

Andrzej F. ADAMCZYK

Zbigniew WILK

Stanieław WITCZAK

Akademia Górniczo-Hutnicza

#### METODA ANALIZY ROZTWORÓW POROWYCH JAKO NARZĘDZIE BADAŃ HYDROGEOLOGII GÓRNICZEJ

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono koncepcję zastosowania metody hydrochemicznej, opartej na badaniach roztworów porowych, do przewidywania występowania stref zagrożenia wodnego. Podstawowym założeniem metody jest, że strefy uprzywilejowanej wymiany wód podziemnych, a tym samym strefy zagrożeń wodnych, można traktować jako potencjalne strefy anomalii hydrochemicznych. W pracy scharakteryzowano stosowane metody otrzymywania i badań roztworów porowych. Stwierdzono, że w praktyce hydrogeologii górniczej można zastosować prostą metodę wyciągów wodnych. Omówiono szerzej przykład zastosowania metody hydrochemicznej w warunkach jednej z kopalni rud cynku i ołowiu, a także możliwości jej zastosowania w kopalniach LZW i GZW.

Z praktyki hydrogeologicznej obsługi kopalń wiadomo, że strefy dyslokacji tektonicznych, osłabione zwietrzałe partie górotworu itp. stanowią uprzywilejowane drogi przemieszczania się wód podziemnych. Z tego względu są one równocześnie potencjalnymi strefami zagrożenia wodnego dla wyrobisk górniczych.

Strefy uskokowe, niwecząc ekranujący charakter skał nieprzepuszczalnych rozdzielających poszczególne poziomy wodonośne, stwarzają warunki do wymiany i do mieszania się wód o różnym składzie jonowym charakterystycznym dla tych poziomów, do wynoszenia ku powierzchni wód z głębszych poziomów wodonośnych lub descenzji wód powierzchniowych. Stąd też przy zbliżaniu się do stref uskokowych czy też innych stref uprzywilejowanego krążenia wód, które mogą być strefami zagrożenia wodnego, należy spodziewać się zmiany mineralizacji i chemizmu wód w porównaniu do hydrochemicznego tła charakterystycznego dla rejonów, gdzie zagrożenia wodnego nie ma. Innymi słowy, strefy uprzywilejowanej wymiany wód podziemnych, a tym samym strefy zagrożeń wodnych można traktować jako potencjalne strefy anomalii hydrochemicznych wyróżniających się od otaczającego je tła.

Stosowanie metody hydrochemicznej dla stwierdzenia takich anomalii wymaga dokładnego rozpoznania pionowej i poziomej strefowości hydrogeochemicznej, a szczególnie składu chemicznego wód z poziomów wodonośnych znajdujących się w zasięgu drenującego oddziaływania wyrobisk górniczych.

Rozpoznanie to powinno się prowadzić zarówno na etapie dokumentowania zasobów kopaliny- jak i w fazie budowy kopalni oraz eksploatacji złoża. Ponieważ zazwyczaj siatka otworów złożonych jest zbyt rzadka dla stworzenia dokładnego modelu hydrogeochemicznego stanowiącego podstawę stosowania metody hydrochemicznej, jego opracowanie jest w zasadzie możliwe dopiero w oparciu o badania w istniejących wyrobiskach kopalnianych. Szczegółowy model strefowości hydrochemicznej tworzy się więc, badając skład chemiczny wód występujących w utworach rozciętych wyrobiskami górniczymi.

Badanie chemizmu wód wolnych (grawitacyjnych) często nie jest możliwe ze względu na brak ich wystąpień w wyrobiskach, co ma miejsce w przypadkach bardzo małej przepuszczalności i odsączalności otaczających skał.

Wcześniejsze doświadczenia autorów [1, 8] wskazują, że w przypadku gdy nie obserwujemy w wyrobiskach wpływów lub wycieków, zmiany chemizmu wód można śledzić analizując roztwory porowe, niezdolne do swobodnego odsączenia się ze skały. Stwierdzili oni bowiem, że w tych samych miejscach pola hydrogeochemicznego skład chemiczny wód wolnych i porowych na ogół się nie różni. Wynika to z faktu, iż w warunkach naturalnych górotworu nie naruszonego eksploatacją wody wolne i roztwory porowe tworzą jednolity termodynamicznie system wód nasycających skały. Jest to wynikiem długotrwałego, mierzonego czasem geologicznym formowania się składu tych wód.

Badania roztworów porowych pozyskiwanych z próbek skał odpowiednimi metodami uniezależniają nas więc od wystąpień wód wodnych i pozwalają na szczegółowe śledzenie strefowości hydrogeochemicznej. Próbkę skał do badań roztworów porowych możemy bowiem pobierać w dowolnie małych odległościach jedna od drugiej.

Badania wód wypełniających przestrzeń porową zostały zapoczątkowane w gleboznawstwie, przy czym ciecz, którą wydzielono z gleby, przyjęto nazywać roztworem glebowym, zawierającym rozpuszczalne w wodzie sole. Następnie podobnymi terminami zaczęto również obejmować wodę otrzymywaną z innych utworów i stąd spotykamy określenia takie jak: roztwór gruntowy, roztwór ilowy, roztwór skalny itp. W ostatnich latach przyjęto nazywać ogólnie wodę wypełniającą przestrzeń porową skał roztworem porowym (ang. pore solution, niem. Poren Lösung, rosyj. porovij rostvor).

Do wydzielenia roztworów porowych stosuje się różne metody. W praktyce największe zastosowanie znalazły dwie grupy metod:

- wydzielenie roztworów porowych ze skał pod wpływem działania sił zewnętrznych (metoda wysokich ciśnień, metoda odwirowania),
- sporządzenie wyciągów polegających na przemywaniu rozdrobnionej skały za pomocą cieczy, np. wody.

Metody te uzupełniają się wzajemnie i często stosowane są równolegle. O wyborze metody uzyskiwania roztworu porowego decyduje przede wszystkim charakter litologiczny i stopień zwięzłości badanej skały, jak również wilgotność naturalna.

Metoda wyciskania, jako najbardziej uniwersalna, pozwala na wydzielenie roztworu porowego z dowolnych skał o różnych cechach fizycznych. Wyciskanie prowadzi się najczęściej w aparacie Kriukowa przystosowanym do ciśnień rzędu 1000 MPa.

Schematy konstrukcyjne tego typu aparatu oraz przebieg procesu wyciskania wód porowych zostały szczegółowo opisane między innymi w pracach [2, 6, 7, 9, 15]. Dlatego w niniejszym referacie pominięto ich opis. Wyciskanie roztworu odbywa się najczęściej przy ustalonym maksymalnym ciśnieniu rzędu 700 MPa.

Wydzielony roztwór zbiera się do naczyń, których specjalne zamknięcie uniemożliwia kontakt z atmosferą. Analizy chemiczne otrzymanych wód porowych wykonuje się metodami półmikroanalitycznymi.

W przypadku niskiej wilgotności próbek (nie przekraczającej 6%) wydzielenie wód porowych metodą ciśnieniową jest bardzo utrudnione, a nawet niemożliwe. W takim przypadku można zastosować zmodyfikowaną metodą ciśnieniową polegającą na nasyceniu próbek skał wodą destylowaną. Próbkę skały rozdrabnia się do frakcji 0,25 mm, a następnie nasycy wodą destylowaną do wilgotności bliskiej 10% i pozostawia się na 24 godziny. Z tak przygotowanej próbki wyciska się roztwór porowy.

Jak stwierdzono [6, 7], taka metoda otrzymywania roztworów porowych nie wpływa w sposób istotny na wyniki badania ich składu chemicznego.

Metoda odwirowywania [3] polega na wykorzystaniu zjawiska usuwania cieczy z próbki skał w wyniku działania siły odśrodkowej, jaka powstaje w czasie wirowania. Wydzielenie roztworu porowego tą metodą wymaga określenia warunków, w jakich proces ten winien przebiegać. Do warunków tych należą: przyspieszenie wirówki, czas odwirowywania oraz temperatura otoczenia. W badaniach roztworów porowych wykonywanych przez autorów przyjęto stosować około 4000 obr./min, czas wirowania około 1 godz., zaś temperaturę około 25°C. Ze względu na skomplikowany proces przygotowania prób (próbki w kształcie walca wycina się z większych kawałków skały), konieczność posiadania specjalnej aparatury, a zwłaszcza fakt, że badać można tylko próbki o znacznej wilgotności (powyżej 10%), w badaniach roztworów porowych odwirowywanie stosuje się bardzo rzadko. Autorzy nie zalecają tej metody uzyskiwania roztworów porowych w praktyce hydrogeologii górniczej.

Stosunkowo najprostszym, najtańszym i nie wymagającym skomplikowanej aparatury sposobem badań roztworów porowych są tzw. wyciągi wodne. Jest to pośredni sposób pozwalający na określenie składu chemicznego roztworu porowego. Szczegółowe badania wyciągów wodnych z różnych skał [4, 10] wykazały, że ilość soli przechodzących do roztworu jest zależna od ich rozpuszczalności. Sole łatwo rozpuszczalne (przede wszystkim chlorki) przechodzą do wyciągu wodnego praktycznie w całości, oczywiście przy odpowiednim stosunku masy próbki do ilości wody destylowanej użytej do sporządzenia wyciągu. Natomiast sole średnio i trudno rozpuszczalne, takie jak niektóre węglany i siarczany, nawet przy wysokim rozcieńczeniu wodę nie przechodzą całkowicie do roztworu.

Z tego względu wielu autorów uważa, że badanie wyciągów wodnych w celu charakterystyki roztworu porowego może być wykorzystywane tylko w stosunku do soli łatwo rozpuszczalnych. Tak więc spośród głównych składników występujących w wodach porowych metodą wyciągów wodnych można stosować z powodzeniem w odniesieniu do zawartości jonu chlorkowego. Można ją określić mając oznaczoną wilgotność naturalną próbki użytej do sporządzenia wyciągu, koncentrację jonu chlorkowego w wyciągu, a także tzw. wielokrotność wyciągu, czyli stosunek masy próbki do ilości wody użytej do sporządzenia wyciągu.

W przypadku pozostałych składników głównych wód metodyka otrzymywania roztworów porowych ma duży wpływ na uzyskane wyniki badań. Nie można na podstawie składu chemicznego wyciągu określić zawartości tych jonów w roztworze porowym. Z powyższych względów badania wyciągów wodnych dają możliwość określenia składu chemicznego roztworów praktycznie jedynie w odniesieniu do chlorków. Jednak w zdecydowanej większości przypadków tak pionowa, jak i pozioma strefowość hydrochemiczna jest wynikiem zróżnicowania zawartości chlorków. Tak więc badania tego składnika wód nasycających utwory karbońskie jest wystarczająca dla pokazania zmian chemizmu wód i wyznaczenia ewentualnych stref anomalnych.

Wpływ metodyki uzyskiwania roztworu porowego na wyniki badań ich składu chemicznego opisany został szczegółowo w pracy [5]. Opierając się na niej, można stwierdzić, że w praktyce do obserwowania zmian strefowości hydrogeochemicznej na podstawie badań roztworów porowych wykorzystać można tylko jon chlorkowy i w ograniczonym zakresie przewodnictwo elektryczne wody jako wskaźnik ogólnej mineralizacji. Zamiast wymagającej specjalnej aparatury metody opartej na wyciskaniu można więc w celu określenia mineralizacji i zawartości jonu chlorkowego wykorzystać prostą metodę wyciągów wodnych. Należy jednak stwierdzić, że na wyniki badań istotny wpływ wywiera sposób poboru i zabezpieczenia próbek skał. Próby powinny być pobierane ze świeżych ociosów i po poborze zabezpieczone przed utratą wilgotności. Jak bowiem wynika z obserwacji, przy wysychaniu na ścianach wyrobisk i powierzchni próbek może następować koncentracja wytrąconych z wód soli zniekształcająca wyniki badań

Jak dotychczas hydrochemiczna metoda wyprzedzającego określania zagrożenia wodnego została zweryfikowana w warunkach kopalni rud cynku i ołowiu "Pomorzany" w rejonie olkuskim [1, 8].

W trakcie drążenia wyrobisk udostępniających złożę w słabo przepuszczalnych zlepieńcach permskich stwierdzono tam występowanie wód słonych nasycających te zlepieńce. Wody słodkie, krążące w nadległych silnie zawodnionych utworach triasu, powodują stopniowe dyfuzyjne wysładzanie się wód w utworach permu. W strefach uskokowych i strefach spękań dochodzi do bezpośredniej wymiany permskich i triasowych wód o różnej mineralizacji i składzie chemicznym. W otoczeniu takich stref wysładzanie sięga głębiej niż na drodze dyfuzji, a jednocześnie są to rejon, gdzie istnieje nie-

bezpieczeństwo wdarcia się do wyrobisk dużej ilości wód z silnie zawodniomych szczelinowo-krasowych utworów triasowych.

Do rozpoznania strefowości hydrochemicznej w utworach permu wykorzystano zarówno wody wolne, jak i badania roztworów porowych. Stwierdzony za pomocą badań cytowanych autorów spadek mineralizacji wód i roztworów porowych pozwolił w tym konkretnym przypadku stwierdzić fakt zbliżania się czoła wyrobiska korytarzowego do strefy uskokowej lub strefy zawodniomych spękań z wyprzedzeniem około 200 m (rys. 1).

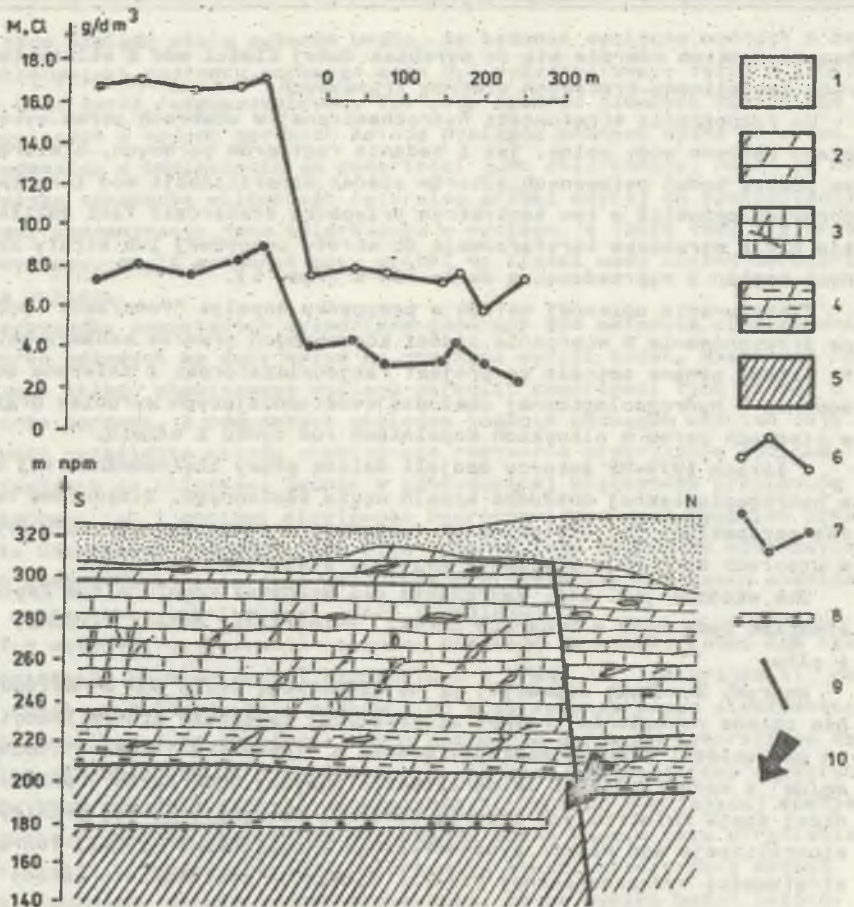
Zastosowanie opisanej metody w przypadku kopalni "Pomorzany" pozwoliło na zrzeczenie się wiercenia części kosztownych otworów badawczych. Opisana metoda uznana została za projekt racjonalizatorski i zalecona do stosowania w hydrogeologicznej obsłudze udostępniających wyrobisk drążonych w utworach permu w olkuskich kopalniach rud cynku i ołowiu.

W latach 1979-82 autorzy podjęli dalsze próby zastosowania tej metody w hydrogeologicznej obsłudze kopalń węgla kamiennego. Stosunkowo najlepsze perspektywy jej użyteczności występują w przypadku wyrobisk drążonych w utworach kart nu w Lubelskim Zagłębiu Węglowym.

Jak wiadomo [12, 14], zagrożenia dla wyrobisk kopalń w tym Zagłębiu stwarzać będą wody w utworach górnej, zwietrzałej części karbonu, jury i albu.

Na rys. 2 możemy zauważyć, iż na głębokości około 800 m następuje nagle zmiana nachylenia krzywej ilustrującej zależność mineralizacji wód od głębokości. Granica pomiędzy wodami o mineralizacji około 1500-2000 mg/dm<sup>3</sup> a wodami słonymi (mineralizacja powyżej 5000 mg/dm<sup>3</sup>) przebiega poniżej spągu zwietrzałych utworów karbonu. Począwszy od tej granicy w głąb mineralizacja wód rośnie systematycznie i stosunkowo szybko. Ten układ strefowości hydrochemicznej stwarza możliwość zastosowania metody hydrochemicznej. Można ją wykorzystać w celu ostrzegania o zbliżaniu się wyrobiskiem do nierównego wznoszącego się i obniżającego się stropu zwietrzałych utworów karbonu i kontaktujących się z nim utworów jury. W tym kierunku spada bowiem mineralizacja wód. W normalnych niezaburzonych tektonicznie warunkach, przy eksploatacji na głębokości około 900 m i poniżej, grubość pozostawionej pólki skał karbońskich gwarantuje bezpieczne wykonywanie robót górniczych. Sytuacja może ulec zmianie, gdy zbliżymy się wyrobiskami do stropu utworów karbońskich bądź też do stref uskokowych. Przyjmuje się bowiem [11], że woda z utworów jury przenika w dół do utworów karbonu, w strefach uskokowych oraz towarzyszących im strefach spękań descenzyjne przenikanie wód z utworów jury może być bardziej intensywne i głębsze niż w ich dalszym otoczeniu. Również spękania wodonośne i uskoki o mniejszej amplitudzie mogą wytwarzać strefy, w których wydźwignienie wód sięga głębiej niż w warunkach nie zaburzonych.

Porównując skład chemiczny wód występujących w utworach albu, jury i górnej części karbonu, a więc w utworach stanowiących źródło zagrożenia wodnego, z wodami występującymi niżej, możemy stwierdzić, iż różnią się

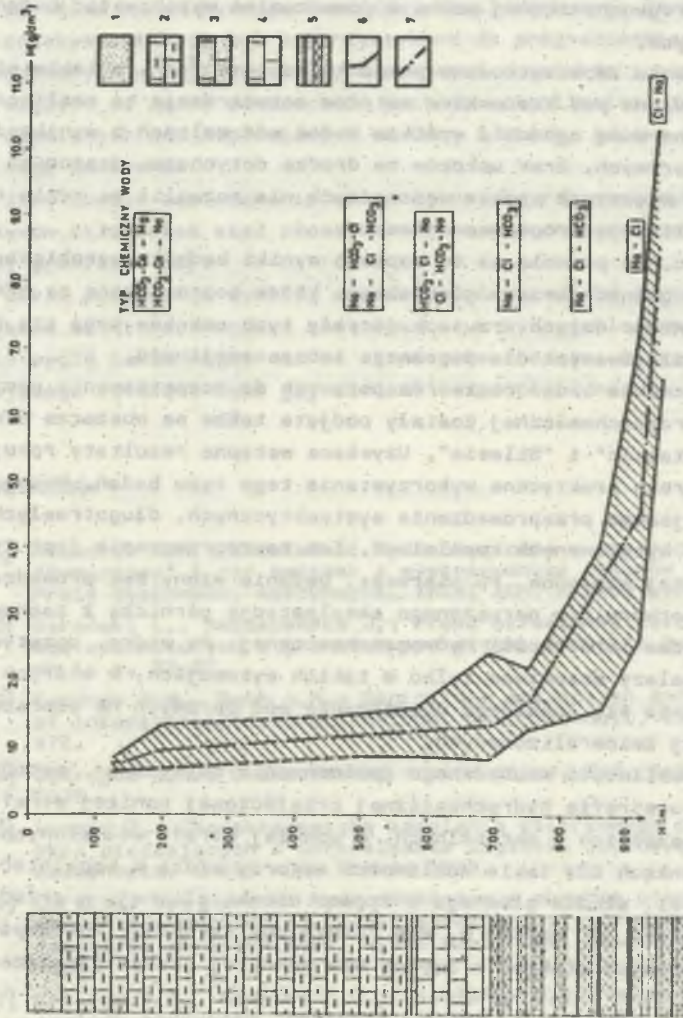


Rys. 1. Przekrój hydrochemiczny wzdłuż przekroju polowego 6 w kopalni rud „Pomorzaný”

1 - czwartorzęd, przepuszczalne, silnie zawodnione piaski, 2,3,4 - Trias (dolny i środkowy) - silnie zawodnione szczelinowo-krasowe wapienia i dolomity, stanowiące źródło zagrożenia wodnego dla wyrobisk wykonywanych w permie, 5 - perm, słabo przepuszczalne żłapieńce, 6 - wykres mineralizacji roztworów porowych (na podstawie analiz próbek pobranych z utworów permu), 7 - wykres zawartości chlorków w roztworach porowych, 8 - przekrój z zaznaczonymi miejscami poboru prób wody, 9 - uskók, 10 - potencjalne miejsce wdarcia się wody do wyrobisk

Fig. 1. Hydrochemical section along the field section 6 in the "Pomorzaný" ore mine

1 - Quaternary, permeable, highly flooded sands, 2,3,4 - Triassic period (lower and middle) - highly flooded fissured - karst limestones and dolomites which are a source of water hazard for excavations in the Permian, 5 - the Permian, weakly porous conglomerates, 6 - diagram of mineralization of pore solutions (on the basis of analyses of samples taken from the Permian formations), 7 - diagram of chloride contents in pore solutions, 8 - cross - cut with places of water sampling, 9 - fault, 10 - place of potential entrance of water into excavations



Rys. 2. Zmiany mineralizacji i typów chemicznych wód kopalni "Bogdanka" z głębokością  
 1 - czwartorzęd, 2 - kreda górna, 3 - kreda dolna alb, 4 - jura, 5 - karbon, 6 - granice obszaru zmian mine-  
 ralizacji wód, 7 - uśredniony statystycznie wykres zmian mineralizacji z głębokością  
 Fig. 2. Variations in mineralization and chemical types of the waters of "Bogdanka" mine with depth  
 1 - Quaternary, 2 - Upper Cretaceous, 3 - Lower Cretaceous alb, 4 - Jurassic, 5 - Carboniferous, 6 - bounda-  
 ries of the area of variations in waters mineralization, 7 - statistically averaged diagram of mineraliza-  
 tion variations with depth

oną głównie koncentracją chlorków. Do obserwacji zmian mineralizacji wód w trakcie drążenia wyrobisk można więc wykorzystać oznaczenia tego jonu.

Jak wynika z dołowych obserwacji hydrogeologicznych w wyrobiskach drążonych, na poziomie 864, 920 i 960, pomijając wpływy z otworów drenażowych w rejonie ściany wydobywczej w pokładzie 382, obserwujemy bardzo małe wycieków i wpływów, a nawet wykropleń. Dlatego też do rozpoznawania strefowości hydrogeochemicznej można z powodzeniem wykorzystać badania roztworów porowych.

Pierwsze badania zapoczątkowane przed kilku laty [14], a także późniejsze prace prowadzone pod kierunkiem autorów potwierdzają tę możliwość. Uzyskiwano bowiem dużą zgodność wyników badań wód wolnych z wynikami badań roztworów porowych. Brak uskoków na drodze dotychczas drążonych wyrobisk, a nawet większych spękań wodonośnych nie pozwolił na razie na praktyczną weryfikację proponowanej metody.

Należy sądzić, że pozwolą na to dopiero wyniki badań w wyrobiskach prowadzonych do granic obszaru górniczego, które poprowadzone są wzdłuż uskoków o stosunkowo dużych zrzutach. Strefy tych uskoków mogą się okazać strefami uprzywilejowanymi dla descenzji lub ascenzji wód.

Próby zastosowania badań roztworów porowych do rozpoznawania poziomej strefowości hydrogeochemicznej zostały podjęte także na obszarze GZW w kopalniach "Staszic" i "Silesia". Uzyskane wstępne rezultaty rojują nadzieję na szersze praktyczne wykorzystanie tego typu badań. Wymaga ono jednak wcześniejszego przeprowadzenia systematycznych, długotrwałych badań wstępnych w wytypowanych kopalniach. Ich zaprogramowanie jest trudne z podanych poniżej względów. Po pierwsze, badania winny być prowadzone w warunkach górotworu nie naruszonego eksploatacją górniczą z zachowanym naturalnym układem strefowości hydrogeochemicznej. Po wtóre, pozytywnych wyników badań należy oczekiwać tylko w takich sytuacjach, w których możliwe jest pojawianie się lokalnego wysłodzenia wód porowych na szerszym tle wód bardziej zmineralizowanych.

Największe możliwości skutecznego zastosowania opisywanej metody ryśują się zatem w strefie hydrochemicznej przejściowej poniżej strefy występowania wód słodkich i akretalnych, a powyżej strefy wód słonych i solanek. W warunkach GZW takie możliwości autorzy widzą w kopalniach jego wachodniej części, siódła głównego i części niecki głównej, w przedziale głębokości od około 300 do 500 m. Nie rojuje ona natomiast możliwości uzyskania pozytywnych efektów w części GZW nakrytej grubym płaszczem osadów miocenu.

Jak już wspomniano poprzednio, ze względu na metodykę uzyskiwania roztworów porowych podstawowym składnikiem wód porowych, który mógłby być do badań wykorzystany, jest jon chlorkowy, a także mineralizacja ogólna.

Pozytywne rezultaty takich badań i ich wdrożenie do praktyki górniczej mogłyby przynieść co najmniej dwie ważne korzyści, a mianowicie:



- uzyskanie taniego i szybkiego sposobu rozpoznawania niektórych przypadków zagrożenia wodnego,
- możliwość zrezygnowania z części wierconia kosztownych, pracochłonnych otworów badawczych, których koszt niekiedy przekracza 1 mln złotych/otwór.

Niezależnie od powyższych korzyści badania roztworów porowych pozwalają uściślić model hydrogeochemiczny eksploatowanego przez kopalnię złoża. W konsekwencji mogą być wykorzystywane do prognozowania ładunku soli odprowadzanych wraz z wodami wypompowanymi do cieków powierzchniowych. Ze względu na znany powszechnie problem uciążliwości, jaki stwarzają zrzućty zasolonych wód kopalnianych do Odry i Wisły, sprawa ta nabiera szczególnego znaczenia.

Inny obszar zastosowania opisanej metody to opracowywanie prognoz wpływów składowisk skał płonnych zawierających zasolone wody porowe na wody gruntowe [16].

Jak z powyższego wynika, metoda badań roztworów porowych zasługuje na większe zainteresowanie i zastosowanie w hydrogeologicznej obsłudze kopalń węgla kamiennego, niż to ma miejsce obecnie. Dlatego też celem niniejszego referatu było jej szersze rozpropagowanie.

#### LITERATURA

- [1] Adamczyk A.F.: Strefowość hydrochemiczna w utworach permu kopalni "Pomorzany" i jej związek z występowaniem rejonów zagrożenia wodnego. Praca dyplomowa, maszynopis. IHiGI AGH, Kraków 1974.
- [2] Barański L., Szczepańska J.: Próba określenia zasięgu infiltracji wód osadnikowych w gruntach spoiistych. Technika Poszukiwań 1977, nr 1, s. 27-32.
- [3] Edmunds W.M., Bath A.H.: Centrifuge extraction and chemical analysis of interstitial waters. Environ. Sci. Technol., 1976, nr 10, s. 467-472.
- [4] Gedrojcz K.K.: Chemiczkiej analizy poczw. Izd. Selchoegiz, Moskwa 1935.
- [5] Herzig J.: Charakterystyka zasolenia chlorkowego pokładów węgla i skał otaczających w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Praca doktorska, maszynopis. IHiGI AGH, Kraków 1985.
- [6] Jureczko J.: Warunki hydrochemiczne w obrębie utworów permotriasowych południowo-zachodniej części monokliny przedsudeckiej na tle badań roztworów porowych skał. Prace Geol. Kom. Nauk. Geol. PAN, nr 122, 1981.
- [7] Kriukow P.A., Nomikow L.J., Siemienow D.J.: Metody śledowania gornych roztworów. Porowyje rastwory i metody ich uczenija, Izd. Nauka i Technika, Mińsk 1968.
- [8] Motyka J., Niewdana J., Witczak S.: Hydrochemiczna metoda przewidywania zawodnionych stref uskokowych w warunkach jednej z kopalń cynku i ołowiu. Zeszyty Nauk. AGH 1972, nr 373, Zesz. Specj. 37, s. 141-157.
- [9] Myślińska E.: Wody porowe gruntów spoiistych. Biul. Geol. Uw. t. 17, 1974, s. 73-167.

- [10] Oradowska A.E.: O metodzie opredelenija zasolennosti gornych porod. Trudy laboratorii inzyniernej geologii. WNIJ Wodgeo., Moskwa 1957.
- [11] Rózkowski A., Rudzińska-Zapaśnik T.: Model hydrogeologiczny Centralnego i Północnego Okręgu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Kwart. geol., T. 22, 1978, nr 2, s. 395-414.
- [12] Sztelak J.: Przewidywane zagrożenia wodne projektowanych wyrobisk górniczych w Centralnym Rejonie Węglowym. LXXXVIII Sesja Naukowa IG. Warszawa 1980. Metody i wyniki badań hydrogeologicznych złóż węgla kamiennych w CRWLZW, Wyd. Geol. s. 83-92.
- [13] Twardowska J.: Mechanizm i dynamika ługowania odpadów karbońskich na zwaliskach. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Prace i Studia, 1981, nr 25.
- [14] Wilk Z., Adamczyk A.F., Witczak St.: Badania nad kształtowaniem się chemizmu wód dołowych w kopalni "Bogdanka". W pr. zbior.: "Badania hydrogeologiczne w aspekcie górniczego udostępnienia i rozcięcia złoża kopalni pilotująco-wydobywczej Bogdanka". Maszynopis. SNTI i TPNaft, Kraków 1979.
- [15] Witczak St.: Zastosowanie badań roztworów porowych do określenia stopnia zasolenia wód kopalnianych w warunkach Górnego Śląska. Praca doktorska, maszynopis, IHiGI AGH, Kraków 1971.
- [16] Witczak St. i in.: Zbadanie reaktywności różnych typów dwusiarczków żelaza, zasolenia chlorkowego oraz stopnia zbuforowania skał karbońskich dla różnych formacji geologicznych. Maszynopis, IHiGI AGH, Kraków 1983.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Józef Sztelak

## МЕТОД АНАЛИЗА ПОРОВЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

### Резюме

В работе представлена концепция применения гидрохимического метода, основанного на исследовании поровых растворов для прогнозирования наличия зон водной угрозы. Основным предположением метода является то, что зоны превеликого обмена подземных вод, а тем самым зоны водной угрозы, можно трактовать как потенциальные зоны гидрохимических аномалий.

В работе охарактеризованы применяемые методы получения и исследования поровых растворов. Показано, что в практике горной гидрогеологии можно применять простой метод водных экстрактов. Более подробно оговорен пример применения гидрохимического метода в условиях одной из шахт руд цинка и олова а также возможности его применения в шахтах Любелского и Горносилезского Угольных Бассейнов.

THE METHOD OF ANALYSIS OF PORE SOLUTIONS AS AN INSTRUMENT  
IN MINING HYDROGEOLOGY STUDIES

By Jan, 1960

Summary

In the paper is presented a scheme for the application of hydrochemical method based on the studies of pore solutions for prognosticating of the occurrence of zones of ground water hazards. The principal assumption of the method is that the zones of the privileged exchange of underground waters and thus, the zones of groundwater hazards may be treated as the potential zones of hydrochemical anomalies. The methods of obtaining and studying of pore solutions have been characterized. It has been found that in mining hydrogeological practice, a simple method of water extracts may be used. An example of the application of hydrochemical methods in the conditions of one of the zinc and lead mines has been discussed in more detail, as well as the possibilities of its use in the collieries of the Lublin Coal Basin and the Upper Silesia Coal Basin.

1. WSTĘP

W niniejszym artykule przedstawiono schemat zastosowania metody hydrochemicznej do prognozowania występowania stref zagrożenia wodnym. Głównym założeniem metody jest, że strefy preferencyjnego wymiany wód podziemnych i tym samym stref zagrożenia mogą być traktowane jako potencjalne strefy anomalii hydrochemicznych. Charakterystyka metod uzyskiwania i badania roztworów porowych została przedstawiona. Wykazano, że w praktyce górniczo-hydrogeologicznej można stosować prostą metodę wyciągów wodnych. Szczegółowo omówiono zastosowanie metod hydrochemicznych w warunkach jednej z kopalni miedzi i cynku, a także możliwości jej wykorzystania w kopalniach węgla kamiennego w basenie Lublińskiego i Górnym Śląsku.

2. MATERIAŁY I METODY BADAŃ

W celu zbadania występowania stref zagrożenia wodnym w kopalni miedzi i cynku w województwie śląskim, wykonano badania hydrochemiczne. Do badań wykorzystano próbki roztworów porowych uzyskane z różnych części kopalni. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 1. Wyniki te wskazują na występowanie stref zagrożenia wodnym w niektórych częściach kopalni. Wyniki te mogą być wykorzystane do prognozowania występowania stref zagrożenia wodnym w innych kopalniach w basenie Lublińskiego i Górnym Śląsku.