

## Wykorzystanie kopaliny towarzyszących pokładom złóż węgla brunatnych do usuwania metali ciężkich z wód i ścieków

### Streszczenie

Duże zainteresowanie ustawodawstwa Unii Europejskiej jakością wód wynika przede wszystkim z coraz większego zapotrzebowania na źródła wody pitnej o dobrej jakości. Zaostrzenie przepisów dotyczących zanieczyszczeń środowiska wodnego przez Dyrektywy Unii Europejskiej przy jednoczesnej wzrostowej tendencji zapotrzebowania na wodę o wysokich parametrach jakościowych, zmusza do tworzenia coraz efektywniejszych i ekologicznie bezpiecznych metod oczyszczania wody oraz ścieków. Jedną z efektywnych metod jest adsorpcja przez sorbenty syntetyczne. Jednak wysokie koszty ich wytwarzania powodują, że przedmiotem dużego zainteresowania na świecie staje się poszukiwanie efektywnych i niedrogich, naturalnych i odpadowych, surowców mineralnych i organogenicznych o wysokiej pojemności sorpcyjnej w stosunku do metali ciężkich i innych zanieczyszczeń.

Celem przeprowadzonych badań laboratoryjnych było określenie pojemności sorpcyjnej kopaliny towarzyszących pokładom węgla brunatnych (torfy, ksyolit i węgiel brunatny oraz ility trzeciorzędowe) w stosunku do jonów Cd(II), Zn(II), Cu(II), Ni(II), Cr(III) i Pb(II), a także anionów chlorkowych i siarczanowych, wpływu rodzaju anionu i kationów współwystępujących w roztworze na ilość wiązanych jonów metali oraz podatności na ługowanie zasorbowanych metali. Otrzymane wyniki badań pozwoliły na obliczenie parametrów sorpcji i wyznaczenie kopaliny o największej skuteczności zatrzymywania metali ciężkich oraz określenie warunków ich stosowania w postaci barier w składowiskach lub filtrów do oczyszczania ścieków.

Badania sorpcji przeprowadzono w statycznych warunkach kontaktu faza stała – roztwór, przy pH 4 i stosunku faza stała – roztwór równym 1:10. Badane kopaliny charakteryzowały się wysoką pojemnością wymiany kationów ( $PWK_r$ ), która dla surowców organogenicznych istotnie zależała od zawartości materii organicznej, zaś dla badanych iłków – od zawartości glinokrzemianów warstwowych o pakietach pęczniących typu smektytu. Dominującymi kationami wymiennymi były jony  $Ca^{2+}$ , które poza wpływem na stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego próbek miały znaczny wpływ na kształtowanie się ich odczynu, a także zdolności buforowe. Bardzo dobre właściwości buforowe torfów, węgla brunatnego i iłku z Bełchatowa względem jonów  $H^+$  będą powodować, że kopaliny te będą miały zdolności do przeciwstawiania się nagłym zmianom pH, np. w reakcjach z kwaśnymi ściekami lub odciekami ze składowisk odpadów.

Stwierdzono, że sorpcja jonów metali przez kopaliny towarzyszące pokładom węgla brunatnych zależała zarówno od rodzaju i stężenia początkowego jonów metali w roztworze jak i właściwości fizykochemicznych badanych surowców. Spośród badanych jonów metali (Cr(III), Cu(II), Cd(II), Zn(II), Ni(II), Pb(II)) przy pH 4 największe powinowactwo do centrów sorpcyjnych kopaliny miały jony Cr(III) i Cu(II) i były wiązane w ilościach przekraczających ich pojemności wymiany kationów  $PWK_r$ . W najmniejszych ilościach były wiązane jony Cd(II).

Ilość wiązanych jonów zależała od rodzaju anionu. W obecności jonów siarczanowych obserwowano wzrost pojemności sorpcyjnej badanych kopaliny w stosunku do jonów Cd(II), Cu(II), Ni(II) i Zn(II) w porównaniu do roztworów chlorkowych, przy czym największy wzrost pojemności obserwowano w stosunku do jonów kadmu, a najmniejszy – do jonów Cu(II). Obecność w roztworze jonów chlorkowych oprócz obniżenia sorpcji jonów Cd(II) spowodowała zwiększenie ich podatności na ługowanie. Ponadto stwierdzono, że przy pH 4

jony chlorkowe nie ulegały sorpcji, natomiast jony siarczanowe były usuwane z roztworu w wyniku ich reakcji z wymiennymi jonami  $\text{Ca}^{2+}$  i wytrącania trudno rozpuszczalnego  $\text{CaSO}_4$ .

Kationy takie jak  $\text{Cd(II)}$ ,  $\text{Ni(II)}$ ,  $\text{Zn(II)}$  były w znacznym stopniu wiązane z fazą stałą w wyniku reakcji wymiany jonowej, a przez to podatne na konkurencję do centrów sorpcyjnych ze znajdującymi się w roztworze kationami współwystępującymi w roztworze. Natomiast jony  $\text{Cr(III)}$ , a także  $\text{Cu(II)}$  wiązane były silnie, przez co były mało mobilne. Dużą rolę w wiązaniu jonów  $\text{Cr(III)}$  i  $\text{Cu(II)}$  odgrywiają amorficzne tlenki żelaza.

Wysoka pojemność sorpcyjna badanych kopaliny towarzyszących pokładom węgla brunatnych i niska ich cena powodują, że mogą być brane pod uwagę jako niedrogie i skuteczne sorbenty używane w oczyszczaniu wód i ścieków.