

Streszczenie

Sorpcja apolarnych związków organicznych na zeolitach jest ograniczana przez ujemny ładunek powierzchni krystalitów. W celu zwiększenia powinowactwa chemicznego zeolitów do tych związków stosuje się modyfikację powierzchni minerałów jonami organicznymi, wprowadzanych w formie czwartorzędowych soli amoniowych. Powierzchnia syntetycznego zeolitu Na-P1 i naturalnego klinoptilolitu została zmodyfikowana surfaktantami organicznymi w postaci bromków: DDTMA (dodecylo trimetylo amoniowy), TDTMA (tetradecylo trimetylo amoniowy), HDTMA (heksadecylo trimetylo amoniowy), ODTMA (oktadecylo trimetylo amoniowy), DDDDMA (didodecylo dimetylo amoniowy), DTDDMA (ditetradecylo dimetylo amoniowy), DHDDMA (diheksadecylo dimetylo amoniowy), DODDMA (dioktadecylo dimetylo amoniowy) w ilości odpowiadającej pojedynczej (1,0) zewnętrznej pojemności kationowymiennej zeolitów (ECEC).

Celem badań było określenie efektywności sorpcji lotnych związków organicznych takich jak benzen, toluen i ksylen (BTX) na organicznie modyfikowanym zeolicie Na-P1 syntetyzowanym z odpadowych popiołów lotnych oraz na naturalnym klinoptilolicie. Kolejnym zadaniem była charakterystyka strukturalna i teksturalna zeolitów i organo-zeolitów, zbadanie i porównanie właściwości sorpcyjnych organicznie modyfikowanego zeolitu Na-P1 i klinoptilolitu oraz ocena wpływu surfaktantu i jego ilości na zmianę właściwości sorpcyjnych powstałych organo-krzemianów. Zaproponowano innowacyjną metodę otrzymywania i wykorzystania zeolitów i ich modyfikatów do unieruchamiania związków ropopochodnych. Wyniki badań dostarczyły dodatkowych informacji na temat możliwości wykorzystania zeolitów i organo-zeolitów w usuwaniu lotnych związków organicznych z roztworów wodnych oraz uzupełniły brakującą wiedzę o unieruchamianiu związków ropopochodnych. Dodatkowo, celem prowadzonych badań było zaproponowanie metody regeneracji termicznej sorbentów zużytych w procesach sorpcji benzyny, oleju napędowego, oleju silnikowego i przepracowanego oleju silnikowego.

Wykonanie modyfikacji powierzchniowej zeolitów przy użyciu związków organicznych jest możliwe w temperaturze pokojowej (20°C) przy bardzo niskim zużyciu wody w stosunku do ciała stałego. Zastosowane materiały, zeolit Na-P1 i naturalny klinoptilolit, okazały się efektywnymi sorbentami związków BTX z roztworów wodnych, usuwając ponad 80% wag. ich początkowej ilości. Wyniki eksperymentów sorpcji wykazały, że zeolity oraz wyprodukowane organo-zeolity są efektywnymi materiałami w usuwaniu

związków ropopochodnych. Zeolit Na-P1 i jego modyfikacje okazały się lepszymi sorbentami, niż zeolit naturalny i jego modyfikacje organiczne. Skuteczność pochłaniania benzyny, oleju napędowego, oleju silnikowego i przetworzonego oleju silnikowego przez zeolity maleje według kolejności: przetworzony olej silnikowy > olej napędowy > olej silnikowy > benzyna. Wyniki badań wskazują, że po zastosowaniu zeolitów do usuwania związków ropopochodnych można przeprowadzić proces ich termicznej regeneracji. Zaprojektowany proces: sorpcji – spalania – sorpcji można przeprowadzić kilkanaście razy, bez obniżania właściwości sorpcyjnych materiałów, takich jak pojemność sorpcyjna i parametry tekstury.

Badania teksturalne organo-zeolitów wskazują, że zeolit syntetyzowany z popiołów lotnych ma lepsze właściwości sorpcyjne, aniżeli naturalny klinoptilolit. Niemniej, proces modyfikacji powierzchniowej zawsze obniża wielkość powierzchni właściwej (S_{BET}) oraz porowatość materiału. Wykazano, że wraz ze zwiększającą się długością łańcucha węglowego w strukturze surfaktantów używanych w procesie modyfikacji, wszystkie parametry tekstury ulegają pogorszeniu. Przeprowadzono również nowatorskie badania nad określaniem skuteczności modyfikacji poprzez aplikację metody spektroskopii w podczerwieni FTIR. Otrzymane wyniki wskazują, że metodę FTIR można łatwo zaadoptować do wyznaczenia efektywności modyfikacji. Analiza termiczna wykazała że, rozpad warstwy organicznej surfaktantu rozpoczyna się poprzez rozkład grupy amoniowej, a następnie fragmentację i spalanie łańcucha węglowego.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły na wyjaśnienie różnic pomiędzy właściwościami sorpcyjnymi różnych zeolitów oraz ich modyfikatorów. Ponadto, została szczegółowo opisana możliwość zastosowania zeolitów jako sorbentów lotnych związków organicznych i petrochemicznych. Wszystkie prezentowane wyniki badań mogą być zastosowane w ochronie środowiska do oczyszczania wód, w przemyśle petrochemicznym oraz do dalszych badań nad właściwościami powierzchniowo modyfikowanych zeolitów.

Słowa kluczowe: zeolity syntetyczne, organo-zeolity, sorpcja związków BTX, organic surfactants, petrochemical compounds removal, regeneration of used sorbents.