

Węgiel kamienny, kojarzony jako surowiec energetyczny uwzględniany w polityce energetycznej i ekologicznej UE, jest jednocześnie jednym z najbardziej rozpowszechnionych sorbentów na Ziemi. Potencjalne możliwości lokowania CO₂ w pozabilansowych pokładach węgla, z jednoczesnym odzyskiem CH₄, to jedna z metod, której realizacja umożliwia czasowe rozwiązanie problemu emisji CO₂ do atmosfery i wpisuje się w założenia pakietu klimatyczno-energetycznego. Mimo, iż ta utylitarna koncepcja pojawiła się przed wielu laty, ilość badań podstawowych, dotyczących analizy fizyki zjawiska sorpcji wymiennej CO₂/CH₄ na węglu kamiennym poddanym obciążeniu okólnemu (odpowiadającemu warunkom naturalnym), jest znikoma.

Rozpoznane i opisane zostało zjawisko sorpcji konkurencyjnej CO₂/CH₄ na materiale węglowym w stanie swobodnym, w aspekcie wzajemnych relacji pomiędzy jego pojemnościami sorpcyjnymi względem analizowanych gazów. Znane są w literaturze prace dotyczące analizy właściwości sorpcyjnych węgla w stanie obciążenia okólnego z uwzględnieniem efektów sorpcyjnego pęcznienia. Znacznie mniej prac porusza tematykę sorpcji wymiennej na materiale węglowym o geometrii pozwalającej na jednoczesną analizę procesu zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Brakuje natomiast prac opisujących sorpcję wymienną, bądź konkurencyjną, w stanie obciążenia okólnego. W świetle obecnego stanu wiedzy w tej dziedzinie, propozycja przebadania mechanizmu procesu sorpcji wymiennej w warunkach obciążenia okólnego z uwzględnieniem czynnika czasu i przestrzeni jest niezwykle interesująca i z całą pewnością unikatowa. Uwzględniając powyższe potrzeby i luki w badaniach, zaproponowane unikatowe badania są celem projektu autorów wniosku.

W ramach projektu analizowane będą przeplatające się zjawiska sorpcji i transportu molekuł gazu, przy jednoczesnym badaniu wpływu na to zjawisko obciążenia okólnego, pęcznienia sorpcyjnego i wymiany sorbatu z CH₄ na CO₂. Preferencja sorpcyjna węgla względem CO₂ jest znacznie wyższa niż względem CH₄. Procesom sorpcyjnym towarzyszy pęcznienie, a procesom desorpcyjnym – kurczenie. Obciążenie okólne wpływa na strukturę porową, dążąc do jej ograniczania, jednocześnie przeciwdziałając pęcznieniu. W trakcie sorpcji wymiennej CO₂/CH₄ na węglu obciążonym okólnie, większe powinowactwo węgla względem CO₂ spotyka się z sorpcyjnym pęcznieniem węgla. Pęcznienie jest ograniczane przez obciążenie okólne. Dodatkowo, proces sorpcji wymiennej CO₂/CH₄ może prowadzić do zmian strukturalnych przestrzeni porowej węgla, na skutek penetracji przez CO₂. Ze względu na mnogość wzajemnie konkurujących zjawisk fizycznych, relacji: sorpcja wymienna – pęcznienie sorpcyjne węgla – obciążenie okólne węgla, efekty proponowanych badań są niezwykle interesujące i stanowią powód podjęcia przez autorów tej tematyki badawczej.

Podstawowym celem badawczym jest ilościowa oraz jakościowa ocena wpływu obciążenia okólnego na parametry układu węgiel-gaz. W szczególności analiza przebiegu procesów sorpcji wymiennej CO₂/CH₄, efektywność wymiany, kinetyka przemieszczania się strefy wymiany w warunkach obciążenia okólnego, stanowią wyzwanie z badawczego punktu widzenia. Dodatkowym, niezwykle interesującym zjawiskiem jest pęcznienie wywołane procesami sorpcyjnymi w węglu. Ponadto obserwacja topografii powierzchni próbek węglowych i ich kompleksowa analiza strukturalna przed i po badaniach właściwych, pozwoli na określenie przebiegu zmian w obrębie jego struktury, które zaszły w wyniku sorpcji CO₂ oraz oddziaływania obciążenia okólnego.

Proponowane w projekcie badania sorpcji wymiennej CO₂/CH₄ na węglu poddanym obciążeniu okólnemu wykonane zostaną na autorskiej aparaturze, skonstruowanej do tego celu w ramach realizacji projektu. Zbudowana aparatura zapewni warunki izobaryczne i izotermiczne w trakcie pomiarów sorpcji wymiennej, a także możliwość rejestracji wszystkich parametrów niezbędnych do analizy rezultatów badań. Próbkę stanowił będzie cylindryczny brykiet węglowy o wysokiej smukłości. Przed oraz po badaniach sorpcji wymiennej, materiał węglowy poddany zostanie dodatkowym analizom, petrograficznym i strukturalnym, w celu określenia parametrów, które mogą ulec zmianie w trakcie prowadzenia badań sorpcyjnych przy obciążeniu okólnym. Realizacja analiz petrograficznych przewidziana jest przy użyciu skaningowej mikroskopii elektronowej, a badania strukturalne przy wykorzystaniu porozymetrii rtęciowej niskociśnieniowej adsorpcji gazowej i piknometrii helowej.

Wzajemny wpływ poszczególnych zjawisk, obserwowanych w badaniach mechanizmu procesu sorpcji wymiennej materiału węglowego w warunkach obciążenia okólnego z uwzględnieniem czynnika czasu i przestrzeni, stanowi niezwykle ciekawy obszar badawczy. Wyniki realizacji tego projektu będą niezwykle interesującym studium badawczym zjawiska, a ponadto stanowiąc będą brakujące ogniwo w kompleksowym rozpoznaniu układu węgiel-gaz.