

Małgorzata SOBA

BADANIA LABORATORYJNE MINERALIZACJI WODY PRZEZ ODPADY KOPALNIANE
ZE SKŁADOWISKA "KOTLARNIA"

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych przeprowadzonych metodą dynamiczną i statyczną, określające rodzaj oraz ilość wylugowanych przez wodę części rozpuszczalnych z odpadów kopalnianych. Badania określają sposób mineralizacji wód przez odpady zdeponowane na składowisku "Kotlarnia" w aspekcie zanieczyszczenia środowiska.

1. Wstęp

Przy produkcji 1 t węgla kamiennego tworzy się ok. 0,4 t różnych odpadów. W tym 46% stanowi tzw. kamień dołowy, powstający w wyniku robót udostępniających, 52% powstaje podczas wzbogacania węgla w sortowniach, płuczkach i urządzeniach flotacyjnych i ok. 2% stanowią popioły z elektrowni kopalni. Z ogólnej masy odpadów 21% zostaje wywiezione na składowiska, które stanowią tzw. nieużytki poprzemysłowe. Ogólna powierzchnia nieużytków należących do górnictwa wynosi 2915 ha, co stanowi 48,1% ogólnej ilości nieużytków poprzemysłowych [1]. W wyniku tak dużej ilości odpadów deponowanych na składowiskach przez przemysł górniczy, powstaje problem znacznego niszczenia środowiska człowieka poprzez zmianę rzeźby terenu, dewastację roślinności, często naruszenie stosunków wodnych terenu, a także znaczne zanieczyszczenie wód podziemnych i powierzchniowych. Zmiana składu chemicznego wód w rejonie składowiska wynika z rozpuszczania przez wody opadowe i podziemne części rozpuszczalnych z odpadów kopalnianych [2]. Należy zatem stwierdzić, jakie rozpuszczalne związki wchodzi w skład odpadów kopalnianych i w jakiej ilości mogą być rozpuszczone przez wodę. W tym celu wykonano modelowe badania laboratoryjne rozpuszczalności odpadów pochodzących z kopalń ZZW i ROW, które w latach 1980-1990 mają być zdeponowane w ilości 243,8 mln m³ w wyrobisku popiaskowym "Kotlarnia".

Odpady kopalniane na składowisku będą ulegać rozpuszczaniu przez:

- a) infiltrujące wody opadowe,
- b) filtrujące wody podziemne.

W pierwszym okresie istnienia składowiska (10 lat), będzie ono odwadniane przez istniejące systemy drenażowe KPP "Kotlarnia", która będzie eksploatować piasek do 1990 r. Odpady w tym czasie będą przemywane głównie infiltrującymi wodami opadowymi.

Po roku 1990, kiedy składowanie zostanie zakończone, a także zaprzestanie się odwadniać wyrobisko, składowisko zostanie podtopione, a w jego rejonie ustalą się warunki hydrodynamiczne zbliżone do pierwotnych. Odpady przemywane będą głównie przez filtrujące wody podziemne.

2. Metodyka badań laboratoryjnych

Prace badawcze wykonano w Zakładzie Geologii i Hydrogeologii Inst. Proj. Bud. Kop. i Ochr. Pow. pod naukowym kierownictwem prof. dr hab. inż. J. Sztełaka [3]

2.1. O p r ó b o w a n i e

Próbki odpadów kopalnianych do badań pobrano z zakładów przerobczych 5 kopalń spośród 20, których odpady są przeznaczone do składowania w "Kotłarni" w ilości największej w stosunku do pozostałych, a mianowicie: z KWK "Sośnica", "Knurów", "Szczygłowice", "Manifest Lipcowy" i "XXX-lecie PRL". Następnie z odpadów tych zrobione próbkę uśrednioną, w skład której wchodziły wszystkie brane pod uwagę odpady w ilościach procentowych proporcjonalnych do udziału tych odpadów w ogólnej masie przeznaczonej do składowania.

2.2. S k i a d c h e m i c z n y o d p a d ó w

Odpady pod względem petrograficznym składają się z mieszaniny piaskowców oraz łupków ilastych i piaszczystych. Udziału poszczególnych typów skał karbońskich w masie odpadów nie da się dokładnie wyliczyć, dlatego określono skład chemiczny uśrednionej próbki odpadów. Jest on wypadkową ww. skał karbońskich piaszczystych i ilastych (tablica 1).

Tablica 1

Skład chemiczny odpadów kopalnianych ze składowiska "Kotłarnia"

Skład chemiczny	Zawartość w próbce (%)
SiO ₂	49,7
Al ₂ O ₃	21,4
TiO ₂	-
Fe ₂ O ₃	4,32
CaO	1,29
MgO	1,09
Na ₂ O	0,23
K ₂ O	2,32
SO ₃	0,80
Cl	0,04
Cpaln.	18,79
straty prażenia	31,19

W składzie chemicznym odpadów przeważają substancje nierozpuszczalne w wodzie, przede wszystkim glinokrzemiany wyrażone przez SiO_2 i Al_2O_3 oraz duże zawartości części palnych (węgla), co wyraża się dużymi stratami prążeń.

2.3. Badania rozpuszczalności odpadów metodą dynamiczną

Próbkę odpadów o masie 10 kg (p.2.1) umieszczono w kolumnie filtracyjnej i przefiltrowano przez nią wodę destylowaną o temp. 20°C i łącznej ilości 50 dm^3 . Przemycanie zakończono, gdy mineralizacja wody przez próbkę odpadów począwszy od $30\text{--}50 \text{ dm}^3$ wynosiła tylko 6,6–6,9% części rozpuszczalnych w stosunku do mineralizacji największej i nie wykazywała tendencji wzrostu.

Z kolejnych poszczególnych litrów przefiltrowanej wody pobrano próbki do analizy chemicznej. Wyniki analiz chemicznych, z uwzględnieniem ilości wody przefiltrowanej przez próbkę, podaje tablica 2 a przebieg mineralizacji wody przedstawia wykres na rys. 1.

2.4. Omówienie wyników badań rozpuszczalności metodą dynamiczną

Z analiz chemicznych wody przefiltrowanej przez odpady kopalniane, biorąc pod uwagę ogólną ilość składników rozpuszczonych w wodzie wyrażonych suchą pozostałością oraz zawartością poszczególnych kationów i anionów, stwierdzono, że próbka odpadów zawiera 0,28% części rozpuszczalnych. Największy udział w masie związków rozpuszczonych mają jony chlorkowe Cl^- i sodowe Na^+ , stanowią one 83,1% wszystkich części rozpuszczalnych odpadów i 0,23% masy próbki. W większej ilości w roztworach występują jeszcze jony siarczanowe, stanowiące 10,7% części rozpuszczalnych. Pozostałe 5,7% części rozpuszczalnych stanowią w większości jony wapnia Ca^{+2} , magnezu Mg^{+2} i potasu K^+ . W niewielkich ilościach od $5,04 - 0,12 \text{ mg/dm}^3$ przechodzi do roztworu żelazo.

Po przefiltrowaniu 20 dm^3 wody rozpuszcza się już 78,5% wszystkich części rozpuszczalnych z odpadów. Poza tym odpady powodują słabo alkaliczny odczyn wody (pH 7–8,1) i zwiększają twardość pierwotnych 1 dm^3 przefiltrowanej wody ($14,4 - 12,0^\circ\text{H}$).

Z przebiegu rozpuszczalności można wnioskować, że w skład części rozpuszczalnych odpadów wchodzi przede wszystkim bardzo dobrze rozpuszczalne sole, jak chlorki sodu, potasu, wapnia i magnezu, oraz siarczan magnezu, potasu i sodu oraz trudno rozpuszczalny siarczan wapnia [4].

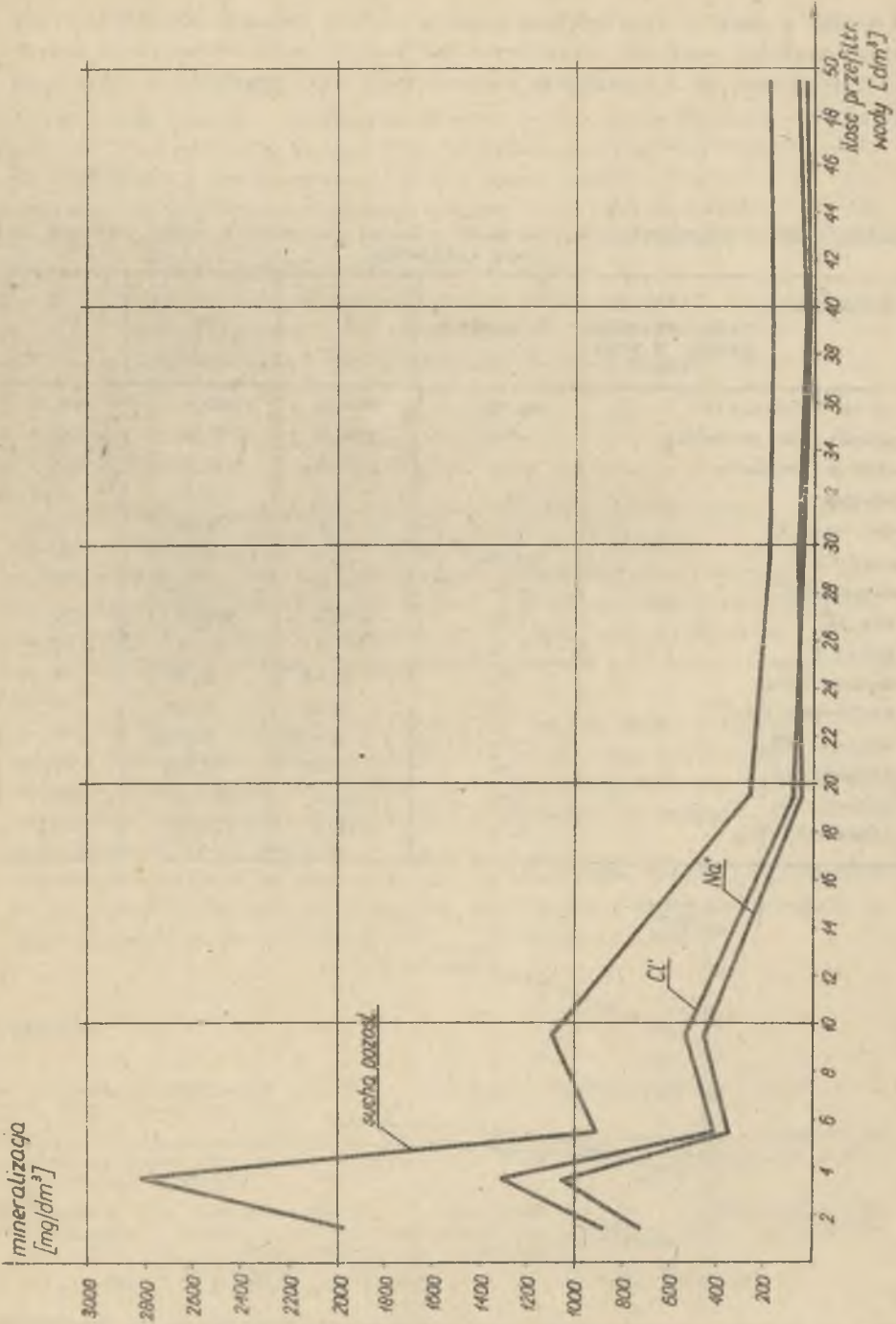
2.5. Badania rozpuszczalności odpadów metodą statyczną

Uśrednioną próbkę odpadów kopalnianych (jak w p. 2.1) o masie 10 kg zalano 15 dm^3 wody destylowanej o temp. 20°C i po 5,40 i 85 dobach kontak-

Tablica 2

Wyniki analizy chemicznej próbek wody z badań rozpuszczalności odpadów metodą dynamiczną

Oznaczenia	kolejny dm ³ przefiltr. wody	Jednostka	1-2	3-4	5-6	9-10	19-20	29-30	39-40	49-50
sucha pozostałość		mg/dm ³	1977,0	2817,0	914,0	1103,0	272,0	196,0	188,0	191,0
pozost. po praż.		"-	1434	2369	853	990	132	146	102	112
str. prażenia		"-	534	448	61	113	140	50	86	79
odczyn		pH	8,0	7,0	7,4	7,4	8,0	8,1	8,0	7,7
twardość og		"	14,4	12,0	1,6	3,2	2,2	0,8	0,8	0,8
wapń Ca ⁺²		mg/dm ³	62,8	44,3	10,7	11,4	10,0	5,7	5,7	4,3
magnez Mg ⁺²		"-	24,4	25,1	0,37	6,9	3,4	0,0	0,0	0,73
sód Na ⁺		"-	736,0	1060,0	360,0	456,0	42,4	50,4	23,6	60,8
potas K ⁺		"-	138,0	28,1	11,6	14,4	3,9	2,5	1,99	2,5
żelazo Fe ^{og}		"-	n.o.	5,04	2,80	1,44	n.o.	2,00	0,12	ślady
fosforany PO ₄ ^{III}		"-	n.o.	0,07	0,18	ślady	n.o.	1,84	1,18	0,61
azotyny NO ₂ [']		"-	ślady	0,030	0,018	0,030	ślady	0,018	0,020	ślady
azotany NO ₃ [']		"-	2,30	3,25	ślady	ślady	ślady	ślady	0,014	ślady
chlorki Cl [']		"-	890,0	1300,0	413,0	540,0	80,0	45,0	14,0	35,0
sierpczany SO ₄ ^{''}		"-	384,7	240,3	93,8	102,8	27,5	32,1	26,7	54,3



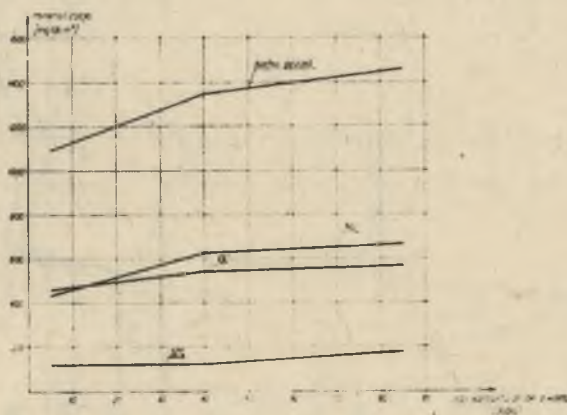
Rys. 1. Przebieg mineralizacji wody przez odpady kopalniane w warunkach dynamicznych

tu próbki z wodą robiono analizy chemiczne wody. Badania zakończono, gdy skład chemiczny wody nie ulegał zmianie. Wyniki analiz chemicznych przedstawiono w tabelicy 3 a przebieg mineralizacji wody przedstawia wykres na rys. 2.

Tabela 3

Wyniki analizy chemicznej próbek wody z badań rozpuszczalności odpadów metodą statyczną

Oznaczenia czas kontaktu próbki z wodą (doba)	Jednostki	5	40	85
sucha pozostałość	mg/dm ³	1091,0	1350,0	1366,0
pozost. po prażeniu	" "	958,0	1212,0	1205,0
straty prażenia	" "	135,0	138,0	161,0
odczyn	pH	7,9	8,0	8,0
twardość og	" "	1,2	0,8	1,2
wapń Ca ⁺²	mg/dm ³	4,3	4,3	4,3
magnez Mg ⁺²	" "	2,6	0,73	1,7
sód Na ⁺	" "	436,0	628,0	634,0
potas K ⁺	" "	11,1	13,1	13,9
żelazo Fe _{og}	" "	0,14	0,14	0,19
fosforany PO ₄ ^{***}	" "	0,04	0,06	0,14
azotyny NO ₂ [*]	" "	0,030	0,126	0,121
azotany NO ₃ [*]	" "	5,87	17,10	17,70
chlorki Cl [*]	" "	460,0	540,0	540,0
siarczany SO ₄ ^{**}	" "	116,0	123,0	183,0



Rys. 2. Przebieg mineralizacji wody przez odpady kopalniane w warunkach statycznych

2.6. Omówienie wyników badań rozpuszczalności metodą statyczną

Ilość części rozpuszczalnych, która dało się wylugować tą metodą, stanowi 0,20% masy odpadów. Mineralizacja wody po 5 dobach wynosiła 1091,0 mg/dm³, po 40 dobach 1350 mg/dm³ i po 85 dobach 1366 mg/dm³. Po następnych dobach stwierdzono, że mineralizacja nie ulega zmianie. Stanowi to potwierdzenie, że części rozpuszczalne odpadów to przede wszystkim dobrze rozpuszczalne sole, gdyż 80% wszystkich części rozpuszczalnych przeszło do roztworu już po 5 dobach kontaktu próbki z wodą. Ponieważ tylko część soli rozpuszczalnych z próbki przeszła do roztworu (met. dynamiczną wylugowano 0,28% masy odpadów), można przypuszczać, że woda stojąca ulega nasyceniu i traci zdolność dalszego rozpuszczania.

3. Wnioski

1. Z odpadów kopalnianych zdeponowanych na składowisku "Kotłarnia" infiltrujące wody opadowe rozpuszczą max. 0,28% masy odpadów.
2. Mineralizację wód będą powodowa przede wszystkim jony chlorkowe i sodowe, stanowiące 83,6% wszystkich części rozpuszczalnych oraz siarczanowy stanowiące 10,7%, a w mniejszej ilości jony wapnia, magnezu i potasu, które łącznie z innymi składnikami stanowią 5,7% części rozpuszczalnych.
3. Składniki rozpuszczalne z odpadów z uwagi na ich łatwą rozpuszczalność zostaną w większości wylugowane przez wody opadowe. W II etapie (podtopienie składowiska) wody kontaktujące się z odpadami nie będą ulegać znacznej mineralizacji, jedynie może przechodzić do roztworu trudno rozpuszczalny siarczan wapnia.
4. Badania dostarczają wstępnych danych do obliczenia wpływu składowiska na zwiększenie się mineralizacji wód powierzchniowych i podziemnych w jego rejonie, po uwzględnieniu danych hydrogeologicznych.

LITERATURA

- [1] Głaszta J., Morawski S.: Rekultywacja nieużytków poprzemysłowych. Wyd. I, WRL, Warszawa 1972.
- [2] Sztelak J., Szczepański W.: Ocena środowiska naturalnego przed ujemnymi wpływami działalności górniczej. Rudy i metale nieżelazne 1978, nr 11, ss. 565-572.
- [3] Sztelak J., Sowa M.: Wpływ centralnych składowisk odpadów górniczych Kotłarnia i Smolnica na zanieczyszczenie wód podziemnych. Praca naukow. Pol. Śl. Gliwice 1978 (niepublikowana).
- [4] Dworiatko J.: Poradnik hydrogeologa. Wyd. II, KiW, Warszawa 1971.

Wpłynęło do Redakcji w czerwcu 1980 r.

Recenzent:
Prof. dr hab. inż. Józef Sztelak

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ ЧЕРЕЗ ШАХТНЫЕ ОТХОДЫ
ИЗ СКЛАДСКОГО ДВОРА "КОТЛЯРНЯ"

Р е з ю м е

В статье представлены результаты лабораторных исследований проведенных статическим и динамическим методами, определяющие род, а также количество выщелачиванных водой растворимых частей из шахтных отходов. Исследования определяют способ минерализации вод через оставленные на складском дворе "Котлярня" отходы в аспекте загрязнения среды.

LABORATORY STUDIES IN WATER MINERALIZATION BY COALLIERY WASTES
OF "KOTLARNIA" STOCKYARD

S u m m a r y

The paper presents the results of the laboratory study carried out by the dynamic and statistic method. The analysis determines the type and amount of water lixiviated dissolved parts of the wastes. The study determines the method of water mineralization by the wastes deposited in the "KOTLARNIA" stockyard within the aspect of the environment pollution.