

**Magdalena WOŁOWIEC¹, Tomasz BAJDA¹,
Małgorzata KOMOROWSKA-KAUFMAN², Alina PRUSS², Grzegorz RZEPA¹**

*¹WYDZIAŁ GEOLOGII, GEOFIZYKI I OCHRONY ŚRODOWISKA
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE*

*²WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I INŻYNIERII ŚRODOWISKA, INSTYTUT INŻYNIERII
ŚRODOWISKA, POLITECHNIKA POZNAŃSKA*

SORPCJA METALI CIĘŻKICH I METALOIDÓW NA OSADACH Z PROCESÓW OCZYSZCZANIA WODY

REMOVAL OF HEAVY METALS AND METALLOIDS USING WATER TREATMENT RESIDUALS AS ADSORBENTS

Jakość ujmowanej wody zazwyczaj nie jest odpowiednia by móc ją wykorzystywać do celów konsumpcyjno-gospodarczych. W celu spełnienia wymagań dotyczących jakości fizykochemicznej i biologicznej wody przeznaczonej do spożycia [1,2], w zależności od źródła pochodzenia wody, a co za tym idzie rodzaju i ilości zanieczyszczeń w niej zawartych, poddaje się ją różnym procesom oczyszczania. W przypadku wód powierzchniowych najczęściej stosowany jest układ technologiczny oparty na procesach koagulacji, flokulacji, sedymentacji i filtracji, natomiast wody podziemne oczyszcza się przez zastosowanie napowietrzania i filtracji. W każdym z tych układów technologicznych powstają osady, jednakże ich skład oraz właściwości są zróżnicowane i zależą głównie od rodzaju i ilości usuniętych z wody zanieczyszczeń oraz stosowanych w procesie oczyszczania reagentów. Ponieważ ilości powstających na stacjach oczyszczania wody osadów są znaczne, w skali światowej powstaje ich kilka milionów ton rocznie [3], a ich składowanie jest kłopotliwe i kosztowne, coraz bardziej aktualny staje się problem zagospodarowania tego odpadu. Celem tej pracy jest wykazanie, że osady z uzdatniania wody mogą być wykorzystane, jako tanie i efektywne sorbenty metali ciężkich i metaloidów.

Głównym powodem, dla którego osady z oczyszczania wody są efektywnymi sorbentami jest ich skład mineralny – zawierają one znaczne ilości (od 25 do 46%) (tlenowodoro)tlenków żelaza i/lub glinu o znacznych powierzchniach właściwych i wysokiej reaktywności. Istnieje wiele doniesień literaturowych, w tym także badania przeprowadzone przez autorów, wskazujących na duże pojemności sorpcyjne osadów względem metali i metaloidów [4]. Przykładowo, osady z oczyszczania wody były efektywnymi sorbentami kationów metali ciężkich w tym: Cd(II), Cr(III), Cu(II), Pb(II), Zn(II), Ni(II) czy Hg(II) [5, 6]. Były one również z powodzeniem wykorzystane do immobilizacji anionów, w tym: Cr(VI), P(V), Se(IV) oraz Se(VI), a stwierdzone wielkości sorpcji wynosiły odpowiednio: 13, 56, 11 i 23 mg/g [7]. Natomiast wielkości usuwania jonów As(III) i As(V) przez różnego rodzaju osady z oczyszczania wody wynosiły usuwane odpowiednio: 15-130 mg/g oraz 25-47 mg/g [8, 9].

Wyniki wielu badań wykazały, iż osady z oczyszczania wody mogą być efektywnie wykorzystywane do usuwania metali ciężkich i metaloidów z roztworów wodnych. Dobre zdolności sorpcyjne osady zawdzięczają ich dużej powierzchni właściwej i mikroporowatości. Efektywność sorpcji jest zróżnicowana i zależy nie tylko od właściwości samych osadów, ale także warunków procesu. Na mechanizm sorpcji w dużym stopniu wpływają m.in. temperatura i czas reakcji, stężenie początkowe adsorbentu oraz pH.

Summary

The quality of raw water is not appropriate for human consumption. Depending on the source of water, type and quantity of pollution, water is submitted to different treatments methods to fulfill physicochemical and biological requirements of water quality [1, 2]. Surface water requires using technological system including such processes as coagulation, flocculation, sedimentation and filtration, whereas ground water is purified using aeration and filtration processes. Large volumes of water treatment residuals (WTRs) are generated during the processing water, however their composition and properties are diversified and depend on type and amount of pollution removed from water, as well as methods and reagents used for treatment. Global sludge production might reach even several million tons per year [3]. The sludges cannot be discharged to surface water. High cost and strict regulation, involving sludge disposal, force the Water Treatment Plants to look for alternative methods of sludge management. The aim of this study was to demonstrate that WTRs serve as a low-cost and effective sorbents for heavy metals and metalloids.

Mineral composition is the main reason why WTRs are effective sorbents. Sludges contain iron and/or aluminum oxyhydroxides with large specific surface area and high reactivity. Several researchers, including authors of this paper have demonstrated large sorption capacity of WTRs toward metals and metalloids [4]. As an example, WTRs have been recently shown to be very effective adsorbent for heavy metals cations such as Cd(II), Cr(III), Cu(II), Pb(II), Zn(II), Ni(II) or Hg(II) [5, 6]. WTRs have been used successfully to immobilize other compounds including Cr(III), Cr(VI), P(V), Se(IV) and Se(VI), they were adsorbed in amounts of 25, 13, 56, 11 and 23 mg/g, respectively [7]. The uptake of As(III) and As(V) by different WTRs were around 15-130 mg/g and 25-47 mg/g, respectively [8, 9].

Overall, the results from a plenty of studies have demonstrated that WTRs can be effectively used to remove heavy metals and metalloids from aqueous solutions. Great sorption capacities of WTRs are the results of relatively large specific surface area and microporosity. Effectiveness of the sorption is diversified and it depends on WTRs properties and type as well as conditions of the process. Reaction temperature, reaction time, initial concentration and pH affects the sorption mechanisms sorbates on the sludges.

Bibliografia

- 1) Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption.
- 2) Dz. U. z 2017 r. poz. 2294. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, (Regulation of the Minister of Health of 7 December 2017 on the quality of water intended for human consumption) (in Polish).
- 3) Gibbons, M.K., Gagnon, G.A. Understanding removal of phosphate or arsenate onto water treatment residuals. *Journal of Hazardous Materials*, 2011, 186, 1916-1923.
- 4) Komorowska-Kaufman, M. Właściwości adsorpcyjne osadów powstających podczas procesów oczyszczania wód podziemnych i powierzchniowych – przegląd piśmiennictwa. W: Bajda T (red.), *Sorbenty Mineralne – Surowce, Energetyka, Ochrona Środowiska, Nowoczesne Technologie*, 2017, Wyd. Naukowe AGH, 65-75.
- 5) Hovosepyan, A., Bonzongo, J-C, J. Aluminum drinking water treatment residuals (Al-WTRs) as sorbent for mercury: *Implications for soil remediation. Journal of Hazardous Materials*, 2009, 164, 73-80.
- 6) Wołowicz, M., Bajda, T. Current stage of knowledge relating to the use ferruginous sludge from water treatment plants – a preliminary review of the literature. *Mineralogia*, 2017, 48 39-45.
- 7) Makris, K.C., Harris, W.G., O'Connor, G.A., Obreza, T.A., Phosphorous immobilization in micropores of drinking-water treatment residuals: Implications for longterm stability. *Environmental of Science and Technology*, 2004, 38, 6590-6596.
- 8) Wu, K., Liu, R., Li, T., Liu, H., Peng, J., Qu, J. Removal of arsenic(III) from aqueous solution using a low-cost by-product in Feremoval plants-Fe-based backwashing sludge. *Chemical Engineering Journal*, 2013, 226, 393-401.
- 9) Ociński, D., Jacukowicz-Sobala, I., Mazur, P., Raczyk, J., Kociołek-Balawejder, E. Water treatment residuals containing iron and manganese oxides for arsenic removal from water – Characterization of physicochemical properties and adsorption studies. *Chemical Engineering Journal*, 2016, 294, 210-221.

DYSTRYBUCJA WODY

WATER DISTRIBUTION

