głównymi składnikami biomasy roślinnej. W ostatnich latach, oparta na metalach przejściowych grafityzacja katalityczna biowęgli zyskała na popularności ze względu na możliwość znacznego obniżenia temperatury grafityzacji. Wykazano, że np. nanocząstki żelaza wspomagają przekształcenie nieuporządkowanej struktury węgla lignocelulozowych w grafitową, w temperaturach <2000°C. **Najnowsze doniesienia naukowe sugerują, że hybrydowe, wieloskładnikowe katalizatory grafityzacji mogą działać jeszcze efektywniej i wykazywać wyższą aktywność katalityczną i lepszą wydajność niż katalizatory jednoskładnikowe.** Interakcja dwóch lub większej liczby różnych pierwiastków może sprzyjać rozpuszczaniu węgla amorficznego i wytrącaniu struktury grafitowej, obniżając tym samym temperaturę grafityzacji. **Jednak poznanie mechanizmów tych reakcji wymaga badań.**

W ramach niniejszego projektu planowane jest **znalezienie bardziej efektywnych hybrydowych katalizatorów dwu- i wieloskładnikowych, które mogą indukować wysoki stopień grafityzacji surowców celulozowych i ligninowych w temperaturach znacznie niższych niż 3000°C, które są stosowane w tradycyjnej produkcji grafitu syntetycznego.** Zbadane zostaną mechanizmy procesów prowadzonej grafityzacji katalitycznej. Wykorzystamy wiele zaawansowanych metod badawczych, takich jak dyfrakcja rentgenowska, rozpraszanie promieni rentgenowskich pod małymi kątami, spektroskopia Ramana, skaningowa i transmisyjna mikroskopia elektronowa, w celu scharakteryzowania struktury atomowej, porowatości, mikrostruktury i morfologii **nowych, „zielonych” materiałów grafitowych na bazie celulozy, ligniny i biomasy lignocelulozowej, które mogą znaleźć zastosowanie w wielu obszarach, w których obecnie wykorzystuje się tradycyjne formy grafitów naturalnych i syntetycznych.**