

Joanna LACH

Politechnika Częstochowska, Wydział Infrastruktury i Środowiska
Instytut Inżynierii Środowiska
ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa
e-mail: jlach@is.pcz.czyst.pl

Adsorpcja chromu z wód o różnym składzie chemicznym

Chromium Adsorption from Waters of Different Chemical Composition

The effectiveness of the Cr(VI) anions or Cr(III) cations adsorption depends, among others, on the chemical composition of the solution. The study analyzed the impact of the composition of 8 natural waters (spring, low-, medium-, and highly mineralised) on the effectiveness of the adsorption of Cr(VI) and Cr(III) on WG-12 carbon. The adsorption capacity of carbon against the hexavalent chromium from a single-component solution of 1 mg/dm³ concentration (the carbon mass to the weight of the solution 1:250) was 240 mg/kg, while from the medium-carbonized water - 195 mg/kg. In the case of trivalent chromium, under similar conditions, the effect of the presence of competing ions was much more pronounced (the capacity for a monovalent solution was 140 mg/kg, and for medium-carbonized water only 30 mg/kg). There was a negative correlation observed between the adsorption efficiency of Cr(III) and Cr(VI) (average, or at maximum concentration), and the amount of anions, cations and general mineralization. Analysing the adsorption of solutions of different composition and degree of mineralization, but of similar solution pH values, very high correlations are observed (by the Pearson correlation coefficient).

Keywords: chromium, adsorption, activated carbon, the Pearson correlation coefficient

Wstęp

Węgłe aktywne stosowane są głównie do usuwania z wód związków organicznych [1]. Mogą być również używane w przypadku zanieczyszczenia wód jonami nieorganicznymi. Do najczęściej sorbowanych zanieczyszczeń z tej grupy należą jony metali ciężkich [2-6]. Badania adsorpcji jonów metali ciężkich prowadzone są z roztworów jedno-, jak również wieloskładnikowych [7-9]. W związku z obecnością na powierzchni węgla aktywnych ugrupowań tlenowych o charakterze zarówno kwasowym, jak i zasadowym mogą one adsorbować kationy, a także aniony. Adsorpcja metali ciężkich na węglach aktywnych posiada wiele zalet:

- „głębokie” oczyszczenie wody nawet do niewielkich stężeń końcowych,
- brak dodatkowych środków chemicznych wprowadzanych do środowiska,
- możliwość usuwania równocześnie związków organicznych oraz kationów i anionów metali ciężkich,

- możliwość regeneracji sorbentu oraz odzysku metali z roztworu poregeneracyjnego,
- duża selektywność węgla aktywnych w przypadku sorpcji jonów.

Celowe jest wykorzystanie sorbentów do usuwania chromu w przypadku niewielkiego stężenia i konieczności głębokiego oczyszczania wody bez ujemnego wpływu na jej skład, np. do celów spożywczych. Do wad procesu należy jego stosunkowo wysoki koszt i niewielka pojemność sorpcyjna węgla aktywnych w stosunku do zanieczyszczeń nieorganicznych.

Jednym z metali, które mogą być usuwane na węglach aktywnych, jest chrom. Szkodliwość związków chromu zależy od ich rozpuszczalności, a przede wszystkim od wartościowości, w jakiej występuje Cr. Trójwartościowe sole chromu na ogół nie wykazują wyraźnego toksycznego oddziaływania, natomiast sole chromu sześciowartościowego działają drażniąco na skórę, układy oddechowy i pokarmowy, a nawet oddziaływanie to może być mutagenne, kancerogenne, embriotoksyczne i teratogenne. Jest to pierwiastek o bardzo dużym współczynniku kumulacji. W warunkach naturalnych chrom trójwartościowy nie ulega utlenieniu do sześciowartościowego. Niekiedy jednak utlenianie może zachodzić np. w obecności związków manganowych oraz w procesie dezynfekcji wody w przypadku stosowania ozonu. Dlatego w wodach do celów spożywczych normowany jest chrom ogólny ($0,05 \text{ mg/dm}^3$). Badania adsorpcji chromu są szeroko prowadzone. Zazwyczaj jednak analizuje się roztwory modelowe jednoskładnikowe [10-12]. Znacznie mniej doniesień literaturowych dotyczy układów wieloskładnikowych [13-16].

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu naturalnych składników wód na adsorpcję jonów Cr(III) i Cr(VI) na węglu aktywnym.

1. Metodyka pracy

Badania adsorpcji prowadzono na węglu aktywnym WG-12 produkowanym w Polsce przez firmę Gryfskand (tab. 1).

Badania adsorpcji jonów Cr(III) lub Cr(VI) prowadzono z wód naturalnych o różnym składzie chemicznym, do których wprowadzono jony Cr(III) lub Cr(VI). Otrzymane wyniki porównano z adsorpcją Cr(III) lub Cr(VI) z wody destylowanej (próba kontrolna). Skład wód naturalnych zamieszczono w tabeli 2. Stężenia jonów Cr(III) lub Cr(VI) wynosiły od 500 do 1000 mg/m^3 . Użyte w badaniach stężenia były 10÷20-krotnie wyższe niż dopuszczalne w wodach do spożycia. Roztwory jonów Cr(III) i Cr(VI) wykonywano z Na_2CrO_4 lub $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$. Po wprowadzeniu do wód Na_2CrO_4 pH roztworów mieściło się w zakresie 6,6÷8,0, a w przypadku $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ od 5,6 do 6,2.

Adsorpcję w warunkach statycznych prowadzono z roztworu o objętości $0,25 \text{ dm}^3$, do którego dodawano 1 g węgla aktywnego. Czas ustalenia równowagi adsorpcji (2 h wytrząsania i 22 h kontaktu statycznego) przyjęto na podstawie wcześniejszych badań [17].

Tabela 1. Właściwości fizyczne i chemiczne węgla aktywnego (PN-83/C-97555)

Table 1. Physical and chemical properties of activated carbon (PN-83/C-97555)

Wskaźnik	WG-12
Masa nasypowa, g/dm ³	450
Powierzchnia właściwa, m ² /g	1050
Nasiąkliwość wodna, cm ³ /g	0,61
Wytrzymałość mechaniczna, %	98
pH wyciągu wodnego	6,8
Właściwości adsorpcyjne wobec:	
– błękitu metylenowego (LM)	28
– jodu (LI), mg/g	1117
– fenolu*, mg/g	59

* Badania sorpcji fenolu prowadzono z roztworu o objętości 0,25 dm³ o stężeniu 250 mg/dm³ z dodatkiem 1 g węgla aktywnego

Tabela 2. Zawartość składników mineralnych w 1 dm³ wody (dane producentów wód)Table 2. Mineral content in 1 dm³ of water (water manufacturers' data)

Rodzaj użytej wody	Kationy, mg/dm ³					Aniony, mg/dm ³					Ogól. miner. mg/dm ³	pH wody
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Suma kationów	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	F ⁻	Cl ⁻	Suma anionów		
A ¹	41,69	5,62	9,65	–	56,96	131,06	–	0,07	–	131,13	230,00	7,5
B ¹	46,09	8,51	6,25	2,00	59,85	180,90	14,82	0,12	3,19	199,09	275,18	7,8
C ¹	71,14	5,47	1,87	0,50	78,98	216,60	10,90	–	4,96	232,46	336,02	7,5
D ¹	50,10	6,08	2,50	1,19	59,87	168,00	14,71	0,09	2,80	185,60	258,27	7,8
E ²	44,09	17,01	11,10	1,00	73,2	186,70	43,62	–	3,19	233,51	322,21	7,6
F ³	91,18	16,52	6,44	1,21	115,37	299,00	41,60	0,23	–	340,83	507,00	7,4
G ³	102,2	16,00	11,25	2,34	139,79	432,7	–	0,23	2,50	435,43	592,32	7,6
H ⁴	180,9	142,7	63,0	7,5	393,9	1403,7	32,0	–	7,0	1442,7	1836,80	6,2

¹ woda źródłana

² woda mineralna niskozmineralizowana

³ woda mineralna średnizmineralizowana

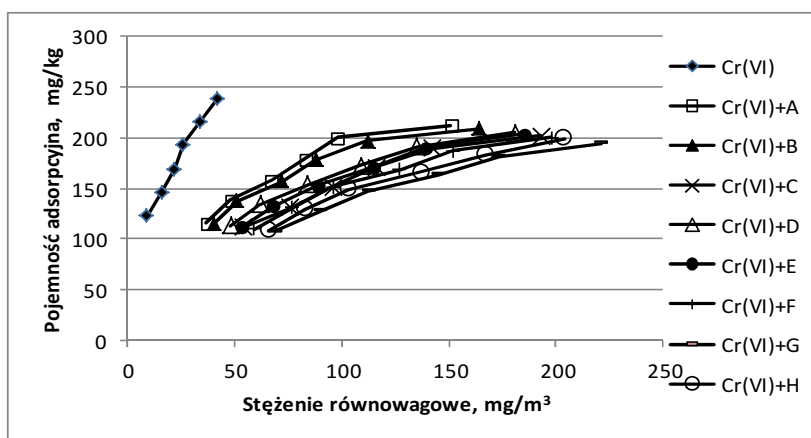
⁴ woda mineralna wysokozmineralizowana

Pomiary stężenia Cr(III) wykonano na atomowym spektrometrze emisyjnym z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP)-ASA firmy Thermo, a Cr(VI) - metodą z dwufenylokarbazydem (PN-C-04604-8).

2. Wyniki badań

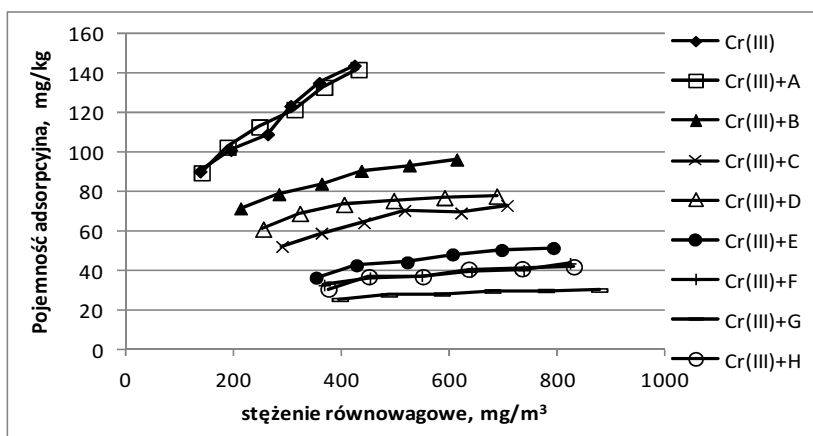
Wykonano izotermę adsorpcji jonów anionów Cr(VI) i kationów Cr(III) na węglu aktywnym WG-12 z roztworów o różnym składzie chemicznym (rys. 1 i 2).

W każdym przypadku jednak stężenie kationów lub anionów było od kilkudziesięciu do nawet ponad 1000 razy wyższe niż anionów chromu sześciowartościowego lub kationów chromu trójwartościowego. Rozpatrywanie szeregów selektywności i umiejscowienie w nich badanych jonów nie jest w takim przypadku celowe. Chrom sześciowartościowy dla badanych stężeń początkowych ($0,5 \pm 1 \text{ mg/dm}^3$) był usuwany z bardzo wysoką skutecznością (rys. 3). W wyniku adsorpcji z wody destylowanej chrom sześciowartościowy dla stężenia początkowego 1 mg/dm^3 usuwany był w 96%. Niższe skuteczności uzyskano podczas adsorpcji z wód naturalnych. W większości przypadków zaobserwowano, że im wyższa całkowita mineralizacja wody, tym niższa skuteczność adsorpcji. Najniższą skuteczność (78%) zaobserwowano w przypadku adsorpcji z wody G (średniozmineralizowanej). Wyjątkiem od przedstawionej reguły (im wyższa mineralizacja, tym mniejsza skuteczność) była adsorpcja z wody H (wysokozmineralizowanej). Woda ta posiadała bardzo dużą ilość związków mineralnych (1837 mg/dm^3 , podczas gdy woda G - 592 mg/dm^3), ale również znacznie niższe pH (6,2, podczas gdy pozostałe wody miały pH w granicach $7,4 \div 7,8$). W przypadku adsorpcji anionów, w tym chromu(VI), stwierdzono zależność, że im niższe pH, tym wyższa skuteczność adsorpcji [18, 19]. Wiąże się to m.in. z dysocjacją grup zasadowych na powierzchni węgla aktywnych. W roztworach o pH około 6,5 chrom sześciowartościowy występuje w równych ilościach jako CrO_4^{2-} i HCrO_4^- , przy pH = 8 już głównie jako HCrO_4^- . Co prawda jony o większym ładunku są adsorbowane silniej, ale wyższe pH powoduje niższą dysocjację grup funkcyjnych na powierzchni węgla. To prawdopodobnie zdecydowało o nieco lepszej adsorpcji Cr(VI) z wody o najwyższym stopniu mineralizacji niż z wody G o znacznie mniejszym stopniu mineralizacji.



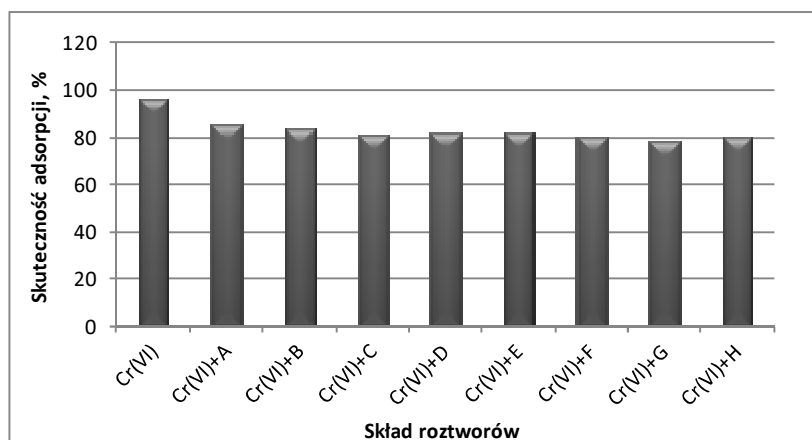
Rys. 1. Izoterm adsorpcji chromu sześciowartościowego z wód o różnym stopniu mineralizacji

Fig. 1. Isotherms of hexavalent chromium adsorption of waters with varying degrees of mineralization



Rys. 2. Izotermy adsorpcji chromu trójwartościowego z wód o różnym stopniu mineralizacji

Fig. 2. Isotherms of trivalent chromium adsorption of waters with varying degrees of mineralization



Rys. 3. Skuteczność adsorpcji Cr(VI) z roztworów o różnym składzie chemicznym

Fig. 3. Isotherms of Cr(VI) adsorption of waters with varying degrees of mineralization

W celu oceny wpływu poszczególnych grup składników mineralnych wód obliczono współczynniki korelacji Pearsona. W tabeli 3 przedstawiono współczynniki korelacji między skutecznością adsorpcji dla najwyższego badanego stężenia Cr(VI) lub skutecznością średnią a sumą kationów, sumą anionów i całkowitą mineralizacją wody. Wyniki współczynników Pearsona dla wszystkich badanych wód zamieszczono w tabeli 3. Zgodnie z podziałem współczynników korelacji: 0,2÷0,4 - korelacja niska (zależność wyraźna), 0,4÷0,6 - umiarkowana (zależność istotna), 0,6÷0,8 - korelacja wysoka (zależność znaczna) 0,8÷0,9 - korelacja bardzo

wysoka (zależność bardzo duża) i $0,9 \pm 1,0$ - zależność praktycznie pełna. Wszystkie uzyskane współczynniki korelacji świadczą o korelacji umiarkowanej (zależność istotna). Zaobserwowano znaczne różnice we współczynnikach korelacji wówczas, gdy analizowano średnią skuteczność adsorpcji i skuteczność adsorpcji dla najwyższego stężenia Cr(VI). W tym przypadku wyższe współczynniki korelacji otrzymano dla adsorpcji średniej. Nie miało jednak większego znaczenia, czy rozpatrywano wpływ ilości anionów, kationów i całkowitej mineralizacji na skuteczność adsorpcji. Jest to związane prawdopodobnie z faktem, że zwiększona mineralizacja wiąże się z większą ilością kationów i anionów w wodzie. W celu ograniczenia wpływu pH (jako jeszcze jednego czynnika) na współczynnik korelacji Pearsona przeanalizowane zostały również te współczynniki dla wszystkich wód z wyjątkiem wody H (wysokozmineralizowanej), której wartość pH (6,2) była znacznie niższa niż dla pozostałych wód (od 7,4 do 7,8). Uzyskane z takim ograniczeniem współczynniki korelacji były znacznie wyższe (tab. 4). W tym przypadku uzyskano najwyższą ujemną korelację między skutecznością adsorpcji Cr(VI) a całkowitą ilością anionów w roztworach ($-0,92$ - zależność praktycznie pełna). Również bardzo wysokie współczynniki korelacji uzyskano, analizując wpływ całkowitej mineralizacji i ilości kationów na skuteczność adsorpcji (korelacja bardzo wysoka).

Tabela 3. Współczynniki korelacji Pearsona dla Cr(VI) i wód A-H

Table 3. Pearson correlation coefficients for Cr(VI) and waters A-H

	Suma kationów	Suma anionów	Ogólna mineralizacja
Skuteczność adsorpcji dla najwyższego stężenia	-0,52	-0,49	-0,50
Średnia skuteczność adsorpcji	-0,59	-0,56	-0,57

Tabela 4. Współczynniki korelacji Pearsona dla Cr(VI) i wód A-G

Table 4. Pearson correlation coefficients for Cr(VI) and waters A-G

	Suma kationów	Suma anionów	Ogólna mineralizacja
Skuteczność adsorpcji dla najwyższego stężenia	-0,89	-0,92	-0,89
Średnia skuteczność adsorpcji	-0,89	-0,92	-0,89

Adsorpcja chromu trójwartościowego na węglu WG-12 była znacznie niższa niż chromu sześciowartościowego. W badanym zakresie stężeń maksymalna pojemność adsorpcyjna w odniesieniu do Cr(VI) wynosiła 240 mg/m^3 , a dla Cr(III) - 140 mg/m^3 . W przypadku adsorpcji kationów Cr(III) nie zaobserwowano wyraźnego wpływu domieszek mineralnych w przypadku, gdy adsorpcja zachodziła z wody źródlanej A o najmniejszym stopniu mineralizacji. Z pozostałych wód adsorpcja zachodziła w mniejszych ilościach i podobnie jak w przypadku Cr(VI),

im większa mineralizacja wody, tym niższą skuteczność adsorpcji obserwowano. Analogicznie jak w przypadku adsorpcji Cr(VI) najniższą skuteczność uzyskano dla wody G, a nie H, która charakteryzowała się najwyższą mineralizacją. Woda H z dodatkiem kationów Cr(III) charakteryzowała się najniższym pH wynoszącym 5,6. W badaniach wielu badaczy przy pH = 5 jest maksimum adsorpcji Cr(III) [20, 21]. W pH = 5,6 Cr(III) występuje w postaci $\text{Cr}(\text{OH})^{2+}$ i $\text{Cr}(\text{OH})_2^+$ w podobnych ilościach. Przy pH = 6 dominującą formą jest już $\text{Cr}(\text{OH})_2^+$.

W adsorpcji Cr(III) stwierdzono znacznie większy wpływ składu chemicznego wody niż podczas adsorpcji Cr(VI). Skuteczność adsorpcji spada od 57% (z wody destylowanej) do 12% (z wody H).

Analogicznie jak w przypadku Cr(VI) obliczono współczynniki korelacji Pearsona. Przeanalizowano korelację między skutecznością adsorpcji dla najwyższego badanego stężenia Cr(III) lub skutecznością średnią a sumą kationów, sumą Ca^{2+} i Mg^{2+} , sumą anionów i całkowitą mineralizacją wody. W tym przypadku poszerzono badania korelacji o wpływ sumy kationów wapnia i magnezu jako najbardziej konkurencyjnych w odniesieniu do Cr(III). Wyniki współczynników Pearsona dla wszystkich badanych wód zamieszczono w tabeli 5. Podobnie jak w przypadku adsorpcji anionu Cr(VI) lepsze rezultaty otrzymano dla średniej skuteczności adsorpcji. Ujemną korelację na podobnym poziomie otrzymano dla wszystkich zależności (korelacja umiarkowana - zależność istotna). Wyższe współczynniki korelacji otrzymano, gdy do obliczeń nie brano wody H, której pH odbiegało od pozostałych. W tym przypadku uzyskano korelacje wysokie lub bardzo wysokie (tab. 6).

Tabela 5. Współczynniki korelacji Pearsona dla Cr(III) i wód A-H

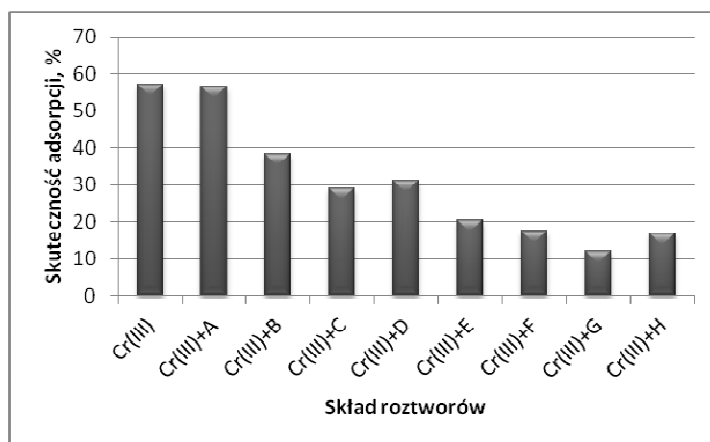
Table 5. Pearson correlation coefficients for Cr(III) and waters A-H

	Suma kationów	Suma Ca^{2+} i Mg^{2+}	Suma anionów	Ogólna mineralizacja
Skuteczność adsorpcji, dla najwyższego stężenia	-0,49	-0,51	-0,48	-0,48
Średnia skuteczność adsorpcji	-0,52	-0,54	-0,51	-0,51

Tabela 6. Współczynniki korelacji Pearsona dla Cr(III) i wód A-G

Table 6. Pearson correlation coefficients for Cr(III) and waters A-G

	Suma kationów	Suma Ca^{2+} i Mg^{2+}	Suma anionów	Ogólna mineralizacja
Skuteczność adsorpcji dla najwyższego stężenia	-0,78	-0,79	-0,86	-0,81
Średnia skuteczność adsorpcji	-0,81	-0,82	-0,88	-0,84



Rys. 4. Skuteczność adsorpcji Cr(III) z roztworów o różnym składzie chemicznym

Fig. 4. The effectiveness of adsorption of Cr(III) from solutions of different chemical composition

Podsumowanie

Przeanalizowano adsorpcję anionów Cr(VI) i kationów Cr(III) z wód o różnym składzie mineralnym. Zwiększenie stopnia mineralizacji (w wodach naturalnych wiąże się to ze zwiększeniem ilości anionów i kationów) powoduje obniżenie adsorpcji zarówno anionu Cr(VI), jak i kationu Cr(III). W przypadku adsorpcji anionów chromu sześciowartościowego skuteczność adsorpcji jest wysoka, zarówno podczas adsorpcji z wody destylowanej, jak i wód o wysokim stopniu mineralizacji. Sorpcja kationów Cr(III) zachodziła z mniejszą skutecznością z wody destylowanej, a obecność innych jonów w roztworze dodatkowo w znacznym stopniu ją obniżyła.

Między skutecznością adsorpcji (średnią lub przy maksymalnym stężeniu) a ilością anionów, kationów i mineralizacją ogólną zachodzi ujemna korelacja. Jeśli analizuje się adsorpcję z roztworów o różnym składzie i stopniu mineralizacji, ale o podobnych wartościach pH roztworu, otrzymuje się bardzo wysokie zależności (wg współczynnika korelacji Pearsona).

Podziękowania

Pracę wykonano w ramach Badań Statutowych BS_PB- 401-301-12.

Literatura

- [1] Dąbek L., Zastosowanie sorpcji i zaawansowanego utleniania do usuwania fenoli i ich pochodnych z roztworów wodnych, *Rocznik Ochrona Środowiska* 2015, 17, 616-645.
- [2] Guo M., Qiu G., Song W., Poultry litter-based activated carbon for removing heavy metal ions from water, *Waste Management* 2010, 30, 308-315.

- [3] Pyrżyńska K., Bystrzejewski M., Comparative study of heavy metal ions sorption onto activated carbon, carbon nanotubes, and carbon-encapsulated magnetic nanoparticles, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 2010, 362, 102-109.
- [4] Walczyk M., Świątkowski A., Pakuła M., Biniak S., Electrochemical studies of the interaction between a modified activated carbon surface and heavy metal ions, *J. Appl. Electrochem.* 2005, 35, 123-130.
- [5] Dąbek L., Sorption of zinc ions from aqueous solutions on regenerated activated carbons, *J. Hazard. Mater.* 2003, 101, 191-201.
- [6] Lach J., Okoniewska E., Ociepa-Kubicka A., Szymonik A., Adsorpcja ołowiu na modyfikowanym węglu aktywnym ROW 08 Supra, *Rocznik Ochrona Środowiska* 2015, 17, 692-709.
- [7] Pakuła M., Walczyk M., Biniak S., Świątkowski A., Electrochemical and FTIR studies of the mutual influence of lead(II) or iron(III) and phenol on their adsorption from aqueous acid solution by modified activated carbons, *Chemosphere* 2007, 69, 209-219.
- [8] Mohan D., Chandler S., Single component and multicomponent adsorption of metal ions by activated carbons, *Colloids Surf. A* 2000, 177, 183-196.
- [9] Lach J., Adsorpcja z roztworów wodnych różnych form chromu, *Inżynieria i Ochrona Środowiska* 2013, 16, 3, 397-403.
- [10] Schier de Lima L., Araujo M.D.M., Quinaia S.P., Migliorine D.W., Garcia J.R., Adsorption modeling of Cr, Cd and Cu on activated carbon of different origins by using fractional factorial design, *Chemical Engineering Journal* 2011, 166, 881-889.
- [11] Kantarli I.C., Yanik J., Activated carbon from leather shaving wastes and its application in removal of toxic materials, *Journal of Hazardous Materials* 2010, 179, 348-356.
- [12] Huang G., Shi J.X., Langrish T.A.G., Removal of chromium(VI) from aqueous solution using activated carbon modified with nitric acid, *Chem. Eng. J.* 2009, 152, 434-439.
- [13] Hyun-Doc Coi, Jung-Min Cho, Kitae Baek, Jung-Seok Yang, Jae-Young Lee, Influence of cationic surfactant on adsorption of Cr(VI) onto activated carbon, *Journal of Hazardous Materials* 2009, 161, 1565-1568.
- [14] Lach J., Wpływ obecności wybranych SPC na adsorpcję jonów Cr(III) i Cr(VI), *Inżynieria i Ochrona Środowiska* 2015, 18, 4, 537-547.
- [15] Karacan M.S., Aslantas N., Simultaneous preconcentration and removal of iron, chromium, nickel with *N,N'*-ethylenebis-(ethane sulfonamide) ligand on activated carbon in aqueous solution and determination by ICP-OES, *Journal of Hazardous Materials* 2008, 155, 551-557.
- [16] Genc-Fuhrman H., Mikkelsen P.S., Ledin A., Simultaneous removal of As, Cd, Cr, Cu, Ni and Zn from stormwater: Experimental comparison of 11 different sorbents, *Wat. Research* 2007, 41, 591-602.
- [17] Lach J., Wpływ sposobu modyfikacji węgla aktywnych na adsorpcję metali ciężkich, seria Monografie Nr 197, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2011.
- [18] Acharya J., Sahu J.N., Sahoo B.K., Mohanty C.R., Meikap B.C., Removal of chromium(VI) from wastewater by activated carbon developed from Tamarind wood activated with zinc chloride, *Chem. Engineering J.* 2009, 150, 25-39.
- [19] Demirbas E., Kobya M., Konukman A.E.S., Error analysis of equilibrium studies for the almond shell activated carbon adsorption of Cr(VI) from aqueous solutions, *J. Hazard. Mater.* 2008, 154, 787-794.
- [20] Leyva-Ramos R., Fuentes-Rubio L., Guerrero-Coronado R.M., Mendoza-Barron J., Adsorption of trivalent chromium from aqueous solutions onto activated carbon. *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 1995, 62, 64-67.
- [21] Monser L., Adhoum N., Tartrazine modified activated carbon for the removal of Pb(II), Cd(II) and Cr(III), *Journal of Hazardous Materials* 2009, 161, 263-269.

Streszczenie

Skuteczność adsorpcji anionów Cr(VI) lub kationów Cr(III) zależy m.in. od składu chemicznego roztworu. W pracy przeanalizowano wpływ składu 8 naturalnych wód (źródłanych, nisko-, średnio- i wysokozmineralizowanych) na skuteczność adsorpcji Cr(VI) i Cr(III) na węglu WG-12. Pojemność adsorpcyjna węgla wobec chromu sześciowartościowego z roztworu jednoskładnikowego o stężeniu 1 mg/dm^3 (masa węgla do masy roztworu 1:250) wynosiła 240 mg/kg , podczas gdy z wody średniozmineralizowanej 195 mg/kg . W przypadku chromu trójwartościowego w analogicznych warunkach wpływ obecności konkurencyjnych jonów był znacznie bardziej widoczny (pojemność dla roztworu jednowartościowego wynosiła 140 mg/kg , a dla wody średniozmineralizowanej tylko 30 mg/kg). Między skutecznością adsorpcji Cr(III) i Cr(VI) (średnią lub przy maksymalnym stężeniu) a ilością anionów, kationów i mineralizacją ogólną zachodzi ujemna korelacja. Jeśli analizuje się adsorpcję z roztworów o różnym składzie (stopniu mineralizacji), ale o podobnych wartościach pH roztworu, otrzymuje się bardzo wysokie zależności (wg współczynnika korelacji Pearsona).

Słowa kluczowe: chrom, adsorpcja, węgiel aktywny, współczynnik korelacji Pearsona