

Mechanizm adsorpcji metanu na minerałach ilastych w warunkach geologicznych

Metan obecny na Ziemi występuje często w formacjach geologicznych pod bardzo dużym ciśnieniem. W obecności wody, pod wysokim ciśnieniem i w niskiej temperaturze, zostaje uwięziony w sieci krystalicznej wody, nazywanej hydratami lub klatratami metanu. Klatraty występują między innymi w przestrzeni porowej osadów morskich, nawet do dwóch kilometrów pod dnem. Metan obecny jest także w drobnoziarnistych skałach osadowych, w szczególności łupkach i skałach typu *tight sand* – ważnych ze względów ekonomicznych, niekonwencjonalnych złożach gazu ziemnego. Elementem łączącym wszystkie wymienione środowiska, są minerały ilaste – najpowszechniej występujące minerały w górnej części skorupy ziemskiej. Bardzo wysokie ciśnienie powoduje, że znaczna część metanu jest adsorbowana na dostępnej powierzchni i w mikroporowości. Adsorpcja prowadzi do zwielokrotnienia gęstości gazu zaadsorbowanego, w porównaniu do gazu niezaadsorbowanego w tym samym ciśnieniu. Minerały ilaste na skutek ich drobnoziarnistości oraz budowy pakietowej, mogą bardzo znacznie zwiększać pojemność adsorpcyjną metanu w wymienionych środowiskach, przez ich dużą powierzchnię i generowaną mikroporowość. Niestety, do tej pory czynniki kontrolujące wysokociśnieniową adsorpcję metanu na minerałach ilastych nie zostały określone.

Minerały ilaste różnią się między sobą nie tylko teksturą (np. wielkością ziaren), ale również na sposób strukturalny. Znaczna ich część posiada dostępną przestrzeń między poszczególnymi pakietami, w których znajdują się wymienne kationy i cząsteczki wody. Na skutek suszenia, woda ta może zostać usuwana, a przestrzeń międzypakietowa stopniowo zamykana, aż do całkowitego jej zamknięcia. Przy użyciu różnych rodzajów kationów międzypakietowych, możliwe staje się w ten sposób upodobnienie próbek wyjściowych do innych rodzajów minerałów ilastych, w których przestrzeń ta w naturalny sposób jest niedostępna, a kationy międzypakietowe są niewymienne.

Celem projektu badawczego będzie wyznaczenie osobnego wpływu struktury (budowy) i tekstury minerałów ilastych (np. ułożenia krystalitów) na adsorpcję metanu pod wysokim ciśnieniem, poprzez oddzielenie efektów związanych bezpośrednio ze strukturą i tych z niej niewynikających. Prześledzone zostaną warunki dostępności przestrzeni międzypakietowych dla metanu, a efekty związane z adsorpcją w mikroporowości wytworzonej w przestrzeni międzypakietowej zostaną zmierzone.

Do badań wybrano trzy rodzaje pęczniejących minerałów ilastych (o modyfikowalnej wysokości przestrzeni międzypakietowej): montmorylonit, beidelit i wermikulit. Różnią się one ilością obecnych w przestrzeniach międzypakietowych kationów wymiennych, siłami odpychania pomiędzy poszczególnymi pakietami, jak również siłami przyciągania pomiędzy pakietami, a kationami międzypakietowymi.

Badania będą prowadzone na poszczególnych próbkach, przeprowadzonych w różne formy kationowe. Próbki będą suszonych w coraz wyższej temperaturze po każdej analizie. Skutkiem tego, będzie coraz mocniejsze zamykanie przestrzeni międzypakietowej. Uzyskane efekty będą się różnić w zależności od rodzaju wprowadzonych kationów. Na wszystkich otrzymanych próbkach wyznaczona zostanie adsorpcja i desorpcja metanu, w zależności od ciśnienia, w stałej temperaturze. Tekstura próbek będzie modyfikowana poprzez odpowiednią preparatykę próbek (np. uzyskanie losowego ułożenia krystalitów przez suszenie rozpylanej próbki). Próbki poddane zostaną badaniom niskociśnieniowej adsorpcji par CO_2 oraz N_2 , umożliwiając obliczenie powierzchni właściwej, czy objętości mikroporów. Najbardziej obiecujące próbki zostaną zbadane za pomocą techniki XRD (dyfraktometrii rentgenowskiej) w zmieniającym się, wysokim ciśnieniu CH_4 . Pomiaru te zostaną przeprowadzone w specjalnie przystosowanej do tego, wysokociśnieniowej komorze pomiarowej. Umożliwi to obserwacje zmiany wysokości przestrzeni międzypakietowej w zależności od ciśnienia. Próbki zostaną sfotografowane przy użyciu elektronowego mikroskopu transmisyjnego, w celu obserwacji sposobu ułożenia i wielkości krystalitów. Uzyskane w ten sposób wyniki posłużą do wyznaczenia zależności pomiędzy adsorpcją metanu a strukturą oraz teksturą minerałów ilastych. Pozwoli również określić czy i kiedy przestrzeń międzypakietowa jest dostępna dla metanu. Projekt ma potencjalny wpływ na wiele różnych dziedzin, m.in.: geochemii organicznej i gazu, oceny niekonwencjonalnych złóż, czy modelowania komputerowego adsorpcji.