

Rtęć jest pierwiastkiem, który wyróżnia się spośród innych w układzie okresowym. Posiada szereg właściwości fizykochemicznych, które powodują trudność w pełnym zrozumieniu interakcji tego pierwiastka z otaczającym środowiskiem. Z punktu widzenia przemysłu energetycznego opartego na procesach spalania paliw kopalnych, szczególnie ważnym przypadkiem są interakcje zachodzące między rtęcią elementarną (Hg^0) występującą w gazach spalinowych a minerałami/materiałami syntetycznymi wykazującymi cechy sorbentów. Projekt dotyczy badania minerałów o budowie przestrzennej z grupy Heulandytu oraz Faujazytu, ich modyfikowanych i syntetyzowanych-modyfikowanych analogów w odniesieniu do usuwania Hg^0 ze strumienia obojętnego gazu nośnego (Argon). Proponowane są następujące cele projektu:

- Wskazanie cech fizykochemicznych naturalnych i modyfikowanych struktur – czynników podnoszących powinowactwo do wiązania i usuwania Hg^0 ze strumienia gazu.
- Badanie i wskazanie mechanizmów odpowiedzialnych za wiązanie Hg^0 w strukturach mineralnych.
- Modyfikacja minerałów w celu zwiększenia ich powinowactwa względem Hg^0 .
- Synteza i modyfikacja analogicznych struktur (do naturalnych) w celu porównania ich skuteczności usuwania Hg^0 .
- Badanie niepożądanego zjawiska desorpcji – uwalniania pochłoniętej rtęci.

Proponowany projekt jest podzielony na kilka faz, które mają zapewnić realizację celów:

I. Rozbudowa prototypowego urządzenia SBPR-1, służącego do badania zdolności sorbentów stałych do usuwania Hg^0 ze strumienia gazu nośnego. Modyfikacja obejmuje rozszerzenie działania urządzenia o możliwość badania zjawiska desorpcji.

II. Modyfikacja wybranych minerałów glinokrzemianowych w celu zwiększenia ich powinowactwa do wiązania Hg^0 . Modyfikacja fizykochemiczna zostanie przeprowadzona przez dezintegrację faz i badanie tej samej masy sorbentu reprezentowanej przez różne frakcje. Dane frakcje będą nebulizowane powierzchniowo przez roztwory jonowe metali. Modyfikacja chemiczna zostanie przeprowadzona poprzez wprowadzenie szeregu jonów metali w centra aktywne struktur sorbentów. Zostanie to wykonane metodą wymiany jonowej.

III. Innowacyjna, jednoczesna synteza-aktywacja analogów naturalnych struktur, optymalizacja parametrów syntezy. Syntezy hydrotermalne będą przeprowadzane w zmieniających się warunkach: czasu, temperatury, stężenia NaOH, stosunku roztwór/ciało stałe. Dodanie kryształów zarodkowych zostanie przeprowadzone w celu zwiększenia wydajności syntezy.

IV. Charakterystyka fizykochemiczna glinokrzemianów przestrzennych z grupy Heulandytu i Faujazytu, w tym badanie ewolucji parametrów komórki elementarnej i odporności sorbentów na proces starzenia. Produkty zostaną scharakteryzowane przy użyciu nowoczesnych metod analizy instrumentalnej, takich jak: skaningowa mikroskopia elektronowa, dyfrakcja rentgenowska, fluorescencja rentgenowska i mikroskopia sił atomowych do badania procesu zarodkowania

V. Testowanie minerałów i ich syntetyzowanych/modyfikowanych analogów na SBPR-1. Mechanizmy interakcji Hg^0 z sorbentami będą badane metodą FTIR.

- Testowanie minerałów oraz ich otrzymanych analogów o różnej masie w złożu sorbentu (od 0,0125 g do 0,1 g) w celu zbadania, czy zmiana masy próbki (w sposób liniowy) da nieliniowy związek ze stężeniem Hg^0 .
- Dzielenie głównego złoża sorbentu na 2 lub 3 mniejsze oddzielone neutralnym materiałem w celu zbadania, czy takie działanie będzie miało pozytywny wpływ na usuwaną ilość Hg^0 .
- Badanie wpływu wilgoci sorbentu oraz zawartości wody zeolitowej na efektywność usuwania Hg^0 .
- Testowanie mieszanin minerałów/uzyskanych analogów w celu wskazania najlepszej procentowej koordynacji danych minerałów, które wykażą wyższą zdolność usuwania rtęci niż złoża monomineralne.
- Badanie zjawiska desorpcji Hg^0 , aby upewnić się, czy zastosowany sorbent jest bezpieczny.

Wyniki tego projektu mogą znacznie poszerzyć wiedzę na temat fizykochemicznych, krystalochemicznych właściwości naturalnych, struktur glinokrzemianowych i ich syntetycznych analogów. Szczególny nacisk zostanie położony na: interakcje centrów aktywnych struktury krystalicznej z Hg^0 , a także zmiany zachodzące na poziomie komórki elementarnej, mechanizmy rządzące procesami zarodkowania i krystalizacji. Wyniki pozwolą poznać mechanizmy wiązania Hg^0 , które wciąż są trudne do zbadania, ponieważ Hg^0 w kontakcie z różnymi jonami obecnymi w sorbentach może ulegać utlenieniu, a zatem zmienia się charakter sorpcji. Wiedza na temat mechanizmów sorpcji jest kluczowa dla prawidłowej i skutecznej modyfikacji zeolitów i ich adaptacji do usuwania Hg^0 . Innowacyjny charakter badań zapewni:

- Wykorzystanie niekonwencjonalnej, innowacyjnej i prototypowej instalacji SBPR-1. Głęboki wgląd w interakcje i mechanizmy między Hg^0 a glinokrzemianami przestrzennymi z grupy Heulandytu i Faujazytu: naturalnymi/naturalnymi-aktywowanymi/syntetycznymi-aktywowanymi.
- Głęboki wgląd w procesy nukleacji oraz mechanizmy rządzące ewolucją komórki elementarnej.

W przyszłości uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do prób tworzenia/projektowania nowych, skutecznych sorbentów rtęci i przyczyniać się do ochrony środowiska (w szczególności w energetyce opartej na procesach spalania węgla).