

Waldemar KORZENIOWSKI

Maciej MAZURKIEWICZ

Stanisław PIECHOTA

PODSADZANIE ODPADAMI GÓRNICZYMI A JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH NA PRZYKŁADZIE ZG"TRZEBIONKA"

Streszczenie. W artykule przedstawiono nie badany dotychczas problem wpływu rodzaju stosowanych do podsadzki odpadów na jakość wód podziemnych. Omówiono teoretyczny aspekt zagadnienia. Na przykładzie kopalni rud "Trzebionka" pokazano, że stosowanie odpadów poflotacyjnych w podsadzce hydraulicznej istotnie zmienia skład chemiczny wód kopalnianych. Problem ten ma szczególne znaczenie w przypadku wykorzystywania wód podziemnych dla celów gospodarczych. Przedstawiono koncepcję dalszych badań i przedsięwzięć oraz działań zmierzających do opracowania odpowiedniej normy.

1. UWAGI OGÓLNE

Świadomość dewastacji środowiska poprzez masowe, powierzchniowe składowanie odpadów przemysłowych skłania coraz więcej zakładów górniczych do lokowania ich pod ziemię. W Polsce od wielu dziesięcioleci jako materiału podsadzkowego używa się skał płonnych. Norma traktująca o materiałach do podsadzki hydraulicznej dopuszcza stosowanie również innych odpadów. Od lat kilku górnictwo węglowe podjęło zadanie lokowania odpadów elektrowniowych i w 1989 r. ulokowało ich w zrobach ponad 2 mln ton. W perspektywie dalszych prac inwestycyjnych i organizacyjno-prawnych oraz narastania świadomości zagrożenia dla środowiska ilość deponowanych pod ziemię odpadów wzrośnie.

Z drugiej strony przemysł wydobywczy nie posiada wiążących norm pozwalających na określenie ewentualnego zagrożenia ze strony składowanych odpadów dla środowiska kopalni. Dotyczy to zwłaszcza wód podziemnych, bowiem jak wynika z dotychczasowych badań, ładunki zanieczyszczeń przekazywane są głównie do wód. Jedyłą normą, do której można się odwołać, jest wspomniana norma branżowa traktująca o materiałach do podsadzki hydraulicznej (BN-77/0441-01). Podane w niej wymogi dotyczą toksyczności materiału i sprowadzają się one jedynie do określenia, czy w środowisku wód kwaśnych z materiału nie będzie wydzieliał się siarkowodór, dwutlenek siarki i dwutlenek węgla. Polecane do stosowania metody badań sprowadzające się do obserwacji zmian zabarwienia papierka lakmusowego, czy też zachowania się mieszaniny odpadu z roztworem 2N kwasu solnego należy uznać za niedostateczne nawet w bardzo ograniczonym zakresie.

Z badań obszernie omówionych w monografii M. Mazurkiewicza [1], jak również innych prac [3] wynika, że zanieczyszczenie środowiska odpadami będącymi stałymi substancjami odbywa się głównie dwoma drogami. Pierwsza, która nie będzie występować pod ziemią, to wtórne pylenie. Druga - to wymywanie poprzez filtrującą przez odpady wodę związków chemicznych. W przypadku podziemnego składowania odpadów ładunki zanieczyszczeń mogą być wyciągane przez wodę technologiczną w przypadku transportu hydraulicznego odpadów oraz przez wody podziemne.

Ze skał karbońskich lokowanych pod ziemią wymywane są chlorki, których zawartość w tym materiale waha się od 0,001 do 1%. Z odpadów elektrowniarnych uwalniane są przede wszystkim sole metali lekkich (Ca, Mg, K, Na) oraz metali ciężkich. Największy udział w przekazywanych zanieczyszczeniach mają jony wapnia i siarczanowe. Szczególnie toksyczne, choć występujące w ilościach śladowych, są pierwiastki radioaktywne oraz policykliczne węglowodory aromatyczne uznane za mutagenne. W zależności od rodzaju popiołu rozpuszczeniu może ulec od 0,5 do 10% masy odpadu.

Z odpadów przerobczych kopalń rud wymywane są chlorki, siarczany, sól, miedź, ołów i cynk, choć należy podkreślić, że zagadnienie przekazywania zanieczyszczeń przez te materiały jest najmniej poznane.

Jak widać z przedstawionych syntetycznie powyżej zagrożeń, jakie może niesieć podziemne lokowanie odpadów, problem wymaga kompleksowych i szczegółowych badań. Prezentowany referat jest jednym z pierwszych kroków na tej drodze. Analizę problemu dokonano na przykładzie ZG "Trzebieńka".

2. GOSPODARKA WODNA W ZG "TRZEBIEŃKA" A ZAGADNIENIE PODZIEMNEGO LOKOWANIA ODPADÓW POFLOTACYJNYCH

Z uwagi na zagrożenie, jakie dla ekosystemu stwarza powierzchniowe składowisko odpadów poflotacyjnych, ZG "Trzebieńka" podjął inicjatywę rozważenia możliwości ich podziemnego składowania.

W wyniku studiów i badań została zaproponowana technologia kompleksowego zagospodarowania tych odpadów [2]. Polega ona na wydzieleniu grubszej frakcji odpadu i wykorzystaniu jej jako dodatku do podsadzki hydraulicznej piaskowej. Frakcja drobna mogłaby być lokowana w zrobach jako podsadzka utwardzana w dwu odmianach.

Pierwsza - to podsadzka nadająca się do formowania filarów sztucznych, a więc zgodnie z ustaleniami dokonanymi w pracy [2], posiadająca doraźną wytrzymałość na ściskanie powyżej 7 MPa.

Druga, to mieszanina charakteryzująca się jedynie niewielką wytrzymałością (około 1 MPa). Jej spójność umożliwi jednak wypełnianie niektórych wyrobisk.

Znane w regionie problemy z pozyskiwaniem wód komunalnych spowodowały, że ZG "Trzebieńka" przekazuje swoje wody dołowe do stacji wodociągów, skąd po procesie ich uzdatnienia przekazywane są do instalacji wodociągowej.

W tej sytuacji wprowadzenie w zroby jakiejkolwiek substancji mogącej zmienić chemizm wód dołowych wymaga szczegółowych badań. Kryteria przydatności materiału do podsadzki nie będą takie, jak tego wymaga norma dotycząca ścisłości, wodoprzepuszczalności czy wąsko rozumianej toksyczności, a decydować powinna klasa wody dołowej.

Zaprogramowane badania w części dotyczącej problemu tężenia wód polegały na sporządzaniu mieszanin o założonym jakościowo i ilościowo składzie, a następnie określaniu składu ekstraktów wodnych. Badania wykonano dla próbek oznaczonych symbolami, o następującym składzie:

- A - 30% odpadu + 70% piasku + woda destylowana w stosunku objętościowym do części stałych 1:1,
- B - 50% odpadu + 50% piasku + woda destylowana w stosunku objętościowym do części stałych 1:1,
- C - 30% odpadu + 70% piasku + woda kopalniana stosowana do podsadzki w stosunku objętościowym do części stałych 1:1,
- D - 50% odpadu + 50% piasku + woda kopalniana stosowana do podsadzki w stosunku objętościowym do części stałych 1:1.

W powyższych próbkach materiał odpadowy pobierany był z bieżącej produkcji. Piasek pobrany był ze zbiornika podsadzkowego w kopalni. Chcąc zorientować się o wpływie czasu oraz działania czynników atmosferycznych na własności chemiczne odpadu, przeprowadzono badania porównawcze ekstraktów wodnych mieszanin, w których odpad pochodził z warstwy brzeżnej (obwałowania) składowiska. Próbki o analogicznym do omówionych powyżej składzie ilościowym oznaczono odpowiednio: A_g , B_g , C_g , D_g . Czas dynamicznego kontaktu wody z materiałem (próbki umieszczono na wstrząsarce mechanicznej) wynosił 24 h. Badaniami testowymi stwierdzono, że pełne nasycenie roztworu ma miejsce znacznie wcześniej, po około 10 h.

Średnie wyniki analiz chemicznych ekstraktów zestawiono w tabeli 1. Podano w niej również dla porównania wielkości dopuszczalnych zanieczyszczeń dla poszczególnych klas wód śródlądowych, wielkości dopuszczalne zanieczyszczeń w ściekach wprowadzonych do państwowej kanalizacji oraz największe stężenia związków w wodzie do picia i na potrzeby gospodarcze.

Analiza uzyskanych wyników pozwala na następujące stwierdzenia:

- Woda kopalniana ma znacznie przekroczony w stosunku do wody pitnej ekstrakt chloroformowy. Świadczy to, że przechodzą do niej tłuszcze. Należy sądzić, że ma to związek z powszechnym używaniem w kopalni maszyn samojedznych o napędzie spalinowym.
- W stosunku do wód śródlądowych i wody pitnej woda kopalniana ma również wysoką (choć nie przekraczającą wartości dopuszczalnych) zawartość siarczanów oraz ilość suchej pozostałości.
- Konsekwencją dużych zawartości niektórych związków w wodzie kopalnianej jest przeniesienie tych wartości do wody podsadzkowej (próbki C, D, C_g , D_g), powodujące w niektórych przypadkach przekroczenie dopuszczalnych wielkości w stosunku do wody pitnej. Dotyczy to zawartości siarczanów,

ekstraktu chloroformowego oraz suchej pozostałości. Ten ostatni parametr można stosunkowo łatwo zmniejszyć poprzez poprawę procesu oczyszczania wody.

- Odpady poflotacyjne powodują wzrost w wodzie podszadkowej siarczanów, manganu, wapnia, cynku i tłuszczu. W niektórych przypadkach powodują przekroczenie dopuszczalnej dla wody pitnej wartości. Występuje to w próbkach B i D w stosunku do siarczanów oraz wszystkich z uwagi na mangan, ołów i tłuszcze.

Poddano również ocenie możliwość przekazywania do wód podziemnych zanieczyszczeń z podsadzki utwardzanej. Badania polegały na przechowywaniu przez okres 24 godz. próbek podsadzki utwardzanej w wodzie destylowanej. Stwierdzono, że ładunki zanieczyszczeń przekazywane są jedynie przez podsadzkę o niewielkiej wytrzymałości. Próbki tej podsadzki ulegają bowiem rozmywaniu. Próbki o wytrzymałości powyżej 7 MPa nie są rozmywane przez wodę.

Z podsadzki o niewielkiej wytrzymałości przekazane zostały do wody następujące związki:

chlorki	56 mg Cl/dcm ³
siarczany	152 mg SO ₄ /dcm ³
żelazo	0,85 mg Fe/dcm ³
mangan	0,5 mg Mn/dcm ³
magnez	57 mg Mg/dcm ³
cynk	0,5 mg Zn/dcm ³
ołów	0,56 mg Pb/dcm ³
miedź	0,024 mg/Cu/dcm ³
detergenty	0,03 mg/dcm ³
ekstrakt chloroformowy	15 mg/dcm ³

Porównania powyższych wielkości z zawartością związków w ekstrakcie wody destylowanej z odpadami wskazuje, że proces nietrwałej stabilizacji mechanicznej nie ma wpływu na stabilizację chemiczną.

Ponieważ, jak podano, w ekstraktach wody podsadzkowej stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych dla wody pitnej zawartości niektórych związków, przeprowadzono analizę w skali kopalni. W warunkach ZG "Trzebieńka" naturalny dopływ wody do kopalni wynosi około 35 m³/min. Maksymalny dopływ wód podsadzkowych wynosi około 5 m³/min. Ich stosunek wynosi więc 7:1. Zakładając optymalny z uwagi na ścisłość stosunek odpadu do piasku w mieszaninie podsadzkowej można wykazać, że jego stosowanie zwiększy wielkość istniejących zanieczyszczeń o nie więcej niż 10%. Zatem stężeni takich zanieczyszczeń jak mangan, siarczany, ołów ulegną na tyle rozcieńczeniu, iż ich zawartość nie przekroczy wartości dopuszczalnych dla wody pitnej.

Jedyną przekroczoną wielkością byłby ekstrakt chloroformowy, który to wskaźnik świadczy o zawartości w wodzie tłuszczu. Nie będzie to jednak wynikiem stosowania odpadów w podsadzce, a stosowania w kopalni olejów i smarów. Stąd też eliminację tego zanieczyszczenia należy szukać na innej drodze.

Potwierdzenie prognozowanych wielkości uzyska się w trakcie przygotowywanych badań technicznych.

3. UWAGI KOŃCOWE

Omówiony przykład wpływu stosowania odpadów przemysłowych w podsadzce na skażenie wód podziemnych wskazuje, że zagadnienie to ma istotne w wielu przypadkach znaczenie. Uzyskane wycinkowe, dla warunków ZG "Trzebieonka", wyniki uzasadniają konieczność realizacji badań kompleksowych. Problem jakości wód kopalnianych wobec ogólnego deficytu wód komunalnych nabiera bowiem coraz większego znaczenia. Dalsze prace należy koncentrować na poniższych zagadnieniach.

Pierwsze z nich, to wykonanie pełnych analiz jakościowych i ilościowych ekstraktów wodnych wszystkich grup odpadów przemysłowych, które mogą być stosowane w podsadzkach lub lokowane w zrobach. Badania te powinny uwzględnić technologię transportu odpadów do zrobów. Należy uwzględnić również fakt, że odpady w zrobach mogą pozostawać w kontakcie z wodą przez praktycznie nieograniczony czas. Stąd też określić należy, przez jak długi czas i z jaką intensywnością następuje wymywanie zanieczyszczeń. Efektem tych badań powinno stać się opracowanie normy.

Drugim zagadnieniem, które powinno się rozważyć, jest skład chemiczny wód kopalnianych (podsadzkowych) i jego ewentualny wpływ na reakcje, jakie mogą występować w ich kontakcie z odpadem.

Kolejnym zagadnieniem jest szczegółowa inwentaryzacja stosunków wodnych w kopalni. Prowadzić ona powinna do sporządzenia schematu obiegu wód. Dopiero taki schemat pozwoli na precyzyjne określenie, jaka, ile i przez jaki czas woda będzie w kontakcie z odpadem.

Równocześnie należy stwierdzić, że kopalnie wydające wody komunalne powinny przy współudziale i współfinansowaniu odbiorców wody wykonać ich ujęcie w bezpośrednim sąsiedztwie podziemnego źródła. Oszczędziłoby to nakładów na jej oczyszczanie poprzez oddzielenie obiegu wód.

Przedstawione zagadnienia stanowią przedmiot badań w ramach prac realizowanych w Instytucie Górnictwa Podziemnego i Bezpieczeństwa Pracy związanych z technologicznymi i środowiskowymi aspektami lokowania pod ziemią stałych odpadów przemysłowych.

Tabela 1

Zestawienie wyników badań chemicznych wody i próbek wody podziemnej

Lp.	Wskaznik lub rodzaj zanieczyszczenia	Jednostka	Wielkości dopuszczalnych zanieczyszczeń środowiskowych dla powierzchniowych i dla wody			Wielkość najwyższe zanieczyszczenia w wodzie do picia i w wodzie do prania i do trzasy (stworowej kanałowej) Zarz. I	Zawartość w próbkach wody									
			I	II	III		A	B	C	D	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Odczyn pH	--	6,5-9,0	6,5-9,0	6,5-9,0	6,5-9,0	6,5-8,5	3,2	7,3	7,8	7,8	8,1	7,1	7,3	7,4	7,8
2	Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	10	0,5	0,04	0,24	0,35	0,23	0,33	0,8	1,7	6,8	5,3
3	Chlorki	mg Cl/dm ³	250	250-300	300-400	400	300	22,0	24	36	35	47	12	18	21	36
4	Sierpczyn	mg SO ₄ /dm ³	150	150-200	200-250	300	200	168,0	102	207	185	247	47,2	75,4	171	212
5	Żelazo	mg Fe/dm ³	0,1	0,1-0,3	0,3-0,8		0,1	0,05	0,12	0,25	0,13	0,18	0,9	0,12	0,13	0,18
6	Mangan	mg Mn/dm ³														
7	Wapń	mg Ca/dm ³				300		96	29	47	107	135	24	37	102	145
8	Magnez	mg Mg/dm ³						49	15	21	55	64	3,8	5,3	52	58
9	Cynk	mg Zn/dm ³	0,01	0,01-0,1	0,1-0,2	2,0	5,0	0,048	0,032	0,094	0,053	0,111	0,09	0,15	0,182	0,193
10	020%	mg Pb/dm ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,067	0,19	0,30	0,184	0,195	0,19	0,33	0,193	0,22
11	Deterenty	mg/dm ³	1,0	1,0-2,0	2,0-3,0	10	0,2		0,008	0,02	0,009	0,034	0,007	0,066	0,009	0,038
12	Ekstrakt chloroform.	mg/dm ³														
13	Zasadowość	aval/dm ³							0,02	3,0	7,2	11,4	10,4	12,3	3,1	5,3
14	Żelaz	mg Cu/dm ³	0,01	0,01-0,1	0,1-0,2	0,2	0,5	0,008	0,008	0,01	0,009	0,017			0,009	0,009
15	Sucha pozostałość	mg/dm ³						600	581,0	537	652	1201,3	648,2	847,3	1312	1430
16	Ciepła rozpuszczal.	mg/dm ³	500	500-1000	1000-1200	1000		552,0	512	630	1102,4	1135,1	634,1	802,3	1218	1310
17	Zawiesina	mg/dm ³	20	20-30	30-50	330		29,0	25	22	98,9	110,1	18,1	45,0	94	120
18	Zasadowość	mg/dm ³						310,0	33,0	55,0	341,3	353	19	27	321	338

X/mg załącznika do Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 29 listopada 1975 r./peż.214/
 x/mg załącznika do rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 31 maja 1977 r./peż.72/.

LITERATURA

- [1] Mazurkiewicz M.: Technologiczne i środowiskowe aspekty stosowania stałych odpadów przemysłowych do wypełniania pustek w kopalniach podziemnych. Zeszyty Naukowe AGH, Górnictwo (w druku).
- [2] Studium dotyczące przydatności odpadów do podszadzki z uwzględnieniem problemu ochrony wód podziemnych. Praca zbiorowa. Maszynopis IGPiBP, AGH, Kraków 1989.
- [3] Wilfried H. i inni: Zanieczyszczenie środowiska substancjami mineralnymi. PWRiL, Warszawa 1989.

ЗАКЛАДКА ШАХТНЫМИ ОТХОДАМИ А КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ РУДНИКА ТЖЕБЕНКА

Резюме

В артикуле представлена не применяемая до этого времени проблема влияния разного рода отходов для закладки, на качество подземных вод. Оговорён теоретический аспект проблемы. На примере рудника Тжебёнка показано, что применение флотационных отходов в закладке гидравлической, существенно изменяет химический состав шахтных вод. Эта проблема имеет большое значение в случае применения подземных вод для хозяйственных целей. Представлена концепция дальнейших исследований и задач для подготовки нужной нормы.

BACKFILLING WITH TAILINGS VERSUS UNDERGROUND WATER QUALITY BASED ON TRZEBIONKA MINE CASE

Summary

In the article the problem of the influence of tailings quality used in backfills on underground water quality are presented.

There are described a theoretic aspect of the item. In the case of Trzebionka mine it has been proved that using of flotation tailings in a hydraulic fill caused an essential change in a chemical composition of underground water. This problem is a very important one particularly in a case of use of the water for communal aim.

The idea of further investigations and tasks and a necessity of elaboration of a proper norm have been presented.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan Palarski