

*Leszek Szerszeń, Tadeusz Chodak, Magdalena Gawron*

Institut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

## **NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE I FIZYKO-CHEMICZNE OSADÓW POFLOTACYJNYCH ZE ZBIORNIKA „KONRAD” NR 3 W IWINACH**

### **SOME CHEMICAL AND PHYSIC PROPERITIES OF THE FLOTATION SEDIMENTS FROM THE RESERVOIR „KONRAD” NO. 3 IN IWINY VILLAGE**

**Słowa kluczowe:** osady poflotacyjne, hutnictwo rud miedzi, rekultywacja

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono niektóre właściwości fizyczne i fizykochemiczne osadów poflotacyjnych zdeponowanych w zbiorniku ZG „Konrad” nr 3 „Wartowice” w Iwinach. W oparciu o przeprowadzone badania podjęto próbę oceny podatności analizowanych osadów na zabiegi rekultywacyjne.

**Key words:** copper ore flotation, copper ore metallurgy, postmining reclamation

**Summary:** In article presents some physical properties (bulk density, volume density and total porosity) and physic – chemical properties of postflotation sediments of the „Konrad” nr 3 reservoir in Iwiny. Affirm diversity analysed physical and physic-chemical properties of postflotation sediments.

## **WSTĘP**

Naturalnie niski poziom okruszczenia polskich rud miedzi, nieprzekraczający 2% zawartości Cu, powoduje, że w procesach wzbogacania około 95% masy wydobytej rudy oddziela się jako odpad. Przyjęty model uzyskiwania kruszcu metodą flotacji wymaga składowania na mokro ogromnej masy materiału poflotacyjnego. W zależności od składu rudy i technologii jej wzbogacania odpady flotacyjne mają różne właściwości fizyczne, skład chemiczny i mineralogiczny. Gromadzenie odpadów na składowiskach powoduje z jednej strony wyłączenie z użytkowania znacznych powierzchni terenów, z drugiej przyczynia się do wielokierunkowych ujemnych zmian w środowisku [Dębkowski i in., 1997; Krajewski i in., 1998]. Oddziaływanie tych obiektów na środowisko związane jest ze zniszczeniem walorów estetycznych i dewastacją krajobrazu, deformacjami terenu, zanieczyszczeniem wód powierzchniowych i podziemnych, gleb i roślinności oraz powietrza atmosferycznego. Procesami wmagającymi migrację zanieczyszczeń ze składowisk są procesy wietrzenia oraz

erozji wodnej i eolicznej [Dębowski i in., 1997; Krajewski i in., 1998; Sasik i in., 1998; Szerszeń i Chodak, 1995].

Tylko odpowiednio przeprowadzona rekultywacja i zagospodarowanie składowisk odpadów poflotacyjnych jest skutecznym działaniem ograniczającym ich ujemne wpływy na otoczenie. Rekultywacja może być prowadzona różnymi metodami i sposobami. Przy rekultywacji terenów bezglebowych występują często problemy z zapewnieniem wprowadzanej na nie roślinności odpowiednich warunków siedliskowych do rozwoju. Istotne jest zatem poznanie składu właściwości deponowanych odpadów pod kątem ich podatności na zabiegi rekultywacyjne zmierzające do przywrócenia tym terenom wartości użytkowych lub przyrodniczych. Celem pracy jest ocena niektórych właściwości chemicznych i fizyko-chemicznych odpadów poflotacyjnych ze zbiornika „Konrad” nr 3 w Iwinach.

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Zbiornik odpadów poflotacyjnych ZG „Konrad” nr 3 znajduje się w miejscowości Iwiny – gmina Warta Bolesławiecka – województwo dolnośląskie. Położony jest w obrębie lewobrzeżnej części zlewni Bobrzyca, która jest dopływem rzeki Bóbr. Zbiornik ten realizowany był w trzech etapach:

- I etap - powierzchnia 65 ha, pojemność  $V = 3,7 \text{ mln m}^3$ ;
- II etap - powierzchnia 123 ha, pojemność  $V = 8,3 \text{ mln m}^3$ ;
- II etap - powierzchnia 220 ha, pojemność  $V = 19,4 \text{ mln m}^3$  (tab. 1).

Wypełnianie zbiornika nr 3 rozpoczęto w kwietniu 1971 r., a eksploatowany był on do 1990 r., tzn. do czasu likwidacji Z.G. „Konrad”. Na dzień dzisiejszy przeciętne wypełnienie zbiornika wynosi 243,5 m n.p.m, powierzchnia zalewu 220 ha. Miąższość osadów w zbiorniku waha się od około 1,5 do 28 m. Stan techniczny zbiornika (zapora, skarpa i korona) jest dobry i nie stwarza zagrożenia. Zgodnie z Miejscowym Planem Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Warta Bolesławiecka zbiornik powinien być zrehabilitowany w kierunku leśnym [Sasik i in. 1998].

**Tab. 1. Charakterystyka składowiska odpadów poflotacyjnych „Konrad” nr 3 [Krajewski i in., 1998; Piasecki i in., 1980]**

Nazwa składowiska	Lokalizacja	Powierzchnia ha	Ilość odpadów tys. Mg	Rodzaj odpadów	Pochodzenie
„Konrad” nr 3 „Wartowice”	Iwiny k/Bolesławca	220	16 600	drobnoziarniste margle i łupki	ZG „Konrad”

## BADANIA

Prezentowane dane obejmują badania prowadzone w Instytucie Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego AR we Wrocławiu pod kierunkiem prof. Leszka Szerszenia i Tadeusza Chodaka na analizowanym obiekcie w latach 2001-2003.

W pierwszym etapie prac na podstawie studiów nad materiałami kartograficznymi i rekonesansu w terenie wytypowano miejsca pobrania próbek z powierzchni składowiska. Następnie wykonano odkrywki glebowe, szczegółowo opisano profile oraz z wyznaczonych warstw pobrano próbki do analiz właściwości chemicznych i fizyko-chemicznych.

Zaprezentowane w pracy badania obejmują oznaczenia:

- składu granulometrycznego
- gęstości właściwej  $\lambda$  (metodą piknometryczną)
- gęstości objętościowej  $\lambda_o$  (metodą Kopecky'ego)
- porowatości całkowitej według wzoru  $P_c = (\lambda - \lambda_o) / \lambda \cdot 100 \%$
- odczynu gleby: pH w wodzie i w 1M KCl – metodą potencjometryczną,
- zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu (metodą Egnera-Riehma) i magnezu (metodą Schachtschabla),
- całkowitą zawartość metal ciężkich: Cu, Cd, Pb, Ni, Co (metodą AAS)

**Tab. 2. Średni skład ziarnowy odpadów flotacyjnych składowiska „Konrad” nr 3 [Krztoń, 2001; Reszeta, 2001]**

Składowisko „Konrad” nr 3	Klasa ziarnowa (udział w %)			
	1,0 – 0,1 mm	0,1 – 0,02 mm	0,02 – 0,002 mm	< 0,002 mm
	1,6	33,2	53,1	12,1

**Skład granulometryczny** badanych próbek jest mało zróżnicowany. Badania próbek osadów poflotacyjnych wykazały, że jest to materiał dobrze rozdrobniony i reprezentuje utwór drobnoziarnisty w większości poniżej 0,02 mm (tab. 2). Utwory te zawierają średnio 65,2% części ilastych, w tym 12,1% stanowił koloidalny. Zawartość części pylastych wynosi 33,2%. Utwory te zawierają bardzo mało frakcji piasku (1,6%) i są całkowicie pozbawione frakcji szkieletowych (tab. 2). Analizowane osady poflotacyjne według grup granulometrycznych sklasyfikowano jako ility pylaste, ility właściwe i pyły ilaste.

**Gęstość właściwa** badanych utworów jest słabo zróżnicowana i waha się w granicach od  $2,68 \text{ g cm}^{-3}$  do  $2,75 \text{ g cm}^{-3}$  (tab. 3). Wysokie wartości gęstości właściwej fazy stałej są przypuszczalnie uwarunkowane obecnością związków miedzi.

Badane próbki wykazują **gęstość objętościową** w granicach od  $1,22$  do  $1,38 \text{ g cm}^{-3}$  (tab. 3). Nie stwierdza się istotnych różnic w gęstości między poszczególnymi poziomami w układzie profilowym.

**Porowatość całkowita** badanych utworów (będąca stosunkiem objętości porów do całkowitej objętości gleby) zmienia się w zakresie od wartości 49,07% do 54,93%. Są to zatem utwory o wysokiej porowatości uwarunkowane składem granulometrycznym (tab. 3).

**Odczyn:** Wszystkie analizowane próbki glebowe charakteryzują się odczynem zasadowym. Wartości pH mierzonego w 1M KCl wahają się od 8,3 do 8,6, natomiast w H<sub>2</sub>O od 8,4 do 9,0 (tab. 5).

**Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu** jest zróżnicowana. Utwory charakteryzują się we wszystkich badanych przypadkach bardzo niską zawartością fosforu. Wartości te kształtowały się w granicach od 0,1 mg/100g do 0,3 mg/100g (tab. 4). Zawartość przyswajalnego potasu w osadach poflotacyjnych występuje w granicach od 14 mg/100g do 31,0 mg/100g i kształtuje się na średnim poziomie (tab. 4). Zawartość magnezu we wszystkich badanych próbkach jest wysoka i bardzo wysoka. Najniższa obserwowana zawartość magnezu wynosiła 16,0 mg/100g natomiast najwyższa 30,0 mg/100 g (tab. 4).

**Metale ciężkie:** Badane utwory we wszystkich badanych próbkach wykazują silne zanieczyszczenie miedzią. Zawartość miedzi mieści się w granicach od 2205 do 6160 mg/kg (tab. 6). Przeprowadzone analizy wykazują również obecność pozostałych pierwiastków śladowych tj. Zn, Ni, Pb, Cd i As. Zawartość tych pierwiastków pozostaje jednak na poziomie, przy którym nie są one toksyczne dla roślin.

**Tab. 3. Gęstość właściwa, gęstość objętościowa i porowatość całkowita badanych utworów poflotacyjnych**

Numer odkrywki i głębokość profilu	Gęstość właściwa	Gęstość objętościowa	Porowatość całkowita
	g cm <sup>-3</sup>		%
Profil 1 (0 – 20 cm)	2,716	1,224	54,93
Profil 1 (20 – 30 cm)	2,713	1,373	49,39
Profil 1 (30 – 100 cm)	2,758	1,288	53,29
Profil 1 (>100 cm)	2,732	1,359	50,25
Profil 2 (0 – 20 cm)	2,683	1,263	52,92
Profil 2 (20 – 30 cm)	2,744	1,273	53,60
Profil 2 (30 – 50 cm)	2,686	1,378	49,07

**Tab. 4. Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu oraz ocena ich zawartości**

Numer odkrywki i głębokość profilu	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	Ocena zawartości		
	mg / 100g			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K (%)	Mg
Profil 1 (0 – 20 cm)	0,3	14,0	16,0	b. niska	niska	b. wysoka
Profil 1 (20 – 30 cm)	0,1	18,0	13,6	b. niska	średnia	wysoka
Profil 1 (30 – 100 cm)	0,1	30,0	24,0	b. niska	wysoka	b. wysoka
Profil 1 (>100 cm)	0,1	31,0	30,0	b. niska	wysoka	b. wysoka
Profil 2 (0 – 20 cm)	0,1	22,0	17,9	b. niska	średnia	b. wysoka
Profil 2 (20 – 30 cm)	0,1	24,0	28,9	b. niska	średnia	b. wysoka
Profil 2 (30 – 50 cm)	0,1	21,0	20,0	b. niska	średnia	b. wysoka

**Tab. 5. Wartości pH w H<sub>2</sub>O i KCl**

Numer odkrywki i głębokość profilu	pH	
	H <sub>2</sub> O	KCl
Profil 1 (0 – 20 cm)	8,5	8,4
Profil 1 (20 – 30 cm)	8,6	8,4
Profil 1 (30 – 100 cm)	8,4	8,3
Profil 1 (>100 cm)	8,6	8,4
Profil 2 (0 – 20 cm)	8,8	8,6
Profil 2 (20 – 30 cm)	9,0	8,5
Profil 2 (30 – 50 cm)	8,6	8,3

**Tab. 6. Zawartość całkowitych form metali ciężkich**

Numer odkrywki i głębokość profilu	Cu	Pb	Zn	Cd	Ni
	ppm				
Profil 1 (0 – 20 cm)	6160	81,00	73,00	0,25	56,00
Profil 1 (20 – 30 cm)	3150	72,25	72,50	0,00	91,75
Profil 1 (30 – 100 cm)	4105	82,25	66,00	0,50	52,50
Profil 1 (>100 cm)	4545	95,50	63,50	0,00	73,50
Profil 2 (0 – 20 cm)	5950	85,50	67,75	0,50	62,50
Profil 2 (20 – 30 cm)	2815	80,50	66,00	0,50	55,00
Profil 2 (30 – 50 cm)	3015	91,25	71,75	0,50	56,50

## WNIOSKI

Przeprowadzone badania osadów poflotacyjnych zgromadzonych na składowisku „Konrad” nr 3 w Iwinach pozwalają sformułować następujące wnioski:

Osady poflotacyjne charakteryzują się mało zróżnicowanym, ciężkim składem granulometrycznym. Dominują frakcje iłu i pyłu. Zostały one sklasyfikowane jako iły pylaste, iły właściwe i pyły ilaste. Utwory te w większości przypadków nie zawierają frakcji piasku i są całkowicie pozbawione frakcji szkieletowych.

Utwory te są zasobne w przyswajalny magnez i potas. Jednocześnie cechuje je bardzo niska zawartość przyswajalnego fosforu.

Charakteryzuje je silnie zasadowy odczyn. W znacznym stopniu może on ograniczać przyswajalność niektórych składników pokarmowych, takich jak: bor (B), cynk (Zn), mangan (Mn), żelazo (Fe), magnez (Mg) czy kobalt (Co), a ponadto może wpływać na wzrost toksyczności miedzi.

Stwierdzono bardzo dużą zawartość miedzi, sięgającą nawet do ponad 6000 mg/kg. Przeprowadzone analizy wykazały również obecność pozostałych pierwiastków śladowych tj. Zn, Ni, Pb, Cd i As. Zawartości tych pierwiastków pozostają jednak na poziomie, przy którym nie są one toksyczne dla roślin.

**LITERATURA**

- BOGDA A., CHODAK T., 1995: Niektóre właściwości fizyczne i skład mineralogiczny osadów poflotacyjnych ze zbiornika „Gilów”. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418 – część I. Warszawa.
- DĘBKOWSKI R., DOWNOROWICZ S., MIZERA A., 1997: Nowe kierunki gospodarczego wykorzystania odpadów poflotacyjnych. Ochrona środowiska w KGHM Polska Miedź S.A., Lubin.
- KRAJEWSKI J., BASIŃSKA M., HORODECKI W., 1998: Problemy rekultywacji składowisk odpadów z flotacji rud miedzi. – Rekultywacja i ochrona środowiska w regionach górniczo-przemysłowych, Legnica.
- KRZTOŃ K., 2001: Skład i właściwości chemiczne osadów poflotacyjnych zbiornika nr 3 w Iwinach. Maszynopis. Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego AR we Wrocławiu, Wrocław.
- PIASECKI J., BORYS A., MIZERA A., 1980: Rekultywacja i zagospodarowanie zbiorników odpadów z flotacji rud miedzi na przykładzie zbiornika nr 1 Zakładów Górniczych „Lena” w Wilkowie k/Złotoryi. ZBiPM „Cuprum” we Wrocławiu, Wrocław.
- RESZETAR J., 2001: Charakterystyka właściwości osadów zbiornika poflotacyjnego nr 3 w Iwinach. Maszynopis. Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego AR we Wrocławiu, Wrocław.
- SASIK J., NOWICKI Z., DRABIŃSKI A., 1998: Możliwości rekultywacji poflotacyjnych stawów osadowych w Iwinach poprzez produkcje rybacką. – Rekultywacja i ochrona środowiska w regionach górniczo-przemysłowych, Legnica.
- SZERSZEŃ L., CHODAK T., 1995: Wpływ przemysłu miedziowego na środowisko rolnicze. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418 – część I, Warszawa.