

Krystyna GRABOWSKA
Małgorzata SOWA

EKOLOGICZNA OCENA WYKORZYSTANIA ODPADÓW POGÓRNICZYCH Z KOPALŃ GSW S.A. DLA CELÓW INŻYNIERYJNO-REKULTYWACYJNYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono przykłady wykorzystania odpadów pogórnich z kopalń GSW S.A. do niwelacji terenów obniżonych na skutek eksploatacji do likwidacji zalewisk oraz budowy wałów przeciwpowodziowych wzdłuż obniżonych koryt rzek. Omówiono własności fizykomechaniczne, hydrogeologiczne i chemiczne odpadów pod kątem ich wykorzystania.

Określono wpływ na kształtowanie się chemizmu wód powierzchniowych w rejonach deponowania odpadów oraz podano sposób prognozowania tego wpływu, wykorzystując badania laboratoryjne wymywalności odpadów.

ECOLOGICAL ESTIMATION OF MINE WASTES FROM GSW S.A. MINES FOR ENGINEER-RECLAMATION PURPOSES

Summary. In the paper the examples of application of mine wastes from GSW S.A. mines for levelling of ground, lowered as a result of coal exploitation, eliminating reservoirs and building anti-flood embankments along the lowered river beds have been presented. The physical and chemical as well as hydro-biological properties of wastes were discussed taking into account their usefulness. The influence on the chemical composition of surface water in the area of waste disposal was also established. The way of forecasting this influence was based on the results of laboratory investigations of wastes leaching.

1. Wstęp

Ilość odpadów powstających podczas eksploatacji i przeróbki węgla kamiennego ustala się od 1990 r. na ok. 54 mln ton rocznie [1]. Najwięcej odpadów pochodzi z kopalń Gliwickiej Spółki Węglowej GSW S.A., stanowią one ok.30% odpadów z wszystkich kopalń GZW.

Dotychczas większość odpadów deponowana była na składowiskach, które zajmują obszar ok. 3200 ha, natomiast rocznie rekultywuje się ok. 1% powierzchni składowania. Ze względu na wymogi ochrony środowiska, racjonalną gospodarkę terenami oraz względy ekonomiczne powstała konieczność utylizowania większej ilości odpadów. Obecnie ponad 40%, a w niektórych kopalniach GSW S.A. ponad 60% odpadów zostaje zagospodarowanych przy pracach inżynieryjno-rekultywacyjnych, takich jak:

- formowanie nasypów hydrotechnicznych;
- obwałowanie zbiorników wodnych;
- niwelacja i rekultywacja wyrobisk odkrywkowych i terenów zapadliskowych;
- roboty drogowe.

Tablica 1

Gospodarka odpadami w kopalniach węgla kam. GZW w latach 1990-1995 [1]

| Lata/mln ton | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Przychód odpadów własnych | 58,0 | 53,6 | 49,9 | 49,8 | 49,9 | 54,0 |
| Zagospodarowanie przemysłowe: | 8,4 | 6,8 | 5,7 | 6,0 | 5,6 | 5,9 |
| postawione na dole | 1,4 | 1,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,5 |
| w podsadźce | 4,6 | 4,6 | 4,2 | 4,5 | 3,8 | 4,0 |
| odzysk kopaliny | 2,3 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 |
| do produkcji materiałów budowlanych | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,02 | 0,3 | 0,2 |
| Zagospodarowanie nieprzemysłowe: | 5,2 | 6,6 | 7,2 | 8,1 | 9,8 | 11,4 |
| do robót inżynieryjnych | 2,9 | 4,9 | 5,7 | 6,5 | 7,8 | 8,6 |
| przez innych odbiorców | 2,3 | 1,7 | 1,5 | 1,6 | 2,0 | 2,8 |
| Deponowane w środowisku: | 44,4 | 40,2 | 37,0 | 35,6 | 34,5 | 36,6 |
| niwelacja terenu | 12,2 | 10,3 | 13,3 | 14,0 | 9,8 | 8,5 |
| wywóz na centralne zwałowiska | 8,8 | 8,3 | 6,7 | 5,5 | 6,6 | 7,9 |
| zwałowiska własne | 23,4 | 21,6 | 17,0 | 16,0 | 18,1 | 20,2 |
| zagospodarowanie odpadów obcych w wyrobiskach podziemnych - głównie pyły elektrowniane | - | 2,6 | 3,0 | 3,1 | 3,6 | 4,0 |

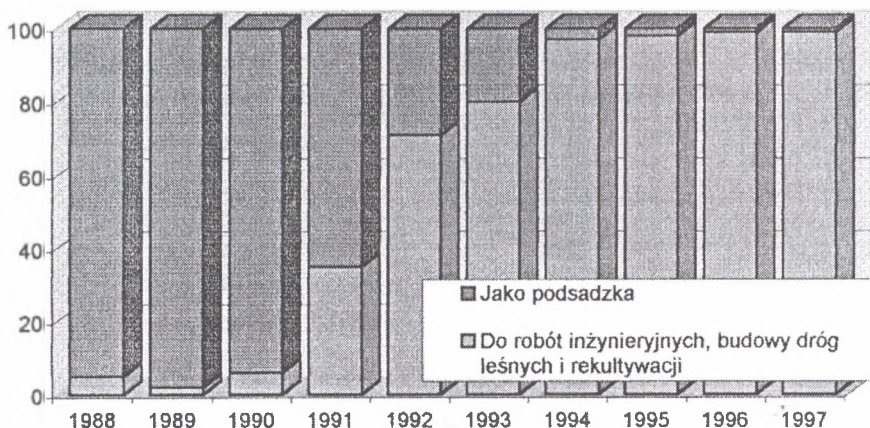
Ilość oraz sposoby zagospodarowania odpadów z kopalń GZW w latach 1990-1995 przedstawia tablica 1. Ten sposób utylizacji ma wiele pozytywnych dla środowiska aspektów - przede wszystkim zagospodarowanie dużej ilości odpadów oraz rekultywacja wcześniej zdegradowanych terenów. Nie mniej jednak badania prowadzone dotychczas przez autorki

wykazały ujemny wpływ deponowanych odpadów na środowisko wodne w rejonie ich składowania. Celowe wydaje się prześledzenie wpływu odpadów na terenach rekultywowanych. Wybrano kopalnię GSW S.A. ze względu na szeroki zakres prac inżynieryjno-rekultywacyjnych z wykorzystaniem odpadów tych kopalń.

2. Gospodarka odpadami w kopalniach GSW S.A. [2]

Sposób zagospodarowania odpadów z kopalń GSW S.A.

- KWK „Bolesław Śmiały” - odpady wykorzystuje się do rekultywacji hałdy i budowy środowiska przykopalnianego „Waleska”.
- KWK „Dębieńsko” - odpady deponowane są na Centralnym Składowisku „Knurów” w ilości 80% i na składowisku przykopalnianym w ilości 20%.
- KWK „Gliwice” - skała płonna wykorzystywana jest:
 - do budowy dróg leśnych w Nadleśnictwach: Brynek, Lubliniec, Rudziniec;
 - do robót inżynieryjnych na terenie budowy fabryki Opla;
 - do rekultywacji terenu składowiska w Ostropie;
 - do robót inżynieryjnych w firmie Trakt.



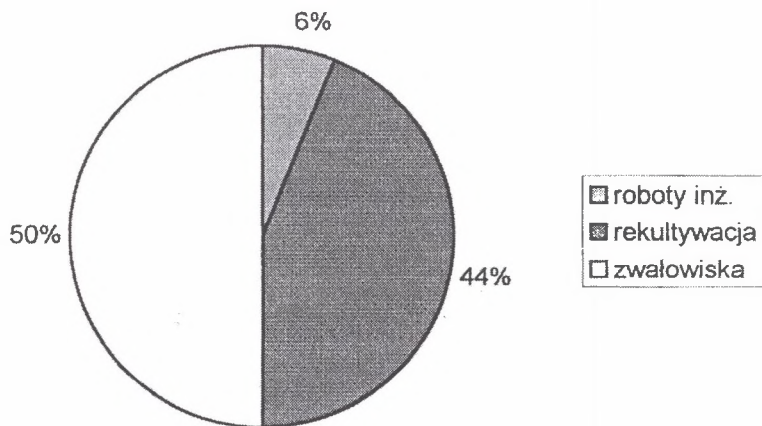
Rys. 1. Procentowe zestawienie sumy odpadów górniczych oraz popiołów i żużli wykorzystywanych gospodarczo w KWK „Gliwice”

Fig. 1. Percentage of mining waste, ashes and slugs utilised in the „Gliwice” coal mine

Pozostałą ilość skały pływnej deponuje się na składowiskach: „Smolnica”, „Sośnica” i „Przechlebie”, natomiast odpady poflotacyjne we własnym osadniku „Bojków”.

Sposób zagospodarowania odpadów przedstawia rys. 1

- KWK „Gliwice” 98% odpadów wykorzystuje obecnie do robót inżynierskich i rekultywacji.
- KWK „Makoszowy” - odpady wykorzystywane są do rekultywacji terenów zalewiska W_n-35 na terenie Gminy Zabrze-Makoszowy.
- KWK „Sośnica” - odpady deponowane są na składowiskach: „Sośnica” i „Smolnica”.
- KWK „Szczygłowice”- odpady wykorzystywane są do:
 - budowy nasypu między zbiornikiem Jagielnia (W-38) a prawym brzegiem Bierawki,
 - podwyższenia terenu w rejonie ujścia Potoku Książenieckiego,
 - zasypania zalewiska u ujścia Potoku Szczygłowickiego,
 - zasypania zalewiska nr 37/71 na Potoku Wilcza,
 - niwelacji terenów na linii PKP Knurów-Leszczyny.



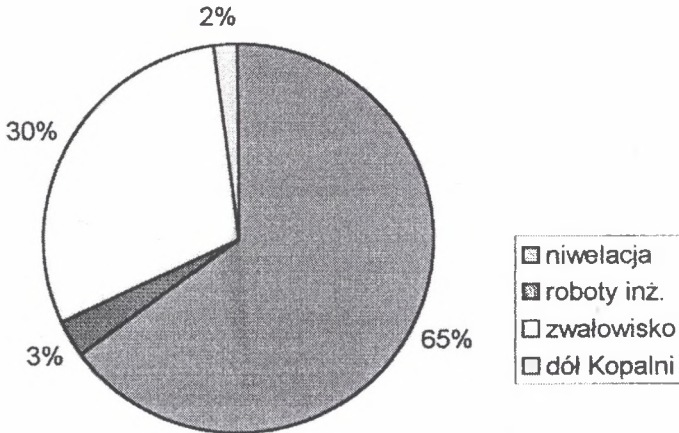
Rys. 2. Zagospodarowanie odpadów w 1997 roku przez KWK „Szczygłowice”

Fig. 2. Utilisation of waste in the „Szczygłowice” coal mine in 1997

Obszar przeznaczony do rekultywacji i niwelacji obejmuje 104 ha. Sposób zagospodarowania odpadów przedstawia rys. 2.

- KWK „Szczygłowice” 50% odpadów deponuje na składowiskach, natomiast 44% wykorzystuje do niwelacji terenów, a 6% do budowy wałów przeciwpowodziowych.;
- KWK „Knurów” - skała pływająca wykorzystywana jest do:
 - podwyższania skarp oraz dróg w rejonie szybów głównych oraz Foch, oraz osadnika nr 9,

- wyrównywania terenów pod zabudowę,
- wyrównywania i utwardzanie dróg leśnych,
- zasypywania zalewiska.



Rys. 3. Zagospodarowanie odpadów przez KWK „Knurów” w latach 1993-1997
 Fig. 3. Utilisation of waste in the „Knurów” coal mine in 1993-1997

Sposób wykorzystania odpadów przedstawiono na rys. 3.

- KWK „Knurów” 65% odpadów wykorzystuje do niwelacji, 30% jest deponowana na składowiskach, 3% wykorzystuje się do robót inżynierskich, a 2% lokuje się na dole kopalni.

Najwięcej odpadów dla celów inżyniersko-rekultywacyjnych wykorzystują kopalnie: Gliwice, Makoszowy, Szczygłowice i Knurów.

3. Rodzaj wykorzystywanych odpadów pogórnich

W zależności od pochodzenia wyróżnia się odpady górnicze:

- z robót przygotowawczych i udostępniających, głównie frakcji kamienistej. Charakteryzują się dużą zmiennością składu petrograficznego; stanowią ok. 12% odpadów,
- przerobcze, z procesów wzbogacania węgla, cechuje je większa stałość składu petrograficznego, mineralogicznego i chemicznego.

Ze względu na technologię wzbogacania wydziela się:

- odpady gruboziarniste (20-200mm) z płuczki i sortowni, cechują się dużą jednorodnością, zawartość części palnych 5-15%, zawartość siarki < 1%;
- odpady drobnoziarniste wydzielone w procesach wzbogacania miałów węglowych o uziarnieniu (0,75÷20mm) posiadają większą zawartość części palnych i siarki,
- odpady poflotacyjne o uziarnieniu < 0,75mm, o dużej zawartości części palnych >20%, siarki >1%.

Odpady przerobcze stanowią ok. 85% wszystkich odpadów, w tym odpady poflotacyjne stanowią niewielką ilość 3-5%.

4. Ocena przydatności odpadów dla celów rekultywacji

4.1. Skład chemiczny odpadów

Skład podstawowy przedstawia tablica 2, a zawartość pierwiastków śladowych tablica 3.

Głównymi składnikami odpadów są trudno rozpuszczalne krzemiany i glinokrzemiany w ilości powyżej 50%. Zawartość żelaza, w zależności od występowania pirytu, wynosi od 3,29 do 16,84% i jest większa w odpadach gruboziarnistych. Odpady poflotacyjne zawierają większą zawartość siarki zarówno siarczanowej, jak i siarczkowej, ponadto duże straty prażenia wskazują na dużą zawartość węgla w tych odpadach.

Z pierwiastków śladowych w większych ilościach występuje mangan i bar, głównie w odpadach poflotacyjnych.

Zawartość pierwiastków promieniotwórczych [3] w skałach płonnych wynosi:

^{226}Ra od 50 do 66 Bq/kg

^{228}Ra od 42-46 Bq/kg.

Zgodnie z zaleceniami GIG odpady, w których stężenie $^{226}\text{Ra} \leq 350$ Bq/kg i $^{228}\text{Ra} < 230$ Bq/kg, mogą być składowane na powierzchni oraz wykorzystywane do robót inżynierskich i nie stanowią zagrożenia radiacyjnego.

Tablica 2

Skład chemiczny odpadów pogórnicznych z wybranych kopalń GSW S.A.

| Miejsce opr. Rodz. ozn. wg % | Odpady gruboziarniste | | | | Odpady poflotacyjne | |
|---------------------------------|-----------------------|-------------|------------------|------------|---------------------|------------|
| | KWK Sońnica | KWK Gliwice | KWK Szczygłowice | KWK Knurów | KWK Szczygłowice | KWK Knurów |
| S _i O ₂ | 33,43 | 38,66 | 38,62 | 45,32 | 21,86 | 24,90 |
| Al ₂ O ₃ | 18,72 | 15,24 | 16,97 | 21,49 | 12,21 | 15,90 |
| Fe ₂ O ₃ | 5,54 | 11,99 | 16,84 | 5,30 | 3,29 | 4,00 |
| CaO | 1,30 | 2,40 | 0,86 | 1,65 | 2,06 | 5,10 |
| MgO | 3,26 | 2,75 | 3,24 | 2,30 | 1,46 | 4,00 |
| Na ₂ O | 0,27 | 0,50 | 0,40 | 0,47 | 0,31 | 0,40 |
| K ₂ O | 0,06 | 2,81 | 2,68 | 2,84 | 1,46 | 2,20 |
| SO ₃ | 0,70 | 1,43 | 0,81 | 0,56 | 1,40 | 4,70 |
| Ss | 0,32 | | 0,70 | | 1,08 | |
| Sc | 1,02 | | 1,31 | | 2,48 | |
| str.praż. | 35,23 | 22,46 | 18,73 | 18,51 | 54,82 | 38,50 |
| razem | 98,83 | 99,57 | 99,82 | 99,44 | 99,75 | 99,70 |

Tablica 3

Zawartość pierwiastków śladowych w odpadach

| Miejsce opr. Ozn. pierwiastek | KWK Gliwice | KWK Szczygłowice | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | odp.gruboziarniste | odp.gruboziarniste | poflotacyjne |
| Zawartość [ppm] | | | |
| Ag | < 2 | < 2 | < 2 |
| As | 23 ÷ 38 | 18 – 22 | 4 |
| Cd | 4 ÷ 6 | 0 ÷ 3 | < 4 |
| Pb | 19 – 91 | 5 ÷ 28 | 36 |
| Zn | 223 – 226 | 83 – 332 | 84 |
| Sr | 69 – 277 | 68 – 190 | 255 |
| Ba | 501-2302 | 327-1790 | 2969 |
| V | 90 – 188 | 184 – 223 | 173 |
| Mn | 468 – 1053 | 417 – 1359 | 228 |

Zawartość pierwiastków śladowych w odpadach dopuszcza ich wykorzystanie do robót inżynierskich.

4.2. Własności fizykomechaniczne i hydrogeologiczne odpadów

Skąła pónna z robót eksploatacyjnych i przygotowawczych oraz wydzielona w procesach przeróbczych charakteryzuje się nierównomiernym uziarnieniem, posiada 75-95% frakcji kamienistej i żwirowej i 2 - 17% frakcji piaskowej. Są to odpady o bardzo dobrej przepuszczalności, przy współczynniku filtracji 10^{-1} do 10^{-3} m/s. Gęstość rzeczywista mieści się w granicach od $2,2 \cdot 10^{-3}$ do $2,6 \cdot 10^{-3}$ kg/m³, pozorna od $1,82 \cdot 10^{-3}$ do $2,46 \cdot 10^{-3}$ kg/m³. Według PN-84/B-01080 jest to materiał kamienny ciężki. Wytrzymałość na ściskanie R_c , równa 53,1 MPa zalicza je do materiałów o małej wytrzymałości (15-60 MPa).

Oznaczenia ścieralności wykazały, że większą odporność odpowiadającą II klasie kruszywa posiadają odpady o grubszym uziarnieniu. Odpady o uziarnieniu 0,75-20 mm wykazują odporność odpowiadającą III klasie kruszywa. One właśnie stanowią od 40-50% odpadów.

Odpady ponadto charakteryzują się niską mrozoodpornością. Cechy te dyskwalifikują ten materiał do budowy nawierzchni dróg publicznych [3]. Wskaźnik samozapalności mieszaniny odpadów S_z^a wynosi 17° C/min, zaliczając je do I grupy o bardzo małej skłonności do zapalenia. [4]

Odpady poflotacyjne stanowią ok. 4% odpadów przeróbczych, są materiałem bardzo drobnoziarnistym, ok. 70% to ziarna frakcji pyłowej i ilowej, współczynnik filtracji rzędu 10^{-8} m/s zalicza je do praktycznie nieprzepuszczalnych.

Gęstość rzeczywista $0,97 \div 1,35 \cdot 10^{-3}$ kg/m³, gęstość pozorna $1,67 \div 1,98 \cdot 10^{-3}$ kg/m³.

Mała wytrzymałość na ściskanie równa 11 MPa sprawia, że odpady te dobrze się zagęszczają.

Wskaźnik samozapalności $S_z^a = 38^\circ$ C/min zalicza je do II grupy odpadów o małej skłonności do samozapalenia.

Korzystne jest łączne składowanie skały pónnej i odpadów poflotacyjnych ze względu na zmniejszenie przepuszczalności i możliwość uzyskania większego stopnia zagęszczenia, który dla wałów przeciwpowodziowych do obwałowań zalewisk wynosi $I_s = 0,95$. Dla niwelowania terenów przyjmuje się równy 0,92.

Zagęszczenie odpadów ogranicza możliwość samozapalania się składowanych odpadów. Zaleca się, by skała pónna przeznaczona do budowy wałów przeciwpowodziowych leżakowała przez okres co najmniej pół roku na składowisku przejściowym, gdyż wtedy charakteryzuje się ona wysokim stopniem zagęszczenia i słabą przepuszczalnością, co jest wymagane przy budowie wałów. [5]

4.3. Wymywalność odpadów w wodzie

Ilość oraz rodzaj składników rozpuszczalnych, które ulegają wylugowaniu wodą destylowaną, oznaczono wg testu wymywalności zgodnie z Zarządzeniem nr 78 Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. W tablicy 4 zestawiono wyniki badań wykonanych przez autorki oraz przez GIG dla skały płonnej i odpadów poflotacyjnych z wybranych kopalń GSW S.A.

Zawartość składników rozpuszczalnych w odpadach, które ulegają ługowaniu wodą destylowaną, wynosiła od 0,21 do 0,98% w stosunku do masy odpadów. Ługowaniu ulegają głównie: chlorki, siarczany, sód i wapń.

Największą zawartość składników rozpuszczalnych posiadają odpady ze składowiska centralnego (0,21%), gdyż ługowane były przez infiltrujące opady atmosferyczne.

Tablica 4

Wymywalność jonów podstawowych z odpadów pochodzących z kopalń GSW S.A.

*Badania GIG

| Rodzaj odpadów | Skała płonna | | | | | |
|---|----------------------|----------------------|-------------|-------------|------------|------------------------------------|
| | Jednostka | Składowisko Smolnica | KWK Sośnica | KWK Gliwice | KWK Knurów | dozwol. wartość. w śc. Dz.U.Nr 116 |
| części rozpuszczalne | % | 0,21 | 0,38 | 0,94 | 0,98 | |
| mineralizacja | mg/dm ³ | 207,0 | 381,3 | | | 2000 |
| pH | | 8,0 | 6,6 | 7,9 | 8,2 | 6,5÷9,0 |
| tw. og | mval/dm ³ | 0,43 | 0,94 | | | 66,4 |
| sód Na ⁺ | mg/dm ³ | 96,1 | 107,4 | 32,27 | 53,05 | 800÷80 |
| potas K ⁺ | mg/dm ³ | 13,9 | | 5,48 | 5,96 | |
| wapń Ca ²⁺ | mg/dm ³ | 4,3 | 9,6 | | | |
| magnez Mg ²⁺ | mg/dm ³ | 1,7 | 6,8 | | | |
| chlorki Cl ⁻ | | 81,8 | 170,4 | 14,75 | 17,75 | 1000 |
| siarczany SO ₄ ²⁻ | | 27,7 | 70,1 | 27,16 | 42,38 | 500 |
| wodorowęglany HCO ₃ ⁻ | | 27,7 | 42,5 | | | |
| Fe | | | | <0,05 | 0,19 | |
| Mn | | | | <0,05 | <0,05 | |
| Zn | | | | 0,31 | <0,02 | |
| Pb | | | | <0,05 | <0,05 | |
| Cd | | | | <0,005 | <0,005 | |
| Cr | | | | <0,05 | <0,05 | |

Zawartość składników w wyciągach wodnych nie przekracza dopuszczalnych zawartości dla ścieków odprowadzanych do wód i do ziemi (Rozporządzenie M.O.Śr. Z.NiL nr 116). Na tej podstawie dopuszcza się składowanie odpadów w celu niwelacji terenów (niecki osiadania, wyrobiska popiaskowe) oraz do budowy obwałowań i nasypów tworzonych wzdłuż brzegu rzeki na terenach objętych osiadaniem. Autorki na podstawie badań własnych i literaturowych prześledziły wpływ tego rodzaju działań na środowisko wodne terenów objętych rekultywacją.

Tablica 5

Skład chemiczny wód powierzchniowych w rejonach deponowania odpadów z GSW S.A.

| Nr p.p. | Miejsce pobrania próbki wody | Odczyn pH | Mineralizacja mg/dm ³ | Chlor-ki Cl ⁻ mg/dm ³ | Siarczany SO ₄ ²⁻ mg/dm ³ |
|---------|---|--------------|-------------------------------------|---|--|
| 1. | Staw obok skł.Sośnica | 7,6 | 7844 | 1554 | 392 |
| 2 | rz.Kłodnica pod składowiskiem Sośnica | 7,6 | 3492 | 1775 | 149 |
| 3 | rz.Kłodnica za składowiskiem Sośnica | 7,4 | 5824 | 2911 | 203 |
| 4 | potok Krywałdzki przy składowisku Knurów | 7,7 | 7269 | 2602,2 | 1051,5 |
| 5 | rów opaskowy składowiska Smolnica | 6,1 | 8426 | 912,9 | 4805 |
| 6 | potok Krywałdzki przed zalewiskiem W-38 | 6,79 | 2221 | 752,6 | 325,4 |
| 7 | zalewisko W-38 | 7,0 | 4019 | 1505,2 | 2401,1 |
| 8 | rzeka Kłodnica przed zalewiskiem W _n -35 | | | 646 | 192 |
| 9 | rzeka Kłodnica za zalewiskiem W _n -35 | | | 1062 | 211 |
| 10 | stawy w okolicy dróg leśnych Brynek | 5,4 | | nie stw. | 72,0 |
| 11 | dopuszczalne stężenie dla wód III kl. czystości | 6÷9 | 1200 | 400 | 250 |
| 12 | dopuszczalne dla ścieków odprowadzanych do wód i do ziemi | 6,5÷9 | 2000 | 1000 | 500 |

4.4. Chemizm wód powierzchniowych w rejonach deponowania odpadów pogórnicznych

Badania objęły następujące rejonny:

- składowisko „Sośnica” p.p. 1,2,3 [6],
- centralne składowisko „Knurów” p.p. 4 [7],
- centralne składowisko „Smolnica” p.p. 5 [8],
- zbiornik Jagielnia W-38 w O.G.KWK „Szczygłowice”, gdzie wykonano nasyp ze skały płonnej oddzielający rzekę Bierawkę od zbiornika p.p. 6 i 7 [7],
- zalewisko $W_n - 35$ w Zabrze-Makoszowach, gdzie przeprowadza się rekultywację terenu zasypując zalewisko i niwelując nieckę osiadania skałą płonną z KWK „Makoszowy” p. p. 8,9 [9],
- stawy w okolicy dróg leśnych Nadleśnictwa Brynek, które usypano ze skały płonnej KWK „Gliwice” p.p. 10 [10].

Analizy chemiczne wód powierzchniowych z ww. terenów zestawiono w tablicy 5. Odpady kopalniane deponowane lub wykorzystane do rekultywacji terenu w znacznym stopniu wpływają na zanieczyszczanie wód powierzchniowych, głównie poprzez zwiększone zawartości chlorków i siarczanów. W omawianych przypadkach cieki i zbiorniki powierzchniowe pierwotnie posiadały ponadnormatywne zawartości Cl^- i SO_4^{2-} w stosunku do wód III kl. czystości, w związku z tym kontakt z odpadami nie spowodował przeklasowania ww. wód. Deponowanie odpadów w pobliżu cieków o wyższej klasie czystości może doprowadzić do ich degradacji. Przed podjęciem działań rekultywacyjnych z wykorzystaniem odpadów należy określić wielkość zanieczyszczenia wód i podjąć działania zabezpieczające.

4.5. Prognozowanie wpływu odpadów na zmianę jakości wód w rejonie ich składowania

Wykorzystując wyniki badań laboratoryjnych wg testu wymywalności (pkt., 4.3), można obliczyć stężenie zanieczyszczeń w wodach kontaktujących się z odpadami w warunkach naturalnych. Jak wykazują badania mineralizacji wód in situ, stężenie poszczególnych składników jest dużo wyższe, przekraczające znacznie dopuszczalne normy, niż wykazują badania laboratoryjne. Wynika to ze zdecydowanie innej proporcji ilości odpadów do wód przez nie infiltrujących. Należy więc uwzględnić rzeczywisty stosunek wody do odpadów, a także czas, w jakim składniki rozpuszczone zostaną wyługowane.

Wzrost mineralizacji M_c w wodach powierzchniowych w warunkach naturalnych można obliczyć wg wzoru:

$$M_c = C_c \frac{G}{Q}, \quad (1)$$

gdzie:

C_1 - zawartość cz. rozpuszczalnych w odpadach wyznaczona wg testu wymywalności [mg/kg],

G - masa zdeponowanych odpadów [kg],

Q - objętość infiltrujących opadów,

$$Q = F \cdot \omega \cdot \alpha, \quad (2)$$

gdzie:

F - powierzchnia składowania [m^2],

ω - ilość opadów atmosferycznych [m/czas],

α - współ. infiltracji zależny od warunków filtracyjnych odpadów pogórnicych (0,2 ÷ 0,5).

Czas T ługowania odpadów w warunkach naturalnych określić można wg wzoru:

$$T = t_1 \cdot K \cdot \frac{G}{Q}, \quad (3)$$

gdzie:

t_1 - czas ługowania w war. laboratoryjnych,

K - stała wyrażająca stosunek wody do odpadów w war. labor. wg testu wymywalności

$K = 10$.

Z przytoczonych wzorów wynika, że stopień zanieczyszczenia wód jest wprost proporcjonalny do ilości zdeponowanych odpadów i zawartych w nich składników rozpuszczalnych, a odwrotnie proporcjonalny do ilości infiltrujących opadów atmosferycznych. W miejscach gdzie odpady deponowane są w małych ilościach, ale na dużych powierzchniach, jak np. przy budowie dróg, wpływ odpadów na zmianę chemizmu wód jest niewielki. [10]

W miejscach gdzie zdeponowana jest duża ilość odpadów, należy wykonać zabezpieczenia, uniemożliwiające infiltrację opadów i ługowanie zanieczyszczeń. W tym celu wykonuje się:

- zagęszczanie odpadów walcami wibracyjnymi do stopnia zagęszczenia I_s , co najniższej 0,92;
- przykrycie powierzchni odpadów warstwą skał nieprzepuszczalnych, np. glin lub ilów;
- rekultywację biologiczną terenów składowania, prowadzoną w kierunku zalesienia, ograniczając spływ powierzchniowy skażonych wód w kierunku cieków powierzchniowych.

Wnioski

1. Kopalnie węgla kamiennego GSW S.A. wytwarzają ok. 30% wszystkich odpadów kopalnianych GZW. Stwarza to konieczność utylizowania odpadów, których największą ilość wykorzystuje się do prac inżynierijno-rekultywacyjnych, w niektórych kopalniach powyżej 60% odpadów.
2. Pod względem własności fizykochemicznych odpady nadają się do niwelacji terenów, budowy obwałowań i dróg lokalnych, nie spełniają warunków do budowy dróg publicznych.
3. Korzystne jest deponowanie odpadów grubo- i średnioziarnistych łącznie z odpadami poflotacyjnymi, gdyż zmniejsza się ich wodoprzepuszczalność, lepiej się zagęszczają i obniża się skłonność do samozapalenia.
Skałę płonną zalicza się do I grupy o bardzo małej skłonności do samozapalenia, a odpady poflotacyjne do II grupy o małej skłonności.
4. Zawartość pierwiastków śladowych i promieniotwórczych dopuszcza ich wykorzystanie do robót inżynierijnych.
5. Odpady zawierają od 0,21 do 0,98% części rozpuszczalnych, a ługowaniu ulegają głównie chlorki, siarczany, sól i wapń.
6. Wody powierzchniowe z terenów deponowania odpadów wykazują znacznie zwiększoną mineralizację, głównie poprzez zawartość chlorków i siarczanów.
Odpady mają znaczny wpływ na zanieczyszczenie wód powierzchniowych.
7. Stopień zanieczyszczenia wód jest wprost proporcjonalny do ilości odpadów, a odwrotnie do powierzchni składowania. Wykorzystując badania laboratoryjne wymywalności odpadów, uwzględniając warunki hydrogeologiczne, należy dokonać prognozy skażeń wód i opracować najbardziej optymalne warunki rekultywacji.
8. Wpływ odpadów na środowisko wodne można zmniejszyć zagęszczając odpady, izolując je warstwą skał nieprzepuszczalnych i zalesiając tereny rekultywowane.

LITERATURA

1. Wtorek L., Dulewski J.: Gospodarka odpadami w górnictwie. Miesięcznik WUG 10/96.
2. Kurczabiński L: Problemy zagospodarowania odpadów z zakładów wzbogacania i odsiarczania węgla. Prace Nauk. GIG s. Konferencje nr 6; Katowice 1995.

3. Badanie odpadów z nowego i starego ZPM węgla KWK „Szczygłowice” pod kątem ekologicznego ich składowania. Prace nie publ. GIG, Katowice 1997.
4. Grzybowska W.: Badanie cech fizycznych i mechanicznych próbek odpadów górniczych dostarczonych z KWK „Gliwice”. Praca nie publ. Przeds. Geofiz. Sp. z.o.o. Kraków 1996.
5. Rekultywacje i obwałowanie zalewiska $W_n - 35$ na terenie miasta Zabrze. Prace nie publ. Ekomeł. Katowice 1994.
6. Cempiel E, Grabowska K, Sowa M.: Wpływ składowiska odpadów KWK „Sośnica” na wody powierzchniowe i podziemne. Prace Nauk. GIG s. Konferencje nr 24, Katowice 1998.
7. Gądek A.: Chemizm wód Potoku Krywałdzkiego i źródła jego zanieczyszczenia. Praca dypl. magisterska promotor M.Sowa, Pol. Śl., Gliwice 1998.
8. Grabowska K., Sowa M.: Własności fizykochemiczne i hydrogeologiczne odpadów z wybranych kopalń węgla kamiennego. Zesz. Nauk. Pol. Śl. s.Górnictwo z.235, Gliwice 1997.
9. Zelosko E.: Rewitalizacja terenów zdegradowanych w wyniku eksploatacji górniczej na przykładzie zalewiska $W_n - 35$ w Zabrze- Makoszowach. Praca dypl. inż.promotor J.Zych, konsultant M.Sowa. Pol. Śl., Gliwice 1999.
10. Gwóźdź J.: Zagospodarowanie odpadów górniczych z kopalni węgla kamiennego „Gliwice”. Praca dypl. magisterska promotor A.Lutyński, Pol. Śl., Gliwice 1998.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Kapuściński

Abstract

Coal mines associated in Gliwicka Spółka Węglowa S.A. produce about 12 mln ton of wastes a year. About 12% are gathered during the preparatory works while about 85% originate from exploitation process. Economic and ecological reasons and the lack of store ground forced mines to reuse wastes to the levelling of lowered ground caused by exploitation of coal, filling reservoirs and built the anti-flood embankments along the lowered river beds. About 60% of wastes are used in this way. In this paper the results of investigations of physical, chemical and hydro-geological properties are discussed taking into account

possibility of their application for reclamation purposes. The influence of wastes on the contamination of surface water being in contact with wastes was also established. .

On the basis of obtained results it was found that wastes can be applied for engineer-reclamation purposes but under condition that the forecast of possible water environmental contamination is carried out and the place for deposition of wastes will be predicted taking into account minimising of harmful effects.

Surface waters are contaminated mainly by leached chlorides and sulphates, which amounts significantly exceed the permissible concentrations.

The authors present the way of forecasting the influence of wastes on the surface waters and discuss the means which should be undertaken to protect environment in case of deposition of wastes in the vicinity of water – courses and reservoirs.