

PROBLEMY GEOLOGICZNEGO ROZPOZNANIA MINERALIZACJI CYNOWEJ W PAŚMIE KAMIENIECKIM

UKD 553.452.041:552.43:622.345.2''313''(438-35 wałbrzyskie, Krobica-0)

W leżących na N od granitu Karkonoszy gnejsach izerskich występuje kilka wąskich pasm łupków łyszczykowych, ułożonych zgodnie z foliacją gnejsów. W jednym z nich – Paśmie Kamienieckim, znajduje się w okolicach Przeczniczy, Gierczyna i Krobicy interesująca mineralizacja kasyterytowo-siarczkowa. Związana jest ona przestrzennie z łupkami kwarcowo-łyszczykowo-chlorytowymi. Występuje w formie soczewkowatych ciał zmiennej miąższości i długości tworzących dwie nieregularne strefy cynonośne przedzielone serią płonną, również zmiennej grubości (ryc. 1). Zapadają one zgodnie z otaczającymi łupkami stromo ku N pod kątem około 50° (ryc. 2).

Złoże to ma zdecydowanie odrębną budowę od innych złóż rud eksploatowanych obecnie w Polsce. Zaczęto je eksploatować w Gierczynie w początkach XVI w., a największy rozwój wydobywania przypadł na koniec tego wieku. Wedle T. Dziekońskiego w ciągu kilkunastu lat tej działalności górniczej uzyskiwano ok. 23 t cyny rocznie, co było znaczącą ilością w skali europejskiej w owym czasie. Po przerwaniu robót w początku XVII w. wznawiano je w wiekach XVIII i XIX, ale bez większych efektów, głównie ze względu na techniczne przyczyny np. zbyt dużą głębokość eksploatacji, trudności w odwadnianiu itp. W położonej niedaleko od Gierczyna Przeczniczy uruchomiono w 1760 r. kopalnię Anna-Maria dla wydobywania rudy zawierającej związku kobaltu. Kopalnia ta w ciągu trzydziestu lat dawała wg T. Dziekońskiego rocznie 50–70 t farby kobaltowej, używanej do barwienia tkanin. Ilość ta stanowiła w tym czasie ok. 5–10% produkcji światowej.

W XX w. wystąpiło ponownie zainteresowanie złóżem cyny. W okresie wojennym (lata 1938–45) wznowiono roboty górnicze odwadniając i przebudowując stare kopalnie Reicher Trost i Hundsruecken w Gierczynie. Po wojnie w latach 1952–54 Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie prowadziło wiercenia poszukiwawcze w okolicach Gierczyna, które nie dały spodziewanych wyników, ze względu na techniczne trudności wiertnicze. Następnie wykonywano (w ramach przemysłu metali nieżelaznych) prace górnicze w starych kopalniach w Gierczynie zakończone opracowaniem dokumentacji geologicznej.

Kolejny etap badań (po 1958 r.) realizował Instytut Geologiczny. Wynikiem końcowym tych prac były dokumentacje geologiczne w kat. C₂: Krobica, Krobica-Wschód i Gierczyn opracowane w Oddziale IG we Wrocławiu. Ostatnio wykonana w 1984 r. przez Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu dokumentacja geologiczna miała za zadanie przeklasyfikować – na podstawie nowych, licznych wierceń rozpoznawczych i robót górniczych – zasoby udokumentowane przez IG w kat. C₂ do kategorii C₁. Dokumentacja ta, KROBICA w kat. C₁+C₂ z 1984 r. wykazała, że po zagęszczeniu siatki wierceń w kat. C₁ do 150–100 m (przy pominięciu jednak robót górniczych) wystąpiły ogromne różnice w wielkości zasobów w porównaniu do dokumentacji w kat. C₂ opracowanej na tym samym obszarze przez Oddział Dolnośląski IG. Zasoby metalu uległy zmniejszeniu prawie 3-krotnie, a zasoby rudy cyny prawie 2,5-krotnie. Różnice te wynikły z zastosowania w kat. C₂ niewłaściwych metod rozpoznania – zbyt rzadkiej sieci wyrobisk rozpoznawczych (500–600 m po rozciągłości i 150–300 m po upadzie) do wysoce skomplikowanych warunków złoża.

Przytoczone fakty wskazują na potrzebę przeanalizowania dotychczasowych sposobów dokumentowania tak trudnego do zbadania złoża i opracowania takiej metody badań geologicznych, której wyniki pozwalałyby w sposób pewny wyjaśnić budowę geologiczną złoża oraz ocenić wartość gospodarczą i możliwość jego opłacalnej eksploatacji. W tym artykule na podstawie analizy formy i budowy złoża oraz dotychczasowych prac rozpoznawczych autorzy przedstawiają propozycję programu prac rozpoznawczych, którego realizacja umożliwiłaby wyjaśnienie zagadnień złożowych niezbędnych dla podjęcia decyzji o jego eksploatacji.

WARUNKI GEOLOGICZNE ZŁOŻA RUD CYNY KROBICA

Interesująca z punktu widzenia gospodarczego mineralizacja kasyterytowa występuje w obrębie prekambryjskich łupków Pasma Kamienieckiego należących do metamorfiku izerskiego, tworzącego północną okrywę granitu karkonoskiego. Metamorfik izerski składa się głównie z

gnejsów i granitognejsów, wśród których występują rozciągające się równoleżnikowo wąskie pasma łupków łyszczykowych, kolejno od S:

- łupki Wysokiego Grzbietu, w bezpośrednim sąsiedztwie granitu karkonoskiego,
- łupki Pasma Kamienieckiego z mineralizacją kasyterytowo-siarczkową,
- łupki rejonu Giebułtówka–Mirska o ograniczonym rozprzestrzenieniu,
- łupki rejonu Radoniowa–Lubomierza zachowane szczątkowo, oraz
- łupki rejonu Złotnik Lubańskich–Gryfowa.

Gnejsy reprezentują wiele odmian strukturalnych i w mniejszym stopniu petrograficznych. Wzajemne przejścia między poszczególnymi odmianami są ciągłe, a kontakty trudne do przesłedzenia. Rozciągłość serii gnejsowych jest zgodna z biegiem pasm łupkowych.

W obrębie skał metamorfiku izerskiego występują liczne różne utwory żyłowe: kersantyty, spessartyty, bazyalty oraz żyły kwarcu ułożone na ogół zgodnie z rozciągłością serii skalnych. Częste są również wkładki skał amfibolitytowych. Charakterystyczną skałą w bloku izerskim są leukogranity. Występują one przeważnie wzdłuż południowych granic pasm łupkowych. Pogląd, że gnejsy izerskie tworzy zespół poligeniczny, który powstał częściowo przez granityzację serii suprakrustalnej, częściowo przez deformację granitów intruzywnych wydaje się być obiektywny. Łupki łyszczykowe stanowią zmetamorfizowane fragmenty serii osadowych.

Badana strefa okruszczenia kasyterytem Gierczyn–Krobica znajduje się w środkowozachodniej części Pasma Kamienieckiego (ryc. 1), największego i najbardziej urozmaiconego petrograficznie z pasm łupkowych. Rozciąga się ono w przybliżeniu równoleżnikowo na długości ok. 30 km i szerokości do 1 km od miejscowości Łaźne–Liberda w Czechosłowacji poprzez Czerniawę Zdrój, Krobicę, Gierczyn, Starą Kamienicę do Wojcieszyc k. Jeleniej Góry. Występują w nim łupki łyszczykowo-chlorytowo-kwarcowe w różnych modyfikacjach, niekiedy z granatami, chlorytoidem, dystenem i kasyterytem, rzadziej łupki kwarcytowe i rzadko skały wapienno-krzemianowe, gnejsy i leptynity. Ku N łupki przechodzą stopniowo w gnejsy poprzez łupki sfeldspatyzowane i następnie gnejsy cienkolaminowane, częściowo z wkładkami różnych odmian łupków kwarcytowych. Od S w rejonie Krobicy i Gierczyna na kontakcie z łupkami obserwuje się cienkolaminowane gnejsy często ułożone na przemian z leukogranitami i łupkami łyszczykowymi.

Zróznicowanie petrograficzne łupków zwykle ujawnia się w formie stref o przebiegu równoleżnikowym, a same łupki zapadają pod kątem 45–60° ku N. W środkowej części pasma występują ławice łupków kwarcowo-chlorytowo-łyszczykowych z porfiroblastami granatów o średnicach powyżej 4 mm. Pozwala to wyróżnić tę serię makroskopowo przy profilowaniu rdzeni wiertniczych (ryc. 2 i 3). W tej środkowej części łupków występuje okruszczenie kasyterytowo-siarczkowe jak również ławice łupków bogatych w laminy i płaskie soczewki szklistosinych kwarców. Miąższość poziomów łupków z granatami jest zmienna – od kilkunastu centymetrów do kilku nawet metrów. Długość ich nie jest dokładnie poznana. Liczba poziomów z granatami jest zmienna w poszczególnych przekrojach (od kilkunastu do kilkudziesięciu). Zmienna jest również ilość i wielkość porfiroblastów granatu.

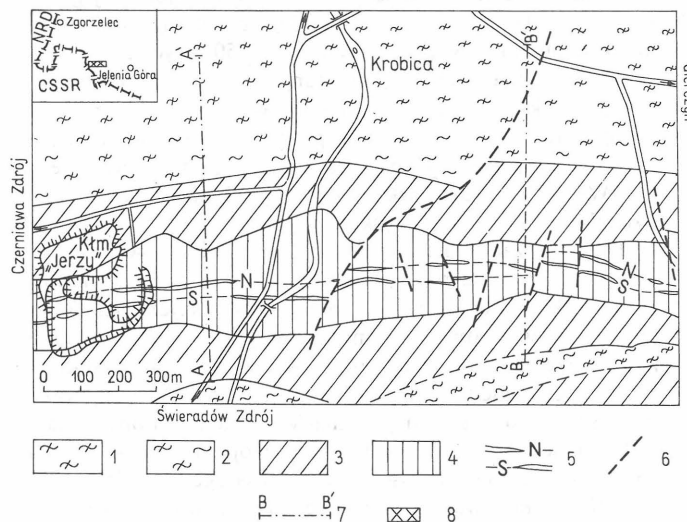
Nagromadzenia kwarcu szklistosinego mają formę lamin grubości 0,1–1 cm i płaskich soczewek grubości 1–5 cm. Partie łupków bogatych w tak wykształcony kwarc

mają miąższość od kilku centymetrów do dwóch metrów. Ilość i częstość występowania lamin kwarcowych jest bardzo zmienna, od pojedynczych do bardzo licznych lamin i soczewek stanowiących nawet powyżej 90% objętości skały.

Tektonika łupków Pasma Kamienieckiego w zasadzie nie odbiega od tektoniki pozostałych serii metamorfiku izerskiego. Z badań terenowych wynika, że łupki te wykazują podobne kierunki foliacji, osi fałdów i struktur liniowych. Bieg łupków oscyluje w przedziale 80°–120°, a upad 45–65° ku N. Badając rdzenie wiertnicze stwierdzono na różnych głębokościach objawy tektoniczne – zbrekcjonowanie skał, spękania, szczeliny tektoniczne wypełnione miazgą skalną i gliną. Ze względu na monotonne wykształcenie serii skalnych, a w związku z tym brak poziom odniesienia, określenie zrzutu uskoku jest bardzo utrudnione.

KSZTAŁT I BUDOWA GEOLOGICZNA ZŁOŻA

Badane okruszczenie kasyterytem związane z środkową częścią łupków kwarcowo-chlorytowo-łyszczykowych Pasma Kamienieckiego występuje w formie dwóch głównych, najsilniej okruszczonych stref rudnych (górną „N” i dolną „S”) oraz lokalnie występujących nadstref i podstref (ryc. 2 i 3). Strefy te rozciągają się równoleżnikowo z niewielkimi tylko odchyleniami od kierunku W–E i zapadają na N pod kątem 45–55°, w sąsiedztwie wschodni zwiększającym się miejscami do 60–70°. Strefy te można śledzić w sensie geologicznym, na całym obszarze objętym badaniami. Bardzo zmienna jednak intensywność okruszczenia oraz miąższość tych stref powoduje, że tylko w części wyrobisk rozpoznawczych stwierdzono okruszczenie cyną interesujące gospodarczo. Bi-



Ryc. 1. Geologiczna mapa Pasma Kamienieckiego w rejonie Gierczyna–Krobicy.

1 – gnejsy oczkowe, 2 – gnejsy cienkolaminowane, 3 – łupki łyszczykowo-kwarcowe, 4 – łupki łyszczykowo-kwarcowe z granatami i chlorytem, 5 – wschodnie stref rudnych, 6 – uskoki, 7 – linie przekrojowe, 8 – obszar badań.

Fig. 1. Geological map of the Pasma Kamienieckie Range in the Gierczyn–Krobica region.

1 – eye gneisses, 2 – thin-laminated gneisses, 3 – micaceous-quartz schists, 4 – micaceous-quartz schists with garnets and chlorite, 5 – outcrops of mineralized zones, 6 – faults, 7 – lines of cross-sections, 8 – studied area.

lansowe i pozabilansowe strefy rudne szybko wyklinowują się zarówno po rozciągłości, jak i po upadzie, przyjmując kształty płaskich soczew.

W wyniku tego złożo rozczłonkowane jest na szereg odrębnych elementów o niewielkich rozmiarach trudnych, a niekiedy niemożliwych, do okonturowania siecią otworów rozpoznawczych wierconych z powierzchni. Sytuację dodatkowo komplikuje tektonika uskokowa. Serie złożowe pocięte są uskokami poprzecznymi i podłużnymi względem rozciągłości (ryc. 1) o rzutach od kilku do kilkudziesięciu metrów. Jak wykazały roboty górnicze w starej kopalni Gierczyn oraz badania w kamieniołomie „Jerzy” strefy okruszczowane kasyterytem wykazują tendencje do ścieniania i nabrzmiwania, rozszczepiania i łączenia się, wzbogacania i zubożania okruszczowania. Zmiany te następują często na odcinkach rzędu kilku metrów.

Strefy rudne, w ogólnym ujęciu, występują równoległe do siebie. Odległość między nimi w rozpoznanym obszarze waha się od 11 do 53 m. Oprócz głównych stref z okruszczowaniem kasyterytowym lokalnie występują tzw. nadstrefy (leżące powyżej głównych stref) i podstrefy rudne (leżące poniżej głównych stref) (ryc. 2 i 3). Nie mają one praktycznie znaczenia gospodarczego. Maksymalna odległość pionowa między skrajnymi strefami okruszczowanymi cyną dochodzi do 84 m. Udział otworów rozpoznawczych, które stwierdziły bilansową lub pozabilansową mineralizację cynową w zbadanym obszarze, wynosi 57% dla strefy górnej „N” i 48,9% dla strefy dolnej „S”.

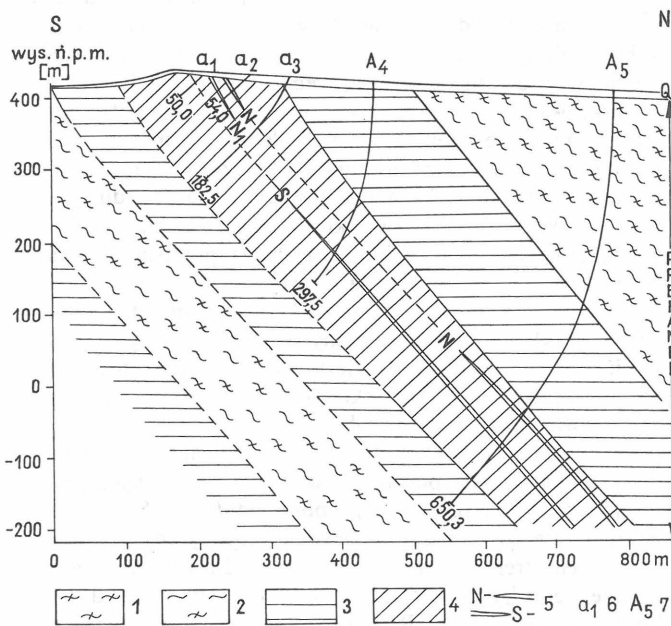
Złożo bilansowe i pozabilansowe w każdej ze stref występuje w kilkunastu odrębnych „polach”. Powierzchni

niowy współczynnik ciągłości złoża w strefie górnej „N” wynosi 57,5% (w tym dla złoża bilansowego 31,3%), a w strefie dolnej „S” 50,8% (w tym dla złoża bilansowego tylko 19,6%). Powierzchnie poszczególnych „pól” bilansowych wynoszą w zbadanym obszarze od 2800 do 59 000 m². Pola bilansowe i pozabilansowe rozdzielone są powierzchniami z niewielkimi zawartościami cyny lub tylko ze śladami mineralizacji cynowej. Miąższość złoża bilansowego w obu strefach rudnych waha się od 1 m (minimalna wartość wymagana kryteriami bilansowości) do ok. 3,3 m, średnio 1,31 m.

MINERALIZACJA CYNĄ I JEJ ZMIENNOŚĆ

Strefy zmineralizowane kasyterytem składają się głównie z łupków kwarcowo-łyszczykowo-chlorytowych, łupków chlorytowych i łyszczykowo-kwarcowo-chlorytowych, często ze znaczną ilością porfiroblastów granatów oraz lamin i soczewek szklistosiniego kwarcu.

Kasyteryt wykształcony jest w formie bardzo drobnoziarnistej. Najczęściej spotykane ziarna mają średnicę od 10 do 140 μm, a maksymalną do 300 μm. Wagowo największy udział mają ziarna większe od 150 μm (w strefie „N” – 46%, w strefie „S” – 63%) i następnie w klasie 60 – 150 μm (w strefie „N” – 39% i strefie „S” – 35%). Ziarna mają zarysy nieregularne, hipautomorficzne, owalne, rzadziej maczugowate, ułożone dłuższą osią zgodnie ze złupkowaniem skały. Kasyteryt może występować w postaci pojedynczych ziarn lub skupień ziarn tworzących formy nieregularne, groniaste lub soczewkowate. Koncentruje się on w soczewkach i laminach chlorytowych, rzadziej kwarcowych. Skupienia jego nie przecinają, a jakby rozpychają blaszki chlorytu. Często obserwuje się kasyteryt w ziarnach granatu, gdzie tworzy skupienia w obrę-

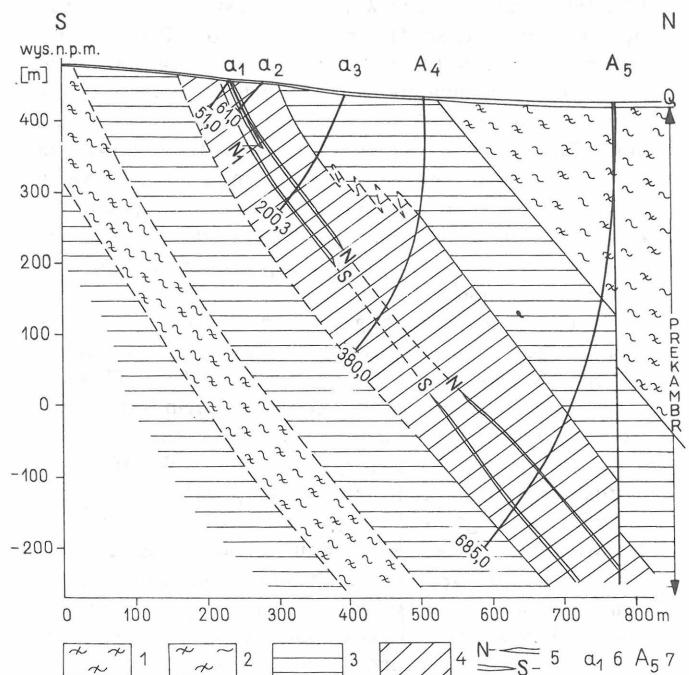


Ryc. 2. Przekrój geologiczny A–A' po upadzie przez Pasma Kamienieckie.

1 – gnejsy oczkowe, 2 – gnejsy cienkolaminowane, 3 – łupki łyszczykowo-kwarcowe, 4 – łupki łyszczykowo-kwarcowe z granatami i chlorytem, 5 – strefy rudne, 6 – otwór kierunkowy, 7 – otwór pionowy (skrzywiony).

Fig. 2. Geological cross-section A–A' (along dip) through the Pasma Kamienieckie Range.

1 – eye gneisses, 2 – thin-laminated gneisses, 3 – micaceous-quartz schists, 4 – micaceous-quartz schists with garnets and chlorite, 5 – mineralized zones, 6 – directional drilling, 7 – vertical (curved) drilling.



Ryc. 3. Przekrój geologiczny B–B' po upadzie przez Pasma Kamienieckie.

Objaśnienia jak przy ryc. 2.

Fig. 3. Geological cross-section B–B' (along dip) through the Pasma Kamienieckie Range.

Explanations as given in Fig. 2.

bie szczelin lub rozproszony jest w nich w postaci drobnych ziarenek o nieregularnych kształtach. Pojedyncze, drobne ziarna kasyterytu spotyka się także w całej skale.

Oprócz kasyterytu w łupkach występują w niewielkich ilościach inne minerały kruszcowe: piryty, pirotyt, chalkopiryty, bizmutyn, bizmut rodzimy, sfaleryt, arsenopiryty, galena, nikielin, kowelin, tennanty, bornit, pentlandyt oraz dość powszechnie ilmenit. Minerale kruszcowe tworzą najczęściej formy soczewek, lamin i smug. Okruszcowanie łupków typu falbandowego ma charakter pseudopokładowy. Występuje również mineralizacja rozproszona. Ten sposób mineralizacji powoduje, że skupienia kruszców są bardzo nieregularne – na niewielkich odległościach obserwuje się dużą zmienność miąższości oraz intensywności i charakteru okruszcowania, a nawet przejścia od stref z bogatym okruszczeniem do stref ubogich.

Procentowa zawartość cyny w badanych próbkach wykazuje duże wahania. W interwałach bilansowych obok próbek o zawartości kilku procent (maks. zawartość w interwale 0,2 m wyniosła 16,8% Sn) występują próbki z zawartością śladową cyny. Ogólnie stwierdzono, że zawartość cyny w złożu bilansowym w poszczególnych otworach wiertniczych waha się od 0,17% (graniczna wartość wg kryteriów bilansowości) do 1,41%, średnio dla całego zbadanego bilansowego obszaru złoża 0,39%. Współczynnik zmienności okruszcowania złoża bilansowego (obliczony na podstawie wyników badań interwałów opróbowania 0,2 m) wynosi 135% dla strefy złożowej dolnej „S” i 149% dla strefy górnej „N”, średnio dla obu stref 147%. Obliczone współczynniki zmienności znajdują się w 4 grupie ($v = 100 - 150\%$) skali zmienności (bardzo duża zmienność parametru).

Kasyteryt koncentruje się głównie w określonych strefach okruszcowania, natomiast lokalne koncentracje siarczków (nie wykazujących związków z kasyterytem) spotyka się w obrębie całej środkowej partii łupków. Podwyższone zawartości Co i Ni (maks. do 0,14% z odcinka opróbowania 0,2 m) występują sporadycznie z tendencją do grupowania się między strefami okruszczowanymi cyną i ponad nimi. Podwyższone zawartości Cu (do 1,7% z odcinka 0,2 m) są dość liczne i wykazują tendencję do grupowania się między strefami okruszcowania cyną oraz pod nimi. Ze względu na rozproszony charakter i niskie zawartości metali koncentracje siarczków nie przedstawiają większej wartości przemysłowej.

Wstępne badania wzbogacania rudy cyny z rej. Krobicy prowadzone na stołach koncentracyjnych oraz metodą flotacji wykazały jej trudną wzbogacalność. Spowodowane to jest jej zróżnicowanym składem mineralnym, a szczególnie bardzo drobnym uziarnieniem kasyterytu. Uzyskane w tych badaniach wyniki (uzysk kasyterytu ok. 50% i zawartość cyny w koncentracji ok. 40%) wskazują na konieczność dalszego prowadzenia intensywnych i wszechstronnych badań nad opracowaniem doskonalszych metod wzbogacania. Jest to podstawowy warunek dla zapewnienia gospodarczej opłacalności ewentualnej przyszłej eksploatacji tego złoża. W trakcie badań stwierdzono, że lepiej wzbogacają się rudy o przewadze kwarcu nad chlorytem. Ponadto istnieje możliwość uzyskania niewielkich ilości koncentratów: ilmenitowo-magnetytowego oraz siarczkowego, zawierającego głównie piryty i chalkopiryty. Możliwe jest również wykorzystanie odpadów z procesów wzbogacania jako surowca do produkcji posypek papowych i mączek mineralnych.

Na podstawie wykonanych badań można wnioskować, że w wyrobiskach górniczych przyszłej kopalni rud cyny nie wystąpią poważniejsze zagrożenia hydrogeologiczne

i inne. Niemniej opisywane złożo będzie trudne dla działalności górniczej, ze względu m.in. na:

- brak ciągłości złoża i jego występowanie w formie płaskich soczew, zlokalizowanych w dwóch strefach rudnych, odległych od siebie w pionie o kilkanaście do kilkudziesięciu metrów;

- brak makroskopowego zróżnicowania rudy cyny i skały płonnej – powoduje duże trudności w okonturowaniu stref okruszczowanych, wpłynie to również na wzrost strat eksploatacyjnych i zubożenie rudy;

- bardzo duży współczynnik zmienności (ok. 150%) intensywności okruszcowania cyną;

- stromy upad złoża (średnio ok. 50°), zaburzony ponadto uskokami oraz lokalnymi załańdowaniami.

Te informacje dodatkowo podkreślają konieczność dokładnego rozpoznania złoża, w celu zmniejszenia ryzyka górniczego przy przystępowaniu do przemysłowej eksploatacji.

PROBLEMY ZWIĄZANE Z GEOLOGICZNYM ROZPOZNANIEM OKRUSZCOWANIA KASYTERYTEM

Przedstawiona geologiczna charakterystyka okruszczenia kasyterytem w rejonie Krobicy jest reprezentatywna w ogólnym ujęciu dla całej strefy cynonośnej sięgającej dalej w kierunku wschodnim poza Przecznicę. Najważniejszymi cechami tego okruszczenia (z punktu widzenia prac rozpoznawczych) są:

1. Stromy upad stref złożowych, cynonośnych (ok. 50° ku N) powodujący szybki wzrost głębokości zalegania złoża w miarę oddalania się od wychodni. Pociąga to za sobą konieczność rozwiercania złoża otworami kierunkowymi, wierconymi tak, aby przebijały prostopadle strefę okruszczowaną. Od głębokości ok. 200 m mogą to być otwory pionowe, ponieważ ze względu na stromy upad i litologię przewiercanych warstw ulegają one samoczynnemu skrzywieniu w kierunku przeciwnym do upadu tych warstw (ryc. 2 i 3). W związku z tym rozpoznanie złoża (szczególnie w wyższych kategoriach) za pomocą wierceń może mieć sens jedynie w pasie przyległym do wychodni. W innym razie mielibyśmy ogromny wzrost metrażu wierceń – praktycznie niewykonalny. W głębszych partiach, poniżej 100–150 m, złożo należy rozpoznawać wyrobiskami górniczymi oraz dodatkowo wierceniami dołowymi wykonywanymi z tych wyrobisk.

2. Duża złożoność kształtu i budowy złoża rud cyny spowodowana występowaniem dwóch stref rudnych oddzielonych strefą płonną o grubości od 11 do 53 m. Ponadto występowanie okruszczenia kasyterytem (w obrębie owych stref rudnych) w postaci wydłużonych soczew o zmiennej miąższości (maks. do 3,3 m) i długości od kilku do kilkuset metrów. Również koncentracja cyny w poszczególnych soczewach, a nawet ich częściach jest bardzo zmienna. Dodatkowe utrudnienie stanowi bardzo drobne uziarnienie kasyterytu rzędu 10–140 μm i spowodowana tym niemożliwość odróżnienia makroskopowego rudy cyny od skały płonnej. Ta złożona budowa złoża jest jeszcze skomplikowana postmineralizacyjnymi dyslokacjami uskokowymi oraz lokalnie występującymi tzw. „nadstrefami” i „podstrefami” rudnymi.

Tak skomplikowany kształt i budowa złoża wymaga zastosowania odpowiednio dokładnych metod rozpoznania. Przyjęta w przepisach o ustalaniu zasobów złóż kopalni stałych – CUG 1980 r. gęstość siatki wierceń wynosi dla złóż cyny w III grupie: dla kat. C₂ 400–200 m i dla kat. C₁ 200–100 m. W świetle przedstawionych faktów

jest to siatka zbyt rzadka dla tego typu złoża. Przykładowo można za A.A. Jakżinem przytoczyć, że dla podobnych złóż cyny w ZSRR stosuje się w II grupie dla kat. C_1 odległości wyrobisk po rozciągłości 80 m, a po upadzie 40 m, a dla III grupy odległości po rozciągłości i upadzie 30–40 m z równoczesnym obowiązkiem wykonywania górniczych wyrobisk rozpoznawczych.

Należy wspomnieć, że próbne obliczenia siatki wierceń dla złoża Krobica z wykorzystaniem współczynnika zmienności okruszczenia $V_{sr} = 147\%$ dały odległości między otworami dla kat. C_2 – 136 m, a dla kat. C_1 – 85 m czyli dwukrotnie mniejsze niż podaje wspomniana instrukcja. Pytanie – czy zastosowanie takiej gęstej siatki wyjaśni wszystkie problemy geologiczne tego złoża – uzyska odpowiedź negatywną. Zagęszczenie siatki wierceń wpływa w takim przypadku na dokładność rozpoznania w stopniu znacznie mniejszym niż wynosi wzrost kosztów tego rozpoznania. Zastosowanie tak gęstej siatki jest możliwe wyłącznie w strefie przyległej do wychodni, gdzie głębokość zalegania złoża nie przekracza 100 m. Właściwe wyjaśnienie tych zagadnień można osiągnąć tylko przy użyciu podziemnych robót górniczych.

3. Bardzo drobne uziarnienie kasyterytu utrudniające opracowanie właściwych (uzysk kasyterytu i jakość koncentratu) metod wzbogacania rudy. Dla dokładniejszego

określenia kształtu złoża, jego zmienności oraz pobrania odpowiednio dużych próbek rudy dla prowadzenia szczegółowych badań procesów wzbogacania na skalę przemysłową – konieczne jest wykonanie w trakcie prac rozpoznawczych określonej ilości górniczych wyrobisk podziemnych w formie upadowych czy szybów pochyłych (po upadzie złoża) oraz chodników (po jego rozciągłości) (ryc. 4). Badania wykonane w wyrobiskach górniczych, odsłaniających duże partie złoża, uzupełnione dołowymi wierceniami mogą dać odpowiedź o możliwościach i opłacalności eksploatacji i przeróbki rud cyny.

PROPOZYCJE WŁAŚCIWEJ METODYKI ROZPOZNANIA MINERALIZACJI CYNOWEJ

Praktyczne doświadczenia uzyskane w trakcie rozpoznania złoża rud cyny Krobica do kat. C_1 oraz zasady dobrej praktyki geologicznej, niezbędnej przy poprawnym rozpoznawaniu złóż, pozwoliły nam zaproponować metodykę wykonywania prac geologicznych w Paśmie Kamienieckim, pozwalającą właściwie rozpoznać złożo rud cyny oraz ocenić możliwość jego opłacalnej eksploatacji.

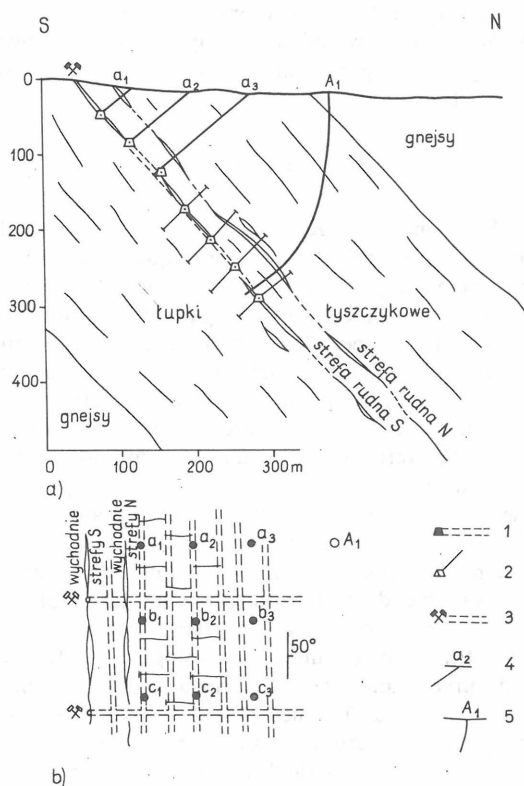
1. We wstępnym etapie badań należało, opierając się na wynikach dotychczasowych prac: geofizycznych, geochemicznych i geologicznych, a także na informacjach ze starych robót górniczych (uzupełnionych niezbędnymi badaniami dodatkowymi) określić przestrzenny rozkład koncentracji mineralizacji cynowej oraz kobaltowej w całym 8 km odcinku Pasma Kamienieckiego między Przecznicą na E a Łęczyną na W (dalsze posuwanie się na W nie byłoby wskazane, ze względu na ochronę wód mineralnych Czerniawy Zdroju).

2. Na podstawie uzyskanych we wstępnym opracowaniu danych o rozmieszczeniu podwyższonych koncentracji cyny należało wytypować najbardziej interesujące odcinki Pasma Kamienieckiego do rozpoznania w kategorii C_2 . Rozpoznanie to należało wykonać w odpowiednio wyliczonej (ok. 150 m) siatce wyrobisk wiertniczych w wąskiej bezpośrednio przyległej do wychodni złoża strefie, gdzie głębokość jego zalegania nie przekracza 150–200 m.

3. Wykorzystując informacje z wykonanych w ten sposób dokumentacji do kat. C_2 o najbogatszych odcinkach złoża należało wytypować optymalny obszar do rozpoznania w kat. C_1 . Powinien on znajdować się gdzieś w okolicy Gierczyna, na co wskazywała większość przesłanek geologicznych, a nie Krobica.

4. Rozpoznanie do kategorii C_1 (pozwalającej na projektowanie kopalni) należy wykonywać według następującej ogólnej zasady (ryc. 4). Duży upad złoża sugeruje konieczność ograniczenia rozpoznania otworami wiertniczymi (kierunkowymi) do głębokości rzędu 100–150 m. Siatka wierceń właściwa dla tego złoża powinna być wyznaczona na podstawie zmienności jego parametrów i sprawdzona na niewielkim poligonie badawczym rozwiązanych otworami w kolejno coraz to mniejszych odległościach. Wyniki tego otworowego etapu badań do kat. C_1 powinny być podstawą wyboru obszaru do drugiego etapu rozpoznania do kat. C_1 – wyrobiskami górniczymi uzupełnianymi wierceniami podziemnymi. Wyrobiska te: pochyłe szyby, upadowe, chodniki itp. powinno się prowadzić w strefie rudnej dolnej „S” tak, aby spełniały rolę:

- wyrobisk rozpoznawczych umożliwiających szczegółowe zbadanie złoża,
- wyrobisk udostępniających i przygotowawczych dla rozpoczęcia pilotowej jego eksploatacji, która ma dostarczyć znacznych ilości rudy potrzebnej do opracowania



Ryc. 4. Schemat proponowanego sposobu rozpoznania złoża: a – przekrój schematyczny, b – schemat wyrobisk w płaszczyźnie strefy rudnej „S”.

1 – chodniki (poziome), 2 – otwory wiertnicze (dołowe), 3 – szyby pochyłe lub upadowe, 4 – otwory kierunkowe, 5 – otwory pionowe (skrzywione).

Fig. 4. Scheme of the proposed mode of survey of the deposit: a – sketch cross-section, b – scheme of the proposed mining works in the plane of the mineralized zone „S”.

1 – galleries (horizontal), 2 – drillings (from mining works), 3 – shafts (inclined or oriented along dip), 4 – directional drillings, 5 – vertical (curved) drillings.

właściwej technologii jej przeróbki oraz informacji o realnych kosztach robót górniczych i przerobczych niezbędnych dla gospodarczej oceny opłacalności całego przedsięwzięcia.

Górną serię rudną „N” należy badać głównie wierceniami dołowymi z wyrobisk górniczych prowadzonych w serii dolnej „S” (ryc. 4). Rozpoznanie głębszych partii złożeń (poniżej 250 m) powinno być realizowane sukcesywnie (w przyszłości) w miarę wybierania płytszych jego partii. Dla perspektywicznej oceny zasobów występujących głębiej należy wykonywać pojedyncze otwory penetracyjne rozmieszczane w większych odległościach po rozciągnięciu i po upadzie.

ZAKOŃCZENIE

W podsumowaniu należy zwrócić uwagę na kilka istotnych zagadnień. Badania mineralizacji cynowej w rejonie Przecznicza – Gierczyn – Krobica prowadzone z różnym nasileniem w ubiegłych latach przez różnych wykonawców nie mogły dać spodziewanych wyników, ponieważ projektowano je w sposób nie uwzględniający odrębności tego złoża od innych złóż rud (np. miedzi, cynku i ołowiu eksploatowanych w Polsce) zarówno w budowie geologicznej, jak również w dziedzinie techniczno-ekonomicznej.

Przy zapotrzebowaniu krajowym na cynę wynoszącym rocznie kilka tysięcy ton, uzyskanie własnej produkcji rzędu kilkuset ton – po cenie odpowiadającej cenom rynkowym na świecie – ma istotne znaczenie gospodarcze. U uruchomienie niewielkich kopalni w strefie wychodni (tak jak to proponuje się w artykule) służyłoby takiemu celowi. Oczywiście jest, że najpierw należy zmienić dominującą w naszym górnictwie tendencję do skupiania uwagi wyłącznie na bardzo dużych „przedsięwzięciach”. Typ budowy geologicznej złoża, jaki reprezentuje strefa cynośna Przecznicza – Gierczyn – Krobica, wyklucza praktycznie możliwość budowy dużych kopalni. Należy więc, dostosowując się do warunków geologiczno-złożowych, wnikliwie zbadać, pod względem geologiczno-górnictwem oraz ekonomicznym możliwość budowy takich małych kopalni o rocznym wydobyciu 50–200 tys. t rudy (100–400 t cyny przy średniej zawartości 0,2% Sn w rudzie).

Zasadniczym problemem dla gospodarczego wykorzystania opisywanego złoża jest opracowanie opłacalnej metody wzbogacania tych bardzo drobnoziarnistych i niskoprocentowych rud cyny. Ze względu na uziarnienie kasyterytu (ϕ 10–140 μ m) powszechnie stosowane grawitacyjne metody wzbogacania nie zdają egzaminu (zbyt niskie uzyski). Należy więc prowadzić wnikliwe badania dla opracowania metod dających wyższe uzyski, zapewniające opłacalność procesu.

Należy też wyjaśnić problem „kryteriów bilansowości” złoża rud cyny Pasma Kamienieckiego. Obecne są technicznie i ekonomicznie nieuzasadnione, ponieważ opracowane zostały bez realnych danych. Proponuje się, aby za wystarczające kryterium dla pilotowej eksploatacji przyjąć opłacalność produkcji cyny w relacjach światowych cen rynkowych (obecnie 1 t cyny kosztuje ok. 12 000 dolarów US). Zmiany wymaga również obecnie stosowany zakres laboratoryjnych badań rud w trakcie prac geologiczno-rozpoznawczych.

W wyniku przedstawionych rozważań ramowy plan rozpoznania złóż rud cyny Pasma Kamienieckiego powinien zawierać następujące etapy:

1. Wykonanie geologicznych badań w pasie przyległym do wychodni wzdłuż całego odcinka Przecznicza –

Gierczyn – Krobica, w celu wybrania najbardziej perspektywicznych obszarów okruszczonych cyną.

2. Przeprowadzenie w wybranych (najlepszych) obszarach szczegółowego rozpoznania wierceniami, a następnie robotami podziemnymi, górniczymi najpierw do kat. C₂, a potem C₁. Prace górnicze rozpoznawcze powinny przekształcić się w pilotową kopalnię, umożliwiającą zebranie praktycznych doświadczeń, dotyczących eksploatacji złóż oraz przeróbki rud cyny.

3. Jeżeli wyniki pilotowej kopalni połączonej z zakładem wzbogacania będą pozytywne można będzie przystąpić do budowy następnych małych kopalni w dalszych wybranych i uprzednio udokumentowanych obszarach strefy cynośnej. Należy pamiętać, aby przy ocenie ekonomicznej całego przedsięwzięcia uwzględniać nakłady na ochronę środowiska i rekultywację terenów zniszczonych przez eksploatację górniczą.

4. Równoległe powinno się prowadzić wiercenia penetracyjne w rzadkiej siatce dla wstępnego zbadania głębszych partii złoża przeznaczonych do eksploatacji w późniejszym terminie.

Na zakończenie pozostał autorom miły obowiązek podziękowania licznym kolegom-geologom, petrografom, mineralogom z Przedsiębiorstwa Geologicznego we Wrocławiu, którzy brali udział w pracach terenowych na złożu Krobica oraz w laboratoryjnym ich opracowaniu. Wyniki tych prac przyczyniły się waleń do opracowania naszego artykułu.

SUMMARY

In the vicinities of Krobica there has been found Sn mineralization in micaceous-chlorite-quartz schists with garnets, belonging to the Izera metamorphic area. The mineralization is related to two irregular zones impregnated with cassiterite (upper, “N”, and lower, “S”), striking W–W and dipping at the angle of about 50° to the north. A highly complex form and geological structure of that deposit and marked variabilities in mineralization are discussed with reference to results of some dozens of exploratory drillings.

The results of former surveys are critically reviewed and a project of further ones, adjusted to specific nature of the deposit, is proposed on the basis of detailed analysis of the available data. It is shown that the exploration should be carried out in a few steps, to make possible easy identification of most promising areas for more detailed surveys and, therefore, quick section of the optimum mining area. The necessity to conduct further exploration by the method of underground mining works is emphasized. Such method will make possible obtaining more accurate data for compilation of geological characteristics of the deposit as well as more reliable estimation of its economic value. Moreover, the exploratory mining works will make it possible to start exploitation of the ores immediately when such decision is taken.

РЕЗЮМЕ

Оловянное орудение в окрестностях Кробицы распространяется в пределах слюдано-хлоритово-кварцевых сланцев с гранатами, принадлежащих к изерскому метаморфизму. Там находятся две нерегулярные зоны оруденения касситеритом (верхняя „С” и ниж-