

Krystyna GRABOWSKA

Małgorzata SOWA

WPŁYW ODPADÓW POHUTNICZYCH KONCENTRATÓW Zn - Pb NA
STOPIEN MINERALIZACJI WÓD

Streszczenie. W artykule przedstawiono metodykę oraz wyniki badań laboratoryjnych, które określają stopień mineralizacji wody przez odpady hutnicze, zawierające znaczne ilości cynku i ołowiu.

Określono warunki w jakich największa ilość jonów cynku i ołowiu przechodzi do roztworu, powodując skażenie pierwiastkami toksycznymi wód kontaktujących się z odpadami. Badania prowadzone były w celu wykorzystania ich do określenia wpływu składowiska tych odpadów na zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych.

1. WSTĘP

Do odpadów wytwarzanych przez górnictwo podziemne rud cynku i ołowiu oraz uzyskiwanych w procesach mechanicznego i ogniowego wzbogacenia rudy należą:

- skała płonna towarzysząca złożom kruszcowym - zawierająca 0,77 - 3,52 % Zn i 0,07 - 0,28 % Pb,
- szlamy popłuczkowe - zawierające 1,5 - 8,0 % Zn i 0,2 - 2,4 % Pb,
- odpady poflotacyjne - zawierające 1,0 - 3,0 % Zn i 0,3 - 0,9 % Pb,
- odpady hutnicze - zawierające 0,9 - 2,6 % Zn i 0,8 - 0,5 % Pb [1]

Ilość odpadów powstałych w wyniku eksploatacji oraz wzbogacania rud cynku i ołowiu wynosiła do 1976 roku 6 330 000 ton i zgromadzona była na 75 składowiskach zajmujących ogółem 220 ha [2]. Składowiska te działają niszcząco na środowisko przyrodnicze, powodując zmianę rzeźby terenu, dewastację roślinności, skażenie gleb, naruszenie stosunków wodnych oraz zmianę chemizmu wód w ich rejonie. Ponieważ wszystkie rodzaje odpadów zawierają znaczne ilości pierwiastków toksycznych (Zn i Pb), istnieje możliwość skażenia środowiska przyrodniczego w rejonie ich składowania [3].

Problem jest o tyle ważny, że odpadów tego rodzaju stale przybywa, co związane jest ze wzrostem wydobywania rud i niewystarczającą utylizacją odpadów. Niewłaściwa lokalizacja składowisk może zwiększyć ich ujemny wpływ na naturalne zasoby przyrody.

W celu podania prognozy wpływu składowisk na zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych w rejonie składowania odpadów, a także opracowanie metody rekultywacji składowisk poprzez wprowadzenie na nie roślinności, a szczególnie doboru odpowiednich gatunków roślin mogących przystosować się do panujących warunków, niezbędna jest znajomość stopnia oraz rodzaju mineralizacji wód przez odpady [4].

W tym celu przeprowadzono badania laboratoryjne rozpuszczalności odpadów w wodzie. Do badań laboratoryjnych wybrano odpady z Huty Metali Nieżelaznych w Katowicach - Szopienicach, charakteryzujące się znaczną zawartością w nich cynku i ołowiu: od 2,75 do 5,39 % Zn i od 0,23 do 1,08 % Pb. Prace badawcze wykonano w Zakładzie Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Instytutu Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej, pod naukowym kierownictwem prof. dr hab. inż. Józefa Sztelaka [5].

2. METODYKA BADAŃ LABORATORYJNYCH

2.1. Opróbowanie

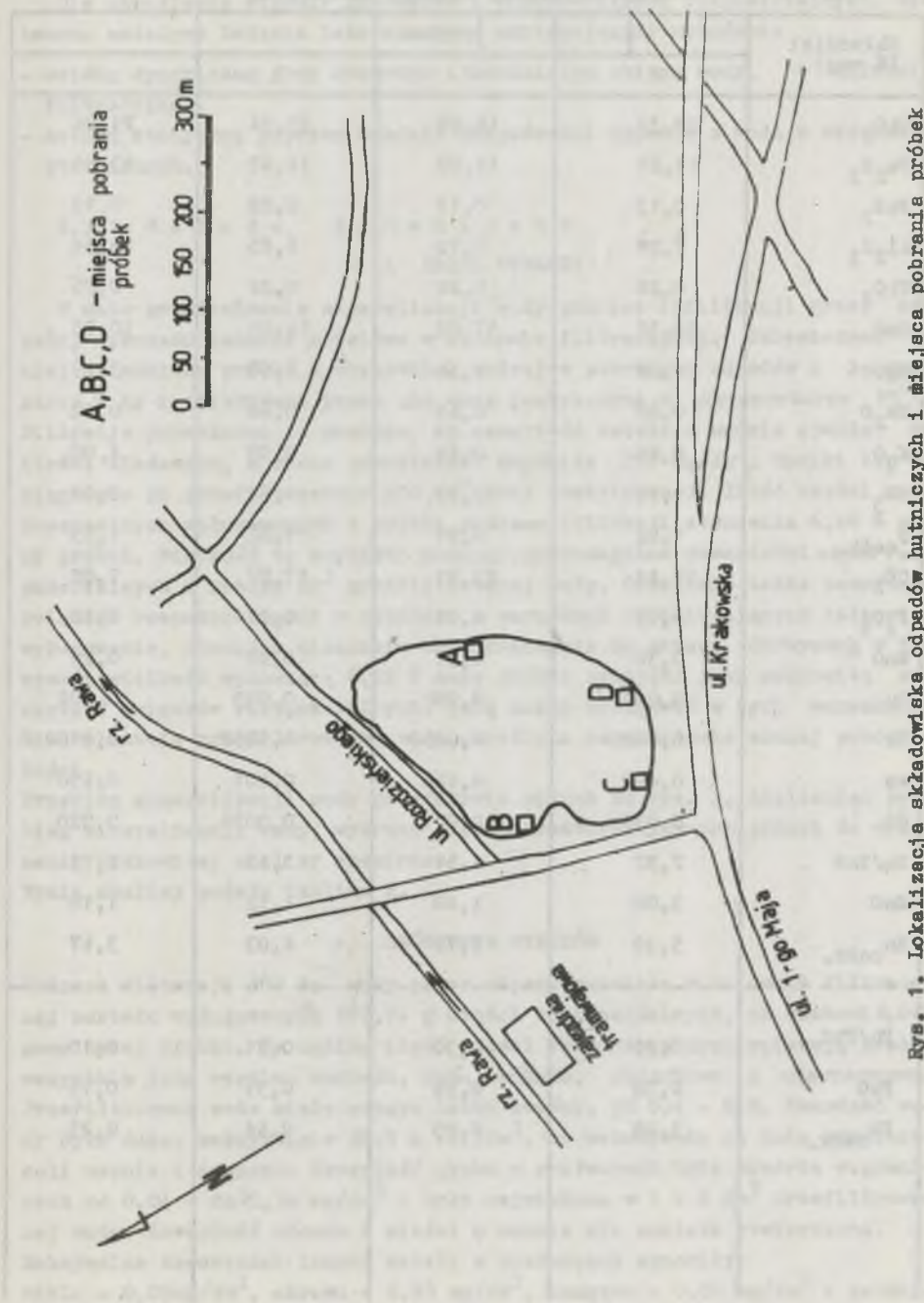
W celu wykonania badań laboratoryjnych rozpuszczalności odpadów w wodzie, pobrano próbki odpadów hutniczych z różnych miejsc i głębokości składowiska zlokalizowanego w Katowicach - Szopienicach w rejonie ulic Westerplatte i Krakowskiej. Lokalizację składowiska oraz miejsca poboru próbek przedstawia rys. 1. Odpady pobrane z tej samej głębokości, uśredniano sposobem ćwiartkowania [6], a ponieważ były pobrane z czterech głębokości powstały cztery rodzaje próbek:

próbka nr 1 reprezentowała odpady z powierzchni składowiska,
próbka nr 2 - " - " - z głębokości 2,0 - 2,5 m,
próbka nr 3 - " - " - z głębokości 15 m (dno składowiska),
próbka nr 4 stanowiła uśredniony materiał z profilu poprzecznego składowiska.

2.2. Skład chemiczny odpadów

W celu dokładnego określenia zawartości metali oraz innych składników w odpadach, zlecono wykonanie pełnej analizy chemicznej odpadów Laboratorium Kombinatu Geologicznego Południe - Oddział w Krakowie. Wyniki tej analizy podaje tablica 1.

Ze składu chemicznego badanych materiałów wynika, że podstawowymi składnikami odpadów są glinokrzemiany, krzemiany oraz żelazo. Na podstawie analiz stwierdzono zawartości cynku w ilości maksymalnej 5,39 %, minimalnej 2,72 %, natomiast ołowiu w ilości maksymalnej 1,08 %, minimalnej 0,23 %. Poza tym odpady zawierają śladowe ilości miedzi, niklu, chromu i kadmu. Ze względu na dużą toksyczność tych metali [6] w badaniach rozpuszczalności kontrolowano również ich zawartość w roztworach wodnych.



Rys. 1. Lokalizacja składowiska odpadów hutniczych i miejsca pobrania próbek

Tablica 1

Skład chemiczny odpadów hutniczych

Składniki (% wag.)	Nr		próbek	
	1	2	3	4
SiO ₂	20,32	18,98	21,94	29,84
Fe ₂ O ₃	19,81	14,00	16,49	13,51
FeS ₂	0,13	0,13	0,22	0,19
Al ₂ O ₃	7,29	6,70	6,85	13,54
TiO ₂	0,22	0,20	0,22	0,25
CaO	10,32	17,02	14,05	10,95
MgO	4,08	4,30	6,60	3,29
Na ₂ O	0,60	0,65	0,66	0,82
K ₂ O	0,66	0,69	0,98	1,00
SO ₃	1,15	2,55	1,84	8,09
S _{całk.}	1,62	0,91	1,82	1,55
CO ₂	22,44	23,91	17,87	7,82
P ₂ O ₅	0,07	0,07	0,07	0,10
MnO	0,30	0,37	0,37	0,25
Cu	0,002	0,002	0,003	0,002
Ni	0,0080	0,0050	0,0050	0,0100
As	0,497	0,466	0,401	0,450
Cd	0,014	0,011	0,0036	0,020
Zn/ZnS	2,92	1,51	3,13	2,73
ZnO	3,08	1,48	1,12	1,16
Zn _{całk.}	5,39	2,72	4,03	3,67
Pb/PbS	0,35	0,30	0,31	0,10
PbO	0,78	0,59	0,35	0,15
Pb _{całk.}	1,08	0,85	0,64	0,23

2.3. Badania rozpuszczalności odpadów w wodzie

Dla określenia stopnia łągowania z odpadów części rozpuszczalnych, wykonano modelowe badania laboratoryjne następującymi metodami:

- metodą dynamiczną przy otwartym i zamkniętym obiegu wody, w kolumnie filtracyjnej,
- metodą statyczną poprzez kontakt bezpośredni odpadów z wodą w warunkach statycznych.

2.3.1. Metoda dynamiczna

A OBIEG OTWARTY

W celu prześledzenia mineralizacji wody podczas infiltracji przez odpady, wykonano badania modelowe w kolumnie filtracyjnej. Umieszczono w niej uśrednioną próbkę z wszystkich rodzajów pobranych odpadów o łącznej masie 6 kg i filtrowano przez nią wodę destylowaną o temperaturze 15°C. Filtrację prowadzono do momentu, aż zawartość metali w wodzie spadła do ilości śladowych, a sucha pozostałość wynosiła 290 mg/dm³. Wyniki te osiągnięto po przefiltrowaniu 200 dm³ wody destylowanej. Ilość części rozpuszczalnych wyługowanych z próbki podczas filtracji stanowiła 6,46 % masy próbki. Wielkość tę uzyskano sumując poszczególne zawartości części rozpuszczalnych w każdym dm³ przefiltrowanej wody. Oznaczono także zawartość związków rozpuszczalnych w odpadach w warunkach umożliwiających całkowite wyługowanie, stosując mieszanie oraz łągowanie na gorąco. Otrzymaną w ten sposób wielkość wynoszącą 6,82 % masy próbki przyjęto jako całkowitą zawartość związków rozpuszczalnych, jaką można wyługować w tych warunkach. Mineralizację przefiltrowanej wody określono na podstawie suchej pozostałości.

Przebieg mineralizacji wody przedstawia wykres na rys. 2. Analizując przebieg mineralizacji wody, wybrano pięć charakterystycznych próbek do wykonania całkowitej analizy chemicznej.

Wynik analizy podaje tablica 2.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Podczas filtracji 200 dm³ wody przez odpady hutnicze w kolumnie filtracyjnej zostało wyługowanych 387,74 g części rozpuszczalnych, co stanowi 6,64% masy całej próbki. Na ogólną ilość części rozpuszczalnych wpływają przede wszystkim jony wapnia, magnezu, sodu, potasu, chlorkowe i siarczanowe. Przefiltrowana woda miała odczyn lekko kwaśny, pH 5,4 - 6,8. Twardość wody była duża, maksymalnie 38,9 m val/dm³, co wskazywało na dużą zawartość soli wapnia i magnezu. Zawartość cynku w roztworach była zawarta w granicach od 0,04 - do 0,74 mg/dm³ i była największa w 1 i 2 dm³ przefiltrowanej wody. Zawartość ołowiu i miedzi w wodzie nie została stwierdzona.

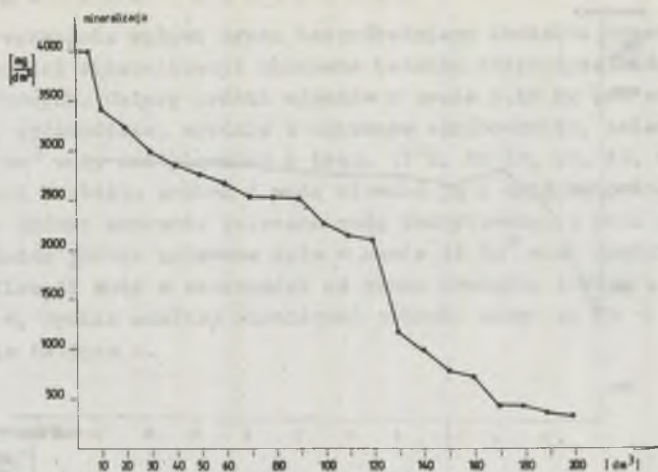
Maksymalne zawartości innych metali w roztworach wynosiły:

niklu - 0,05mg/dm³, chromu - 0,03 mg/dm³, manganu - 0,08 mg/dm³ i kadmu - 0,03 mg/dm³.

Tabela 2

Wynik analizy chemicznej próbek wody z badań rozpuszczalności odpadów metodą dynamiczną - obieg otwarty

Kolejny dm ³ przekładowa- wanej wody	rodzaj oszacowania														Sucha pozosa. mg/ dm ³	Części wzług. z prób. mg %	rozp. z prób. %		
	pH	tward. og.	Ca	Mg	Ne	K	Fe o ₃	Ni	Mn	Cu	Zn	Pb	Cr	Od				Cl	SO ₄
	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³	mg/ dm ³				mg/ dm ³	mg/ dm ³
1 1 2	6,8	38,9	514,0	162,2	39,2	104,6	0,38	n.w	0,08	n.w	0,74	n.w	0,008	0,03	41,4	1891,0	4033,0	8066	0,13
5 1 6	6,8	38,9	504,0	156,1	28,0	131,1	0,24	śl.	0,06	n.w	0,19	n.w	0,008	0,03	27,0	1912,0	4026,0	12110	0,20
49 1 50	6,4	30,6	479,8	275,7	48,8	17,9	śl.	n.w	0,06	n.w	0,04	n.w	0,016	0,03	7,1	1461,6	2786	159464	2,65
119 1 120	5,4	25,9	159,8	23,1	11,2	15,4	śl.	0,05	0,06	n.w	0,04	n.w	0,016	śl.	3,1	1216,0	2100	330450	5,50
199 1 200	5,4	4,3	71,4	8,5	3,2	3,6	0,14	n.w	śl.	n.w	0,08	n.w	0,03	śl.	2,1	179,0	290	387742	6,46



Rys. 2. Przebieg mineralizacji wody przez odpady hutnicze w warunkach dynamicznych - obieg otwarty

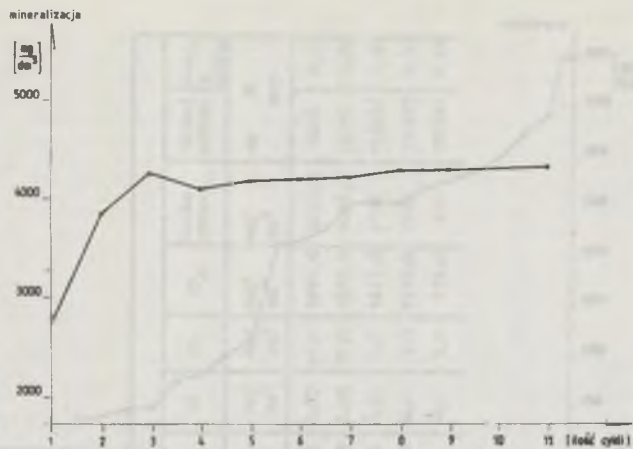
B. OBIEG ZAMKNIĘTY

W celu prześledzenia mineralizacji wody infiltrującej przez odpady hutnicze zastosowano obieg zamknięty. Jest to uproszczony model filtracji, zbliżony do warunków naturalnych, gdzie kolejne partie wody już zmineralizowanej infiltrują w głąb składowiska. W tym celu uśrednioną próbkę odpadów o łącznej masie 6 kg umieszczono w kolumnie filtracyjnej i filtrowano przez nią 10 dm³ wody destylowanej o temperaturze 15°C. Po przefiltrowaniu badano mineralizację wody i zawracano ją z powrotem do kolumny, w celu dalszej filtracji. Woda 11-krotnie przefiltrowała przez próbkę odpadów do momentu aż mineralizacja jej ustaliła się na stałym poziomie i nie wykazywała tendencji wzrostu.

Przebieg mineralizacji wody przez odpady w obiegu zamkniętym przedstawia wykres na rys. 3. Wykonano analizę chemiczną wody po 11-krotnym obiegu. Wyniki analizy podaje tablica 3.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Otrzymane wyniki wskazują na znaczny wzrost mineralizacji wody w pierwszym, drugim i trzecim cyklu do wielkości 2761 mg/dm³, 3852 mg/dm³ i 4248 mg/dm³, a następnie obserwujemy ustalenie się mineralizacji w pozostałych cyklach na poziomie około 4270 mg/dm³. Odczyn wody po 11-krotnym przefiltrowaniu był kwaśny, pH wynosiło 5,2. Twardość ogólna równa 57,85 mval/dm³ wskazywała na wyługowanie dużej ilości jonów wapnia i magnezu. Zawartość metali w próbce wynosiła: cynku - 0,17 mg/dm³, ołowiu - 0,17 mg/dm³, niklu - 0,05 mg/dm³, manganu - 0,01 mg/dm³, chromu - 0,06 mg/dm³, kadmu - 0,02 mg/dm³.



Rys. 3. Przebieg mineralizacji wody przez odpady hutnicze w warunkach dynamicznych - obieg zamknięty

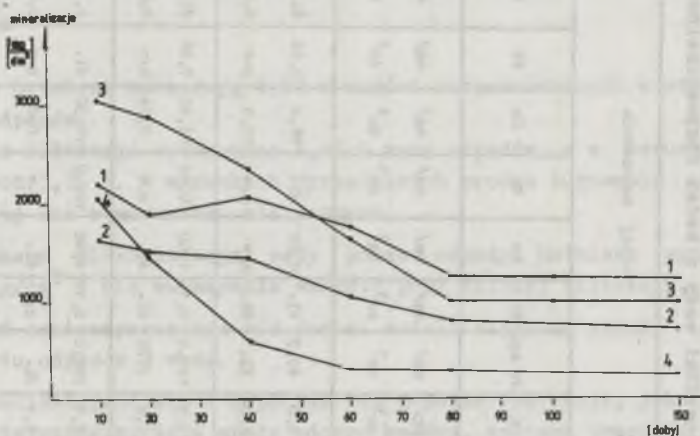
Tablice 3

Wyniki analizy chemicznej próbki wody po 11 cyklu filtracji w obiegu zamkniętym

Rodzaj oznaczenia	Jednostki	Zawartość w próbce wody
pH		5,2
twardość og.	mval/dm ³	57,85
Ca	mg/dm ³	535,5
Mg	- " -	379,2
Na	- " -	84,0
K	- " -	159,4
Fe og.	- " -	0,18
Ni	- " -	0,05
Mn	- " -	0,01
Cu	- " -	ślady
Zn	- " -	0,17
Pb	- " -	0,17
Cr	- " -	0,06
Cd	- " -	0,02
Cl	- " -	101,0
SO ₄	- " -	2756,0
sucha pozost.	- " -	4270,0
Części rozpuszcz.	% wag	5,82

2.3.2. Metoda statyczna

W celu wykazania wpływu czasu bezpośredniego kontaktu odpadów z wodą na przebieg jej mineralizacji wykonano badania rozpuszczalności w warunkach statycznych. Cztery próbki odpadów o masie 0,50 kg pobrane z różnych głębokości składowiska, zgodnie z opisanym opróbowaniem, zalano (każda z osobna) 2 dm³ wody destylowanej o temp. 15°C. Po 10, 20, 40, 60, 80, 100 i 150 dobach kontaktu próbek z wodą zlewano ją i poddawano analizie chemicznej, a próbki ponownie zalewano wodą destylowaną, w celu dalszego kugowania. Każda próbka zalewana była w sumie 14 dm³ wody destylowanej. Zmiany mineralizacji wody w zależności od czasu kontaktu próbek z wodą obrazuje rys. 4. Wyniki analizy chemicznej próbek wody po 20 i 150 dobach przedstawia tablica 4.



Rys. 4. Przebieg mineralizacji wody przez odpady hutnicze w warunkach statycznych

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Stożenie mineralizacji wody jest różny w zależności od głębokości, z jakiej pobrano próbkę ze składowiska. Największą mineralizację wody powodowała próbka nr 3; są to odpady pochodzące z największej głębokości (15 m). W niższych partiach składowiska zostało zakumulowanych najwięcej rozpuszczalnych soli. Poza tym większą mineralizację powodują odpady pobrane z powierzchni składowiska (próbka nr 1), były one krócej przemywane przez opady atmosferyczne niż odpady zalegające na głębokości 2,0 - 2,5 m (próbka nr 2). Znaczny spadek mineralizacji wody przez wszystkie próbki obserwujemy po 80 dobach. Po tym czasie mineralizacja ustala się i nie wykazuje tendencji wzrostu.

Tabela 4

Wyniki analizy chemicznej przeróbki wody z badań rozpuszczalności odpadów metodą statyczną

Nr próbki	Czas kontaktu próbki z wodą (doba)	rodzaj oznaczenia														Szczegółowa rozp.			
		pH	twardość ogół.	Ca	Mg	Na	K	Fe og.	Ni	Mn	Cu	Zn	Pb	Cr	Cd		Cl	SO ₄	
			mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	
1	20	7,0	21,5	394,1	20,7	3,6	2,0	40,9	śl.	0,89	śl.	26,0	2,56	śl.	0,07	13,0	975,0	1894,0	0,75
	150	6,7	23,5	442,6	19,5	11,2	2,0	śl.	śl.	n.w.	12,8	n.w.	0,016	śl.	śl.	107,0	1282,0		0,51
2	20	6,6	15,3	217,0	532,6	4,0	15,9	120,0	0,10	7,60	0,09	54,40	7,06	śl.	0,22	12,8	673,0	1543,0	0,60
	150	6,2	12,6	239,0	8,5	10,0	6,8	0,29	śl.	śl.	n.w.	0,04	n.w.	0,008	śl.	śl.	59,0	760	0,30
3	20	6,1	25,0	425,5	46,6	4,0	2,6	192,0	0,12	4,60	104,0	11,30	śl.	0,76	0,15	11,3	1106,0	2897,0	1,15
	150	5,5	21,5	396,6	19,5	12,0	3,1	śl.	n.w.	śl.	n.w.	0,09	n.w.	0,016	śl.	śl.	98,0	982	0,39
4	20	6,7	10,1	139,9	39,0	5,6	51,6	43,2	n.w.	0,05	0,05	15,6	4,86	śl.	0,05	13,1	498,0	1464,0	0,58
	150	6,2	3,8	49,0	15,8	6,8	24,1	śl.	śl.	śl.	n.w.	0,10	n.w.	śl.	śl.	śl.	123,0	233	0,09

Ze wszystkich próbek odpadów hutniczych po 150 dobach kontaktu z wodą wyługowano w sumie 3,76 % części rozpuszczalnych w stosunku do masy próbek, co w porównaniu z całkowitą ilością równą 6,82% stanowi 58,2% wszystkich części rozpuszczalnych zawartych w odpadach. Ilości wyługowanych części rozpuszczalnych z poszczególnych próbek wynoszą: z próbki 1-4,62%, z próbki 2 - 3,27 %, z próbki 3 - 5,13 % i z próbki 4 - 2,03 %.

Czas kontaktu próbek z wodą ma znaczny wpływ na zdolność przechodzenia metali do roztworu i tak po 20 dobach zawartość cynku w roztworach wynosiła: 15,6 - 104,0 mg/dm³, ołowiu 2,56 - 11,3 mg/dm³, niklu - 0,10 - 0,12 mg/dm³, miedzi - 0,05 - 0,16 mg/dm³ i kadmu 0,05 - 0,76 mg/dm³. Po 150 dobach zawartość tych metali w roztworach zmalała do ilości śladowych.

3. WNIOSKI

1. Odpady hutnicze zawierają 6,82 % części rozpuszczalnych w stosunku do masy odpadów. Podczas filtracji wyługowano 6,46 % masy odpadów, a w warunkach statycznych 3,76 %. W warunkach dynamicznych proces ługowania przebiega szybciej niż w warunkach statycznych.
2. Największa mineralizacja wody przez odpady hutnicze wynosiła ok. 4270 mg/dm³ i nie wskazywała wzrostu przy dalszej filtracji.
3. Stopień zanieczyszczenia wód jonami metali ciężkich zależy od czasu kontaktu odpadów z wodą.
4. Wody kontaktujące się z odpadami tak podczas filtracji, jak i w warunkach statycznych, będą miały odczyn kwaśny, znaczną twardość oraz dużą zawartość jonów wapnia, magnezu, żelaza oraz siarczanów.
5. Podczas filtracji wody przez odpady nie następuje skażenie jej jonami cynku i ołowiu. Zawartość cynku w wodzie wynosiła 0,08 - 0,74 mg/dm³, a ołowiu nie stwierdzono.
6. Znaczne zanieczyszczenie wód jonami metali ciężkich nastąpiło w czasie ługowania odpadów w warunkach statycznych. Po 20 dobach kontaktu próbek z wodą, zawartość cynku w wodzie wynosiła 15,6 - 104,0 mg/dm³, a ołowiu 2,56 - 11,3 mg/dm³.
7. W przypadku, gdy odpady składowiska będą pozostawać w dłuższym kontakcie z wodą (np. podtopienie składowiska), należy prowadzić badania kontrolne, ponieważ istnieje możliwość skażenia pierwiastkami toksycznymi wód powierzchniowych, podziemnych oraz gleb w jego rejonie.

Tablica 4

Wyniki analizy chemicznej próbek wody z badań rozpuszczalności odpadów metodą statyczną

Nr próbki	Czas kon-taktu próbki z wodą (doba)	rodzaj oszacowania														części rozp.				
		pH	tward. ogół.	Ca	Mg	Na	K	Fe og.	Ni	Mn	Cu	Zn	Pb	Cr	Cd		Cl	SO ₄	Sucha poz.	
			mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	%
1	20	7,0	21,5	394,1	20,7	3,6	2,0	40,9	śl.	0,59	śl.	26,0	2,56	śl.	0,07	13,0	975,0	1894,0	0,75	
	150	6,7	23,5	442,6	19,5	11,2	2,0	śl.	śl.	n.w	12,8	n.w	n.w	0,016	śl.	śl.	107,0	1282,0	0,51	
2	20	6,6	15,3	217,0	532,6	4,0	15,9	120,0	0,10	7,60	0,09	54,40	1,06	śl.	0,22	12,8	673,0	1543,0	0,60	
	150	6,2	12,6	239,0	8,5	10,0	6,8	0,29	śl.	śl.	n.w	0,04	n.w	0,008	śl.	śl.	59,0	760	0,30	
3	20	6,1	25,0	425,5	46,6	4,0	2,6	192,0	0,12	4,60	104,0	11,30	śl.	0,76	0,15	11,3	1106,0	2897,0	1,15	
	150	5,5	21,5	396,6	19,5	12,0	3,1	śl.	n.w	śl.	n.w	0,09	n.w	0,016	śl.	śl.	98,0	982	0,39	
4	20	6,7	10,1	139,9	39,0	5,6	51,6	43,2	n.w	0,05	0,05	15,6	4,86	śl.	0,05	13,1	498,0	1464,0	0,58	
	150	6,2	3,8	49,0	15,8	6,8	24,1	śl.	śl.	śl.	n.w	0,10	n.w	śl.	śl.	śl.	123,0	233	0,09	

Ze wszystkich próbek odpadów hutniczych po 150 dobach kontaktu z wodą wyługowano w sumie 3,76 % części rozpuszczalnych w stosunku do masy próbek, co w porównaniu z całkowitą ilością równą 6,82% stanowi 58,2% wszystkich części rozpuszczalnych zawartych w odpadach. Ilości wyługowanych części rozpuszczalnych z poszczególnych próbek wynoszą: z próbki 1-4,62%, z próbki 2 - 3,27 %, z próbki 3 - 5,13 % i z próbki 4 - 2,03 %.

Czas kontaktu próbek z wodą ma znaczny wpływ na zdolność przechodzenia metali do roztworu i tak po 20 dobach zawartość cynku w roztworach wynosiła: 15,6 - 104,0 mg/dm³, ołowiu 2,56 - 11,3 mg/dm³, niklu - 0,10 - 0,12 mg/dm³, miedzi - 0,05 - 0,16 mg/dm³ i kadmu 0,05 - 0,76 mg/dm³. Po 150 dobach zawartość tych metali w roztworach zmalała do ilości śladowych.

3. WNIOSKI

1. Odpady hutnicze zawierają 6,82 % części rozpuszczalnych w stosunku do masy odpadów.

Podczas filtracji wyługowano 6,46 % masy odpadów, a w warunkach statycznych 3,76 %. W warunkach dynamicznych proces ługowania przebiega szybciej niż w warunkach statycznych.

2. Największa mineralizacja wody przez odpady hutnicze wynosiła ok. 4270 mg/dm³ i nie wskazywała wzrostu przy dalszej filtracji.

3. Stopień zanieczyszczenia wód jonami metali ciężkich zależy od czasu kontaktu odpadów z wodą.

4. Wody kontaktujące się z odpadami tak podczas filtracji, jak i w warunkach statycznych, będą miały odczyn kwaśny, znaczną twardość oraz dużą zawartość jonów wapnia, magnezu, żelaza oraz siarczanów.

5. Podczas filtracji wody przez odpady nie następuje skażenie jej jonami cynku i ołowiu. Zawartość cynku w wodzie wynosiła 0,08 - 0,74 mg/dm³, a ołowiu nie stwierdzono.

6. Znaczne zanieczyszczenie wód jonami metali ciężkich nastąpiło w czasie ługowania odpadów w warunkach statycznych. Po 20 dobach kontaktu próbek z wodą, zawartość cynku w wodzie wynosiła 15,6 - 104,0 mg/dm³, a ołowiu 2,56 - 11,3 mg/dm³.

7. W przypadku, gdy odpady składowiska będą pozostawać w dłuższym kontakcie z wodą (np. podtopienie składowiska), należy prowadzić badania kontrolne, ponieważ istnieje możliwość skażenia pierwiastkami toksycznymi wód powierzchniowych, podziemnych oraz gleb w jego rejonie.

LITERATURA

- [1] Sztelak J., Szczepański W.: Ochrona środowiska naturalnego przed ujemnymi wpływami działalności górniczej. Rudy i metale nieżelazne, 1978, nr 11 ss. 565 - 572.
- [2] Górniewicz S., Zaręba J., Żuławski Cz.: Problemy ochrony środowiska w rejonie krajowego górnictwa rud cynkowo-ołowionych i perspektywy ich rozwiązania. Materiały na IV Krajowy Zjazd Górnictwa Rud, Olkusz 1976.
- [3] Nikonorow M.: Szkodliwe oddziaływanie pierwiastków śladowych na ludzi. Materiały I Krajowej Konferencji, Paławy 1978.
- [4] Creszta J., Morawski S.: Rekultywacja nieużytków przemysłowych. WRL, Warszawa 1972.
- [5] Sztelak J., Grabowska K., Sowa M. i inni: Wpływ odpadów składowisk przemysłowych i komunalnych na zanieczyszczenie wód podziemnych. Praca naukowo-badawcza. Politechnika Śląska, Gliwice 1980 (niepublikowana).
- [6] Struszyński M.: Analiza ilościowa i techniczna. PWN, Warszawa 1967.
- [7] Dowgiałło J.: Poradnik hydrogeologa. KiW, Warszawa 1971.
- [8] Hermanowicz W.: Fizyczno-chemiczne badania wody i ścieków. Arkady, Warszawa 1976.

Wpłynęło do Redakcji 16.07.1982 r.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Erast Konstantynowicz

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ПОСЛЕМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОНЦЕНТРАТОВ Zn - Pb НА СТЕПЕНЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ

Р е з ю м е

В статье представлена методика и результаты лабораторных исследований, которые определяют степень минерализации воды путем металлургических отходов, содержащих значительное количество цинка и свинца.

В работе определены условия, в которых самое большое количество ионов цинка и свинца переходит в раствор, вызывая заражение токсичными элементами воды соприкасающейся с отходами. Исследования велись с целью использования их для определения влияния складовой площадки этих отходов на загрязнение поверхностных и подземных вод.

THE INFLUENCE OF DISCARDS OF METALLURGICAL CONCENTRATES Zn - Pb ON THE DEGREE OF WATER MINERALIZATION

Summary

The article presents the methodology and results of laboratory tests which determine the degree of water mineralization by metalurgical discards containing considerable amounts of zinc lead.

The conditions were determined in which the greatest amount of zinc and lead ions pass into the solution. It gives rise to the contamination of waters (by toxic elements) which are in contact with the discards. These investigations were carried out in order to be used in the determination of the influence of the stockyards of these discards on the contamination of superficial and under ground waters.