

ZOFIA GAWROŃSKA

## METODA KONCENTRATÓW JAKO JEDNA Z METOD POSZUKIWAWCZYCH ZŁÓŻ OKRUCHOWYCH METALI RZADKICH

**W**ZWIĄZKU z rosnącym uprzemysłowieniem naszego kraju rośnie zapotrzebowanie metali rzadkich, a zatem i konieczność szukania ich na naszych terenach. Do poszukiwań musimy zastosować odpowiednie metody, które dawałyby najlepsze wyniki przy minimum wkładów.

Kopalnictwo nasze nie ma doświadczeń w zakresie poszukiwań złóż metali rzadkich, musimy więc wykorzystać doświadczenia osiągnięte przez inne narody i oprzeć się na wzorach obcych, przede wszystkim ZSRR, przystosowując je do naszych możliwości.

Metale rzadkie jak Au, Ce, Pt, Sn, V, W występują zazwyczaj w małych ilościach w skale macierzystej w postaci drobnych impregnacji lub żyłek jako rodzime, albo też w minerałach kruszcowych o ciężarze właściwym, wyższym od ciężaru minerałów skałotwórczych (2,6). Przy silnym rozproszeniu poszukiwanego metalu w złożu pierwotnym nie zawsze opłaca się wydobywanie go, gdyż kosztą procesu przeróbki przerastają wartość wydobytej rudy. W złożu wtórnym, zwanym okruchowym, gdzie przyroda wykonała za nas część pracy górniczej, mamy materiał już pokruszony i skoncentrowany. Takie złożo okruchowe okazuje się stosunkowo bogatsze od pierwotnego i nadaje się do eksploatacji, pomimo że procentowa zawartość metalu jest w nim mniejsza (np. 0,2 g w 1 m<sup>3</sup>) niż wymagane minimum dla złoża pierwotnego (np. 2—6 g).

Ułożenie minerałów w złożu okruchowym, jak też stopień scementowania jest rozmaity, zależny od ich właściwości i od przebiegu ich osadzania się (sedymentacji). Wszelkie skały na skutek procesów wietrzeniowych zmniejszają swoją spoiwość, rozsypują się, ulegają stopniowej erozji wiatru, lodowców i wody, następnie sedymentacji, erozji wtórnej itd. Produkty wy-

nikające z tych procesów, tzw. detritusowe żwiry i piaski albo zostają na miejscu, albo bywają unoszone dalej jako mechaniczny sedyment; w obu przypadkach dają początek złożom wtórnym. Ponieważ własności fizyczne i chemiczne ziarn takiego detritusu, a mianowicie ciężar właściwy, średnica, twardość, łupliwość, rozpuszczalność, łatwość utleniania się, są bardzo różne, więc też działanie siły wiatru i wody, zwłaszcza płynącej, wywiera na nie rozmaity skutek.

Gdy woda zmywa lub rozpuszcza lżejsze składniki, ciężkie minerały zostają na miejscu (eluwium), a wtedy pierwotne złożo zostaje wzbogacone. Podobny proces zachodzi także na wybrzeżu morskim, gdzie w czasie odpływu woda unosi lżejsze składniki przybrzeżnych skał rozmytych podczas przypływu i w ten sposób tworzą się wzbogacone (pasmowe) złoża ciężkich minerałów.

W potokach i rzekach z powodu nierówności samego koryta i właściwości podłoża, w którym zostało ono wyżłobione, jak też wskutek określonej szybkości i kierunku prądu wody, w różnych głębokościach dna zatrzymują się cząstki unoszonego detritusu, przy równoczesnej segregacji ich według ciężaru właściwego i średnicy. Tak tworzy się złożo wtórne, okruchowe, bogatsze od pierwotnego.

Zupełnie bez wpływu jest ciężar właściwy i średnica okruchów na ułożenie minerałów w usypiskach polodowcowych (glacjalnych). Tu wymieszanie różnych składników jest przypadkowe, a rzeki lodowcowe znosząc materiał segregują go, osadzają i dopiero wówczas mamy uporządkowany materiał w złożu okruchowym (fluwioglacjalnym).

Ponieważ rzeki z biegiem czasu zmieniają swoje koryto, cały obszar leżący w zasięgu wpływów rzeki może być złożem wtórnym.

Występowanie danego zespołu minerałów w złożu nie jest więc przypadkowe, jest raczej następstwem długich, skomplikowanych procesów wietrzeniowych oraz wypadkową składu mineralnego skał macierzystych. Toteż musimy zwracać uwagę na zjawisko paragenezy, ponieważ występowanie pewnych minerałów nasuwa możliwości istnienia innych.

Prace poszukiwawcze muszą obejmować przede wszystkim:

- 1) wyszukanie odpowiedniego terenu, w którym istniałyby możliwości geologiczne występowania danego minerału,
- 2) szczegółowe zbadanie złoża,
- 3) oszacowanie jego zasobów i opłacalności eksploatacji.

### TERENOWE POSZUKIWANIA ZŁOŻA

Poszukiwania złoża przeprowadzane są w ZSRR często na mało zbadanych obszarach dorzeczy wielkich rzek niosących bogaty materiał mineralny. U nas oczywiście skala poszukiwań jest stosunkowo mała i poszukiwania odbywają się w innych warunkach.

W ZSRR stosują metodę koncentratów, zwaną metodą szlichową, którą opisuje Fersman. Jest to równocześnie według badań archeologicznych prawdopodobnie najstarsza metoda eksploatacji stosowana co najmniej 4000 lat przed naszą erą. Człowiek przedhistoryczny poszukując na brzegu rzeki otoczków potrzebnych do sporządzania narzędzi użytkowych, musiał zwrócić uwagę na złoża okruchowe i zacząć je „eksploatować” jako najdostępniejsze dla jego możliwości. Oczywiście z biegiem wieków metoda eksploatacji złoża okruchowego doskonalila się, a obecnie, oparta o podstawy naukowe, została przystosowana przez radzieckich geologów do poszukiwań na wielką skalę.

Wyprawa badawcza zorganizowana w tym celu pobiera w terenie próby z wykopów lub z koryta rzek, posuwając się wzdłuż linii odległych od siebie o 1,5 — 2 km lub w szachownicy w odległości 500 — 600 m, przepłukując z każdego wykopu 60 — 100 kg piasku. W celu ogólnego zorientowania się próby te są poddawane analizie wstępnej w przenośnym laboratorium terenowym.

W razie wykrycia możliwości istnienia złoża na danym terenie, próby pobiera się nie w liniach, ale gęstą siatką w odległościach 25 —

50 m. Całkowitą analizę mineralogiczną pobranych prób przeprowadza się w pracowniach. Do zadań pracowni należy także oszacowanie złóż.

Idąc za wskazówkami geologów radzieckich, próbowaliśmy stosować tę metodę na naszych terenach w celu poszukiwań metali rzadkich. Znając już z góry teren ewentualnego występowania danego minerału, prowadziliśmy pobieranie prób wzdłuż potoków w odległościach nie większych niż 250 m, aby mieć ogólny pogląd na rozciągłość złoża. Pobieranie prób zaczynaliśmy zwykle od ujścia rzeki lub potoku posuwając się korytem w górę.

Pobieranie w ten sposób prób z rzeki nie wystarcza, trzeba jeszcze założyć na terenie siatkę szurfów, wyznaczoną w zależności od warunków geologicznych jak i morfologicznych terenu. Z uwagi na niedawne wprowadzenie tej metody u nas, pracowaliśmy bardzo niewiele za pomocą siatki wkopów, nie mamy więc w tym względzie większego doświadczenia, a moje uwagi dotyczą głównie sposobu pracy na potokach i mniejszych strugach, przeprowadzonej jako eksperyment w ciągu lata 1951 r. według wskazówek radzieckiego geologa Konstantinowa.

### POBRANIE PRÓBY I WYKONANIE KONCENTRATU

Przy pobieraniu próby trzeba uważać, aby zebrany materiał odpowiadał składem przeciętnym średniej wartości piaskowi niesionemu prądem wody z różnych miejsc koryta strugi, tzn. aby pochodził zarówno z brzegów jak i z dna.

Biorąc próby z dna trzeba pamiętać o tym, według jakich praw fizycznych ciężkie ziarna osadzają się w wodzie płynącej przy różnym ciśnieniu i szybkości biegu wody. Na śliskim dnie potoku (np. o podłożu z granitu) przy szybkim prądzie nie ma oczywiście mowy o nagromadzeniu minerałów ciężkich. Na wapieniach, których rozpuszczalność jest duża (zjawiska krasowe), ziarna ciężkie uciekają szczelinami w głąb nieraz poniżej kilku metrów, toteż szukaniem ich nie zajmujemy się. Interesujemy się tylko korytami i brzegami rzek płynących w łupkach, filitach lub innych bardziej miękkich warstwach.

W takim korycie łatwo osadzają się większe warstwy ciężkich składników i już w decyme-

trowych głębokościach może znajdować się bogate złożo wtórne. Przy tym w zagłębieniach i zakolach potoku, czy też przy przeszkodach, gdzie szybkość prądu jest zbliżona do zera, a ciśnienie hydrodynamiczne małe, zdarzają się z reguły większe nagromadzenia minerałów ciężkich.



Rys. 1

Pobierając średnią próbę musimy pamiętać o tym, że wyniki nie ze wszystkich miejsc dają właściwy obraz złoża. To samo odnosi się do pobierania z szybków i szurfów.

Pobieranie próby obejmuje następujące czynności: czerpanie piasku, ważenie, przesiewanie, płukanie i suszenie koncentratu. Zaczerpnięty łoatką żwir, piasek i muł rzeczny ważymy na zwykłej wadze sklepowej uważając, ażeby w wiadrze mieć mniej więcej stałą ilość piasku, np. około 12 kg zależnie od wielkości korytka-płuczki. Następnie przeprowadzamy płukanie próby. Płukanie i otrzymywanie koncentratu nie jest sprawą tak prostą, jakby się zdawało. Kierujący pracą musi sam znać z praktyki proces płukania i umieć otrzymać właściwy koncentrat. Niewłaściwe i niedokładne płukanie powoduje uciekanie cennych ciężkich ziarn poza płuczkę i daje w rezultacie błędne wyniki co do rozciągłości złoża, jego budowy i wartości.

#### PRZYRZĄDY DO PŁUKANIA

Radzieccy geologowie używają różnych, prostych w zasadzie przyrządów: drewnianego lub stalowego korytka, azjatyckiego czerpaka w kształcie patelni lub amerykanki, która daje bardzo dokładne wyniki, ale ze względu na swą konstrukcję i ciężar jest trudniejsza do użycia w terenie.

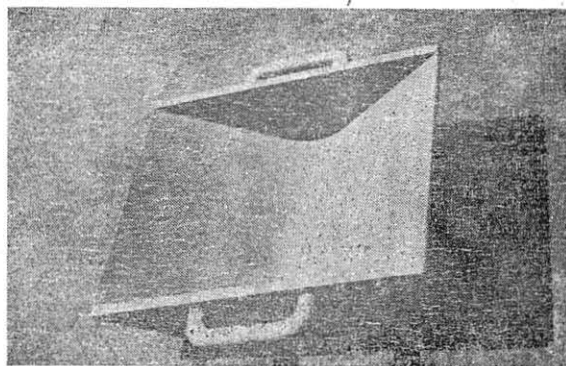
My używaliśmy tylko drewnianych korytek-płuczek wykonanych z dykty, o dnie zaokrą-

glonym (pomysł polskiego stolarza) i mogących pomieścić około 12 kg piasku.

Stalowe płuczki nie nadają się, ponieważ okruchy ślizgają się po nich i łatwo „uciekają” poza płuczkę. Drewno zaś nasiąkły wodą przybiera na ciężarze i utrudnia swobodę ruchów przy wstrząsaniu i obracaniu korytka.

Według radzieckiej metody korytka napełnia się materiałem zaczerpywanym z potoku łoatką i zanurza w wodzie w miejscu nieco głębszym niż korytka. Następnie płucze się wstrząsając i obracając korytkiem, przy równoczesnym mieszaniu jego zawartości aż do otrzymania na dnie niewielkiej ilości ciężkich ziarn, czyli koncentratu.

My po wielu doświadczeniach postępowaliśmy nieco odmiennie. Najpierw przesiewaliśmy pobrany materiał przez sito stalowe (0,5 mm średnica oczek), aby przez szybsze oddzielenie grubszego materiału uniknąć w czasie płukania porywania drobnych ziarn przez ziarna grubsze. Tak przesiany materiał zawierający jeszcze dużą ilość ilu przemywaliśmy zanurzając płuczkę powoli i przechylając ją ostrożnie w wodzie. Jednocześnie mieszaliśmy zawartość uważając, aby zbyt szybki prąd nie porwał ciężkich drobnych cząsteczek. Kolejno obracaliśmy i wstrząsaliśmy płuczką odlewając wodę



Rys. 2

wraz z unoszącymi się lżejszymi składnikami. Ruchy te są podobne do ruchów gospodyni wiejskiej odsiewającej na dużym przetaku plewy od ziarna.

Wynikiem tych kilkakrotnie powtarzanych czynności był otrzymany na dnie „koncentrat” barwy przeważnie czarnej, rzadziej z odcieniem żółtym lub różowym, zawierający już prawie wyłącznie ziarna o ciężarze większym niż wypłukane piaski, ilny itp. Przy dobrej wprawie



przemycie 12 kg piasku wymaga 45 minut i daję w efekcie 10—30 g skoncentrowanego materiału. Koncentrat umieszczaliśmy w woreczku z numerem pobranej próby. Numer wpisywaliśmy na mapie rzek, a szczegóły w dzienniku połowym. Próbkę znajdującą się w woreczku suszyliśmy na słońcu lub na przewiewie. Na ogniu nie należy suszyć, gdyż niektóre minerały przy wyższej temperaturze rozkładają się.

Jeżeli w terenie pracuje kilka grup pobierających próby, trzeba pamiętać, że każdy zespół musi mieć ekwipunek składający się z następujących przedmiotów: wiadro i łopatka, waga, sito, płuczka, woreczki płócienne, notes, dziennik połowy i mapę — szkic rzek swego terenu. Pracownicy muszą być zaopatrzeni w dobre gumowe buty do kolan i w gumowe fartuchy.

#### WSTĘPNE OPRACOWANIE KONCENTRATU

Każda próbka umieszczona w woreczku musi być osobno opracowana i opisana z zachowaniem numeru porządkowego. Opracowanie odbywa się w prowizorycznym laboratorium terenowym, którego główne wyposażenie stanowią: waga laboratoryjna, lejki rozdzielcze do minerałów ze statywami, zlewki, ciecz ciężka (np. bromoform), rozczynnik do przemywania próby po cieczy ciężkiej (np. benzyna), elektromagnes mineralogiczny z akumulatorami, mikroskop, mały komplet cieczy immersyjnych, szkiełka podstawowe i nakrywkowe. Takie laboratorium mieliśmy w terenie w 1951 r.

Opierając się na własnym doświadczeniu sądzę, że należałoby przedyskutować i rozstrzygnąć, czy celowe jest instalowanie choćby tylko tak małego laboratorium w terenie.

W ZSRR ekspedycja badawcza musi być złożona z taboru aut i zespołu ludzi, musi posiadać dobrze wyposażone laboratorium z uwagi na dużą zazwyczaj odległość od centrów naukowych, a czasem i od osiedli ludzkich. W na-

szych warunkach instalowanie takiego laboratorium naraża instytucję na zbyt wysokie koszty, gdyż przy niezbyt wielkich odległościach i dobrych środkach komunikacyjnych możemy utrzymywać stały kontakt z dobrze urządzonej pracownią naukową, nastawioną specjalnie na tego rodzaju badania. Zorganizowanie takiej pracowni mineralogiczno-chemicznej, odpowiednio wyposażonej w sprzęt techniczny i personel fachowy, jest kwestią przyszłości.

Pierwszą czynnością przy wstępnym opracowaniu jest zważenie koncentratu na wadze laboratoryjnej, następnie rozdział za pomocą cieczy ciężkich na frakcje według ciężaru właściwego. Po zważeniu frakcji poddaje się je dalszemu rozdziałowi za pomocą elektromagnesu o dającym się zmieniać natężeniu pola. W razie obecności większej ilości składników ferromagnetycznych, pierwsze rozdzielanie słabym polem magnetycznym można wykonać przed rozdziałem w cieczy ciężkiej.

Zorientowawszy się według odpowiednich danych (tablice Czujewa, Kopczanowej lub inne), w której frakcji znajduje się poszukiwany minerał, bierze się ją pod mikroskop i ewentualnie oznacza procentową zawartość metalu. Oczywiście jest to możliwe tylko w wypadku obecności minerałów łatwych do rozpoznania dla wprawnego oka mineraloga.

Tak opracowane i opisane frakcje koncentratów posyła się do szczegółowej analizy mineralogicznej i chemicznej. Normalna analiza chemiczna na drodze mokrej jest kosztowna i wymaga dłuższego czasu. Bardziej nadawałyby się szybkie nowoczesne metody analityczne, jak spektrograficzna lub polarograficzna.

Metoda koncentratów, zastosowana do prób pobieranych z rzek i szurfów, może się okazać bardzo pomocna nie tylko do określenia wartości złoża okrucowego jednego metalu, ale i do ustalenia występowania innych minerałów, których normalne metody geologiczne i petrograficzne nie wykazały.