

Maria CHOROŃSKA

Zdjęcie szlichowe okolicy Złotego Stoku

WSTĘP

W Sudetach w latach powojennych kilkakrotnie posługiwano się metodą szlichową przy poszukiwaniu złóż kruszców. Prace prowadzone były w okolicy Gierczyna (Z. Gawrońska, 1953), w Górach Izerskich (T. Wieser, 1958), w okolicy Kłodzka (E. Gęgotek, 1958) oraz we wschodnim obrzeżeniu masywu Karkonoszy (O. Juskowiak, 1959).

Zdjęcie szlichowe będące przedmiotem niniejszego opracowania stanowi próbę wykorzystania metody analizy minerałów ciężkich przy poszukiwaniu pierwotnych złóż arsenu i miedzi oraz ewentualnego występowania kasyterytu czy wolframu.

Ponieważ minerały siarczkowe zachowują się w szlichach bardzo rzadko, trudno było spodziewać się częstszego występowania w próbkach szlichowych arsenopirytu czy siarczku miedzi. Stosując w okolicy Złotego Stoku badania szlichowe zakładano, że wskazówki dotyczące możliwości występowania okruszcowania arsenowego czy miedziowego można będzie uzyskać na podstawie jakościowej i ilościowej analizy minerałów ciężkich poszczególnych szlichów.

Na przykład wzbogacenie próbek szlichowych w tlenki żelaza może wskazywać na okruszcowanie arsenowe, gdyż w obrębie znanego złoża arsenu serpentynity na granicy z wapieniami dolomitycznymi zawierają znaczne ilości magnetytu. Zespoły minerałów ciężkich mogą być też wskaźnikiem występowania skał, z którymi można wiązać występowanie okruszcowania. Wzrost ilości diopsydu może oznaczać szersze rozwinięcie skał wapienno-krzemianowych, głównie diopsydowych, którym w danym obszarze towarzyszy okruszcowanie.

Sieciami próbek szlichowych objęto teren o powierzchni 14 km² na SW od Złotego Stoku (powiat Ząbkowice Śląskie).

METODYKA POBIERANIA PRÓBEK

W toku wykonywania zdjęcia pobrano 183 próbki z potoków, których łączna długość wynosi 18,5 km. Próbki pobierano z osadów dennych potoków w odległości 100 m (z małymi przesunięciami), w celu uchwycenia

miejsca, gdzie doszło do większego nagromadzenia się luźnych osadów, wskutek zmiany spadku koryta, czy też dzięki progom skalnym lub innym zaporom. Z dopływów rzecznych pobierano także próbki w odległościach stumetrowych, a z małych dopływów pobierano jedną próbkę nad ujściem dopływu do głównego potoku. W celu uzyskania szlichu przepłukiwano próbki przy pobieraniu, ogółem od 10 do 15 kg osadu. Materiał płukany był w drewnianym żłobie pojemności 2 l, zbliżonym kształtem do czerpaków koreańskich. Po wysuszeniu uzyskany szlich przechowywano w szklanych fiolkach.

METODYKA PRAC LABORATORYJNYCH

Po dokładnym zważeniu przepuszczano szlich przez sita o średnicy oczek $0,5 \div 0,25$ mm, dzięki czemu z każdej próbki uzyskiwano dwie frakcje o średnicy ziarn $0,25 \div 0,5$ mm. Frakcje te z kolei ważono, a następnie rozdzielano za pomocą bromoformu na minerały lekkie i ciężkie, to znaczy o ciężarze właściwym poniżej i powyżej 2,8. Frakcje o ziarnach średnicy 0,25 do 0,5 mm wzbogacano w bromoformie tylko w części pobranych próbek. Dokładnie analizowano minerały ciężkie o średnicy 0,25 mm, a przy przeglądzie pozostałej frakcji chodziło o uzyskanie danych dotyczących zależności ilości minerałów ciężkich od grubości ziarna. Następną czynnością było rozdzielenie minerałów ciężkich poszczególnych frakcji za pomocą magnesu na minerały magnetyczne i niemagnetyczne.

Minerały magnetyczne badano pod lupą binokularną. Minerały niemagnetyczne frakcji $< 0,25$ i częściowo frakcji od 0,25 do 0,5 mm poddano badaniom mineralogicznym.

TOK ANALIZY MINERALOGICZNEJ SZLICHÓW

Przy określaniu mineralogicznym brano pod uwagę przede wszystkim własności optyczne kryształów oraz pokrój ziarn. Badania mikroskopowe prowadzono na materiale zatopionym w balsamie kanadyjskim. Preparaty przygotowywano ze średniej próbki, uzyskanej przez kwartowanie koncentratu. Brano pod uwagę następujące cechy:

- 1) barwę, 2) pleochroizm, 3) postać, 4) relief i tzw. „powierzchnię jaszczurową”, jako sposób określania współczynnika załamania światła, 5) izotropię i anizotropię, 6) znak wydłużenia, 7) znikanie światła, 8) pomiar kąta znikania w minerałach dwuosiowych jedno- i trójskośnych, 9) dwójłomność, 10) jedno- i dwuosiowość, 11) znak optyczny, 12) dyspersję, 13) pomiar kąta osi optycznej.

Określenie tych cech oraz użycie tablic podawanych w literaturze umożliwiało zidentyfikowanie minerałów. Zaznaczyć należy, że u znacznej liczby minerałów nie można rozpoznać tych wszystkich cech. W takim wypadku brano pod uwagę takie czynniki, jak możliwość występowania danego minerału wraz z minerałami już określonymi, czy też pewne podobieństwo do minerałów poprzednio dokładnie określonych.

W toku identyfikacji minerałów zwracano również uwagę na sposób zachowania minerałów w osadzie, a więc na stopień obtoczenia ziarn. Dużą pomocą przy określaniu minerałów było śledzenie zawartości wrostków substancji węglistych czy innych minerałów lub gazów.

W niewielkim zakresie, w wypadku trudności oznaczania poszczególnych minerałów na podstawie powyższych cech, przeprowadzono mikroreakcje i inne badania, w szczególności badania twardości, sprężystości i rysy.

Oznaczenie ilościowej zawartości minerałów ciężkich w szlichach polegało na ustaleniu składu procentowego składników przez przeliczenie 200 ziarn. Ziarna liczono w gotowym preparacie, tzn. po zatopieniu w balsamie kanadyjskim.

W pole widzenia wprowadzano równomiernie poszczególne partie preparatu za pomocą stolika krzyżowego. Ilościowy skład próbek przedstawiono w przybliżony sposób określeniami literowymi (tab. 1).

Minerały magnetyczne badano pod lupą binokularną. Magnes używany do rozdzielania minerałów separował tylko magnetyt; minerały średniomagnetyczne, jak hematyt, ilmenit przeszły w większości wypadków do minerałów niemagnetycznych i badane były wraz z resztą minerałów ciężkich pod mikroskopem.

WYNIKI ANALIZY MINERALOGICZNEJ

W toku analizy mineralogicznej próbek pobranych na obszarze zdjęcia wyróżniono następujące minerały, które podaje w kolejności alfabetycznej. Podaje też krótką charakterystykę ważniejszych cech, uwzględnianych przy określaniu poszczególnych minerałów.

Anataz — TiO_2 — minerał stwierdzony w ilościach śladowych jedynie w dwóch próbkach nr 146 i 160. Łatwy był do zidentyfikowania ze względu na dobrze zachowany pokrój podwójnej piramidy, bardzo wysoki współczynnik załamania światła oraz intensywną barwę zieloną i błękitną.

Andaluzyt — $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$ — minerał dość pospolity na badanym terenie wśród szlichów, pochodzących z obszaru łupków krystalicznych i gnejsów. Ziarna nieforemne, obtoczone lub ostrokanciaste, przeważnie wydłużone. Niekiedy zachowany pokrój słupa. Wykazuje wyraźny różowawy pleochroizm. Na ogół duża ilość wrostków.

Apatyt — $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ — minerał występujący w niewielkich ilościach we wszystkich próbkach. Przeważnie zachowany jest w postaci cienkich wydłużonych słupków, zakończonych dwuścianem podstawowym, lub krótkich, szerokich słupków z wykształconą piramidą podwójną. Rzadziej spotyka się apatyt w formie okrągławych, obtoczonych ziarn, zawierających często drobne wrostki różnych minerałów oraz cieczy i gazów. Dwójkomność niska, barwy interferencyjne szare. Niejednokrotnie spotykano przekroje, przy których łatwo było określić obraz konoskopowy wykazujący minerał jednoosiowy, optycznie ujemny.

Augit — $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$ — minerał napotykaný w kilkunastu próbkach, w potokach, zwykle poniżej przecinających je dróg. Przypuszczalnie pochodzi z kruszywa bazaltowego. Tworzy kryształy brunatne, na ogół nieforemne, lekko wydłużone. Wyraźny przełam muszlowy, słaby pleochroizm w odcieniu brunatnym. Dwójkomność wysoka. Wyraźne obrazy konoskopowe wskazujące na minerał dwuosiowy, dodatni.

Minerały ciężkie szlichów z okolicy Złotego Stoku

L.p.	Andaluzyt	Apatyt	Augit	Azuryt	Brukitt	Cjanit	Cyrykon	Diopsyd	Epidot	Granat	Malachit	Monacyt	Ortyt	Rudy As	Rutył	Staurolit	Sylimanit	Turmalin	Tytanit	Ilmenit	Tlenki Fe	Zoizyt	Szelit	Wolastonit	Anataz
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
2	Rz	Rz							Rz	D						D		N		Rz	Rz	P			
4							S			D	S					Bd		N		Rz	P				
6	M	Rz							Rz	D						D		M		Rz	Rz				
8	M	Rz					S	S	S	D						D		N		Rz	P	Rz			
10	N	Rz					S		P	D						D		N		Rz	P	Rz			
12	M	P					Rz		Rz	D					S	D		N		Rz	P	Rz			
14										Śr						Śr		M	S	S	Rz				
16																									
18																									
20																									
22														Rz											
24																									
26																									
28																									
29	Rz	P					S		S	D						D		N							
30	P	Rz					S	P	P	D						D		N			P				
32	P	Rz					S			D						D		N			Rz				
34	Rz	Rz					Rz			Bd						D		N			S				
36	N	Rz				S	Rz			D					S	D		N			S				
38		Rz					Rz		S	D						D		N			S				
40	N	Rz				S	N	N		D		Dz				D		M		Rz	S	S			
42	P	Rz							S	D					Rz	D				Rz	P				
44	P	Rz	M			S		P	P	D						D				P	Rz				
46	M	P							P	D						D	Rz			P	Rz				

48	N	Rz					Rz	D			BD	P	Rz	Rz	S				
50	M	Rz	P				P	D		S	D	N	S	Rz	Rz				
52	Śr	P				S	Rz	D			D	M	S	Rz	Rz				
54	N	P	M				S	Śr			Śr	N		P	Rz				
56	N	Rz	Śr				S	Śr			D	P		N	Rz				
58	N	P	M				S	Rz			D	P		P	Rz				
60	M	P	M				Rz	Śr			D	P		P	Rz				
62	M	P			S			D			D	P		P	S				
64	Śr	P	P			S	S	D			D	P		P	Rz				
66	M	P	P			S	Rz	D			Śr	N	S	P	Rz				
68	N	P					M	D			Śr	M		P	Rz				
70		P					M	D			S	N	S		Rz			P	
72	S	P					D	N			P	M			Rz				
74	S	P			S		D	M			M	M			Rz				
76		P					D	M		S		M		P	Rz				
78		N					D	M			D	D		P	Rz				
80		P			S		D	M			D	D		P	Rz				
82	S	M	P				Śr	M		S	Rz	D		Rz	S				
84	S	M	Rz				Śr	M	Rz	S	Śr	Śr		Rz	Rz				
86		M					Śr	M	Rz	S	Śr	Śr		Rz	Rz				
88		N	P				Śr	M	S	S	Śr	Śr		S	Rz				
90	Rz		P				Śr	M	Rz	Rz	Śr	Śr	S	P	Rz				
92	Rz	M					Śr	M	P	Rz	N	N		P	Rz				
94	S	N			S		D	M	P		M	M		Rz	Rz			S	S
96	Rz	M			S		Śr	M	Rz		N	N		P	Rz				
98	Rz	M					Śr	M	P		M	M		P	Rz				
100	Rz	M	Rz		S		Śr	M	P		M	M		N	Rz				
102	Rz	M					D	Śr	N			Śr		P	P				
104	Rz	M	Rz		S		Śr	Śr	P			Śr		P	Rz				
106		M			S		D	M	P			Śr		P	P				
108		M					Bd					D			S				
110		Śr					D	P	Rz			Śr			S				
112		M					D	Śr	P			Śr			Rz				

L. P.	Andaluzyt	Apatyt	Augit	Azuryt	Brukity	Cjanit	Cyrkon	Diopsyd	Epidot	Granat	Malachit	Monocyt	Ortyt	Rudy As	Ruyl	Staurolit	Sylimanit	Turmalin	Tytanit	Ilmenit	Tlenki Fe	Zoizyt	Szelit	Wolastonit	Anataz
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
114	S	N				S	D	Śr		Śr							P		S	P	S				
116		Śr					D	M		Śr			Rz						S	P					
118		N					D	N	Rz	D					S	S	P	S	S	P					
120		Śr					Bd	N	Rz	M				S	S	Rz	S			Rz	Rz				
122		Śr					Bd	M	Rz	N						S	P			Rz	S				
124		Śr					Bd	M		N				S		P				Rz	S				
126	S	N				S	M	Bd	Rz	N						Rz	P	S		P	S				
128		N					M	Bd		N						Rz	N			Rz	S				
130		M					D	Śr		N						S	N			Rz	S				
132		M					Bd	M	Rz	N						P				Rz	Rz				
134		M					D	M	Rz	N							N	Rz		Rz	S				
136	S	M					Bd	Śr	P	M				S		Rz	N		Rz	P	S				
138	Rz	N					D	Śr	P	M						Rz	P			Rz	Rz	S	P		P
140		N				S	D	Śr	P	M				S		Rz	P			P	Rz				
142	P	N					Śr	D	P	M				S		M		Rz	S	Rz	N				
144	Rz	Śr					M	D	P	M										P	Rz				
146		Śr					Śr	Śr	P	M						Rz	N			Rz	Rz				S
148	S	Śr				S	Śr	D	P	N						Rz	P		S	P	Rz	S			
150	S	Śr					M	D	P	M						Rz				P	Rz				
152		M					D	D	P	Śr						Rz		S		Rz	Rz				
154		M					Śr	Śr		Śr						P	P			P	Rz				
156		M					Śr	Śr	P	Śr						Rz	P			Rz	Rz				
158		M					D	Śr	P	Śr							P			Rz	Rz				
160		M			S		D	N	S	Śr						Rz	P			Rz					S
162		M			S		D	N	Rz	Śr				S		P	P			Rz					

164		M		S			D	N	Rz	Śr						N	S			Rz	Rz						
165	Rz	M					D	M	P	Śr						N				Rz	Rz						
166	S	Śr					D	N	P	Śr						N				Rz	Rz						
168		Śr					D	M	Rz	Śr						N				Rz	Rz						
170	Rz	N					D	Śr	P	Śr						N	S			Rz	Rz						
172		M				S	D	M		D					S	N	S			Rz	Rz						
174	S	M	S		P		Śr	M	P	Śr		Rz			N	N	S	S		Rz	Rz						
176	Rz	M					D	M		Śr					N	N				Rz	S						
178	P	M				S	D	M	Rz	Śr					N	N				Rz	Rz						
180		M					D	M	Rz	Śr		Rz			N	N				Rz	Rz						
182	S	M					D	M	Rz	Śr		Rz			N	N				P	Rz						

Sporadyczne	Rzadkie	Pojedyncze	Nieliczne	Mało	Średnio	Dużo	Bardzo dużo
S	Rz	P	N	M	Śr	D	Bd
<0,5%	0,5 ÷ 2 %	2 ÷ 5 %	5 ÷ 10 %	10 ÷ 20 %	20 ÷ 30 %	30 ÷ 50 %	>50%

Azuryt — $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$ — minerał spotykany zaledwie w kilku ziarnach w próbce nr 162 i 168. Zachowany w postaci drobnych nieforemnych ziarn, barwy błękitnej i ciemnobłękitnej; przeświecający. Jest to minerał kruchy i rozpuszcza się w kwasie solnym.

Brukityt — TiO_2 — został wyodrębniony w ilościach śladowych w kilku próbkach. Zachowany jest w postaci drobnych tabliczkowatych kryształów, barwy żółtawej; wykazujących bardzo silny relief oraz brak całkowitego znikania światła przy obrocie stolika mikroskopu.

Cjanit — $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$ — wśród minerałów ciężkich badanego obszaru występuje w ilościach śladowych nie przekraczających 0,5%. Pochodzi głównie ze skał metamorficznych. Zachowuje często spotykaną w szlichach formę długich, płaskich kryształów, przeważnie rozszerzonych i zaokrąglonych na końcach, dzięki czemu przy jednoczesnym skośnym znikaniu światła łatwy jest do oznaczenia.

Cyrkon — ZrSiO_4 — minerał spotykany we wszystkich niemal próbkach. Na terenie skał metamorficznych występuje w ilościach 2÷3%, podczas gdy szlichy z obszaru sjenitu wykazują przeciętnie 30% tego minerału. Zachowuje formę wyraźnych słupków zakończonych piramidami. Rzadziej kryształy są obtoczone, wydłużone, niekiedy okrągławe. Zazwyczaj bezbarwne, czasem żółte lub brunatnawożółte. Liczne rysy, wzrostki innych minerałów oraz cieczy i gazów. Kilkakrotnie napotkano kryształy cyrkonu bardzo zbliżone wyglądem do kasyterytu. W celu dokładnego zidentyfikowania tych minerałów dokonano próby redukcji do metalu na cynku. Brak lustro cynowego dowodzi obecności cyrkonu.

Diopsyd — $\text{CaMg}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ — minerał występujący obficie głównie jako minerał skałotwórczy na obszarze zbudowanym ze sjenitu. Ziarna zwykle nieforemne, lekko obtoczone, niekiedy tabliczkowate, bezbarwne lub zielonkawoszare. Dwójłomność wysoka. Duży kąt znikania światła. Silny relief.

Epidot — $\text{Ca}_2(\text{Al},\text{Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}[\text{OH}]$ — minerał rozpowszechniony we wszystkich szlichach, ale w niewielkich ilościach, dochodzących niekiedy do 15%. Barwa żółtozielona. Dwójłomność wysoka. Dwuosiowy ujemny. Ziarna nieforemne, kanciaste, przypominające pokruszone słupy. Rzadziej formy obtoczone.

Granat — minerał bardzo popularny wśród koncentratów pochodzących z całego obszaru. Przeważa granat czerwony i różowoczerwony, prawdopodobnie wapnisty i żelazisty. Rzadszy jest granat różowawofioletowy, być może spesartyn. W kilku próbkach występują też w niewielkiej ilości ciemnozielone minerały izotropowe o silnym reliefie. Jest to prawdopodobnie uwarowit $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$. Minerał ten jednak, z braku jednoznacznie zidentyfikowania, nie został zaliczony do grupy granatów i na mapie szlichowej przedstawiony jest w grupie „minerały inne“.

Hematyt — Fe_2O_3 — wśród tlenków Fe występuje w mniejszej ilości niż magnetyt. Minerał średniomagnetyczny, barwa stalowoczarna, niekiedy czerwona. Przeważnie nieregularne utwory tabliczkowate; często stosunkowo cienkie, giętkie blaszki.

Ilmenit — FeOTiO_2 — minerał pospolity na całym obszarze, ale występujący w małych ilościach. Charakterystyczne jest wzbogacenie w ilmenit tych próbek, w których pojawia się augit. Prawdopodobnie obydwie te minerały pochodzą z kruszywa bazaltowego, pokrywającego

drogi. Mineral nieprzezroczysty, czarny, zachowany zwykle w postaci ziarn nieforemnych, okrągławych lub kanciastych. Niekiedy spotykano płaskie płytki o zarysie sześciokątnym.

Magnetyt — Fe_3O_4 — mineral występujący we wszystkich próbkach w nieznacznych ilościach (2÷3^o/_o). Na ogół tworzy dobrze wykształcone kryształy ośmiościanów lub dwunastościanów rombowych. Niekiedy zachowany jest w postaci sześciianów, często w formie obtoczonych, błyszczących płytek i nieforemnych ziarn.

Malachit — $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$ — mineral ten znaleziono w ilości kilku ziarn w próbce nr 4. Ziarna nieforemne, silnie skorodowane. Barwa wyraźnie zielona. Przeświecający. Rozpuszcza się w kwasie solnym.

Monacyt — $(\text{Ce}, \text{La} \dots)\text{PO}_4$ — na badanym obszarze występuje bardzo rzadko (w ilości kilku ziarn zaledwie w 2 próbkach). Prawdopodobnie pochodzi z żył aplitowych. Zachowany jest w postaci dobrze obtoczonych, zmiotniałych, owalnych ziarn, pokrytych białym nalotem.

Ortyt — $(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Al}, \text{Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}[\text{O}, \text{OH}]$ — mineral napotkany zaledwie w kilku próbkach. Główne cechy, na podstawie których został określony, to: pokrój słupowy, barwa brunatna i silny pleochroizm: czerwonobrunatny i brunatnawożółty.

Rudy As: arsenopiryt lub lelingit — napotkane w szlichach nr 16, 19 i 22 w postaci cienkich płytek barwy stalowosrebrzystej.

Rutyl — TiO_2 — w ilościach śladowych występuje w większości szlichów z opisywanego obszaru. Mineral ten łatwy był do odróżnienia, na podstawie pokroju słupowego i ciemnej czerwonobrunatnej barwy.

Staurolit — $\text{Fe}[\text{OH}]_22\text{Al}_2\text{SiO}_5$ — mineral występujący w okolicy Złotego Stoku jako główny składnik szlichów z obszaru łupków metamorficznych. W śladowych ilościach występuje również w szlichach pobranych z potoków niosących materiał sjenitowy. Mineral ten jest zachowany zwykle w postaci krótkich grubych słupów albo w formie nieregularnych, lekko wydłużonych ziarn. Barwa żółta i żółtobrunatna. Wyraźny pleochroizm w odcieniach czerwonawożółtych. Dwójłomność niska. Duża ilość wrostków.

Sylimanit — $\text{Al}[\text{AlSiO}_5]$ — mineral stwierdzony głównie w szlichach z obszaru występowania sjenitu. W poszczególnych próbkach występuje w ilościach kilku procent, zazwyczaj w formie wydłużonych, obtoczonych kryształów, wykazujących niekiedy pokrój włóknisty. Ziarna bezbarwne lub szarawobiałe. Znikanie światła proste. Dwójłomność wysoka. Dwuosiowy dodatni.

Szelit — CaWO_4 — wyodrębniony tylko w próbce nr 94 w ilości kilku ziarn. Mineral opisywany określono jako szelit jedynie na podstawie cech zewnętrznych. Zachowany jest w postaci nieforemnych obtoczonych ziarn barwy mlecznobiałej z jedwabistym połyskiem. Własności optycznych nie można było określić. Mikrreakcji nie wywoływano, gdyż mineral ten natrafiono w materiale zatopionym w balsamie kanadyjskim. W tym wypadku nie ma pewności co do trafnego określenia mineralu.

Turmalin — $(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Al})_6[\text{Si}_6\text{Al}_3\text{B}_3(\text{O}, \text{OH})_{30}]$ — występuje niemal we wszystkich próbkach, lecz w szlichach z obszaru łupków krystalicznych stanowi wyższy procent niż wśród minerałów ciężkich, pochodzących ze sjenitu. Mineral zachowany w postaci cienkich słupków

Tabela 2

Wyniki ważenia i obliczania procentowej zawartości minerałów ciężkich

Nr próbki	Waga próbki w g	Waga frakcji <0,2 mm w g	Waga frakcji 0,2 ÷ 0,5 mm w g	% min. ciężkich we frakcji <0,2 mm	% min. ciężkich we frakcji 0,2 ÷ 0,5 mm	% min. magnetycznych we szliczu we frakcji <0,2 mm	% min. magnet. w szliczu we frakcji 0,2 ÷ 0,5 mm
1	2	3	4	5	6	7	8
2	27,840	1,140	18,880	5	2	3	2
4	27,130	1,535	10,330	7	1,5	4	0,5
6	24,120	1,500	8,680	1	0,2	1	0,1
8	24,360	7,250	14,470	10	2	4	0,2
10	21,410	2,800	16,750	13	1,5	4	0,05
12	26,770	10,910	14,540	6	5	1	0,2
14	26,210	8,540	16,180	8	4	2	0,2
16	18,030	3,540	12,100	20	7	5	0,2
18	27,200	10,320	15,670	10	2	4	3
20	27,550	3,715	22,510				1
22	27,140	3,240	20,995				
24	28,430	8,630	18,740				
26	28,030	4,570	20,770				
28	25,610	1,900	16,860				
29	28,740	3,335	21,610	8	2	4	1
30	23,870	7,430	15,205	9	1	1	0,5
32	26,370	2,490	18,470	4	1	0,5	0,5
34	24,570	4,060	17,640	12	3	0,3	0,5
36	22,100	4,475	15,820	7	1	0,5	0,5
38	24,545	4,690	17,780	1,5	0,5	1	0,2
40	24,070	2,550	18,660	2	0,3	0,1	0,1
42	31,850	6,730	20,635	12	20	2	0,1
44	24,155	3,440	17,320	9	12	0,5	0,2
46	21,300	3,900	15,240	5	7	0,2	0,5
48	25,890	5,350	18,570	10	30	0,5	0,5
50	21,330	2,110	16,610	10	3	1	1
52	27,530	6,290	18,000	30	25	1,5	1
54	23,630	4,280	17,050	5	2	0,5	0,3
56	27,300	3,905	19,090	10	15	1	1
58	22,825	3,465	17,600	20	15	1	0,3
60	25,125	4,450	17,990	7	8	1	0,5
62	25,930	5,990	18,435	5	10	0,2	0,5
64	23,590	6,070	16,380	7	5	1	0,2
66	25,290	6,000	17,690	10	1	1	ślady
68	26,955	3,890	20,530	5	3	0,5	ślady
70	22,985	12,495	10,085	20	10	1	0,5
72	27,540	9,440	16,925	10	5	1	0,2
74	26,210	6,205	19,060	12	10	ślady	ślady
76	25,260	8,380	16,115	8	5	ślady	ślady
78	26,740	13,075	13,210	5	12	ślady	ślady

Tabela 2 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8
80	30,320	16,320	13,590	20	15	0,5	0,7
82	23,520	4,050	16,990	5	2	1	1
84	28,340	3,780	22,270	10	5	0,3	0,5
86	24,510	3,730	18,610	5	3	2	4
88	22,045	2,270	17,800	40	5	2	10
90	24,030	4,160	17,440	20	7	8	5
92	26,860	5,170	20,640	10		6	
94	23,920	5,800	16,700	25		5	
96	25,050	3,420	19,850	18		5	
98	21,490	3,605	16,950	12		5	
100	25,100	5,750	17,880	10		10	
102	27,150	7,020	18,700	12		10	
104	27,970	4,930	21,615	20		8	
106	21,200	5,370	14,500	15		6	
108	20,700	10,860	9,130	50		ślady	
110	23,350	9,180	13,300	35		ślady	
112	24,980	8,020	16,290	35		ślady	
114	22,750	8,570	13,420	40		0,1	
116	23,060	8,500	13,520	30		brak	
118	21,120	5,670	14,280	40		brak	
120	23,640	11,260	11,440	20		0,5	
122	21,500	7,480	13,540	30		0,2	
124	21,770	9,980	9,730	20		0,1	
126	25,390	13,050	11,050	15		0,1	
128	24,750	10,150	14,400	10		0,5	
130	24,450	17,250	6,900	40		0,1	
132	22,550	14,450	7,600	45		0,5	
134	26,500	19,450	6,900	35		0,2	
136	29,050	15,700	13,000	25		1	
138	28,750	11,350	16,450	30		1	
140	21,350	14,950	6,150	50		1	
142	27,350	13,750	12,850	25		8	
144	22,300	10,850	10,750	7		0,6	
146	25,150	11,900	12,450	12		0,5	
148	25,950	8,150	16,050	10		0,5	
150	27,200	9,850	15,200	15		1	
152	26,250	5,750	17,250	15		0,7	
154	26,250	7,500	17,950	20		0,5	
156	26,200	14,050	11,500	25		3	
158	20,900	11,100	9,300	20		1	
160	28,900	11,000	16,600	10		1	
162	15,500	8,600	6,500	5		1	
164	17,800	11,500	6,100	5		0,5	
165	19,200	12,300	6,050	12		1	
166	27,050	17,200	9,500	10		1	
168	27,100	15,200	11,600	20		0,5	

Tabela 2 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8
170	26,000	15,000	10,600	20		1	
172	28,100	10,300	16,400	15		0,7	
174	26,500	13,600	12,200	17		1	
176	26,350	14,050	11,100	15		1,5	
178	27,050	14,100	12,050	18		1	
180	28,000	14,850	11,000	20		1,5	
182	27,100	13,900	11,850	17		1,5	

barwy brunatnej lub żółtobrunatnej, niekiedy różowawej. Wyraźny pleochroizm w odcieniach brunatnych.

W szlichach z obszaru łupków metamorficznych częsta jest odmiana żółtobrunatnego i różowego turmalinu.

Tytanit — $\text{CaTi}[\text{SiO}_4]\text{O}$ — na obszarze zdjęcia występuje bardzo rzadko i tylko w ilościach śladowych. Ziarna nieregularne, nieco obtoczone, przeważnie mają rysy. Barwa lekko brunatna. Bardzo wysoka dwójłomność. Brak całkowitego znikania światła.

Wolastonit — $\text{Ca}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]$ — minerał ten wyodrębniono w 2 próbkach, lecz określenie nie jest pewne. Minerał ten zachowany jest w postaci ziarn obtoczonych, owalnych, wydłużonych. Bezbarwny. Relief średni. Znikanie światła skośne. Dwuosiowy ujemny.

Zoizyt — $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}[\text{OH}]$ — minerał rzadko spotykany na opróbowanym obszarze. Występuje głównie w szlichach z terenu skał metamorficznych. Z wyglądu podobny do epidotu. Ziarna nieforemne, słabo obtoczone, barwy zielonawożółtej. W przeciwieństwie do epidotu wykazuje jednak wyraźnie niską dwójłomność.

Amfibole i pirokseny występują na opisywanym obszarze w dużej ilości, głównie jako minerały skałotwórcze, dzięki czemu nie stanowią przedmiotu zainteresowania i w toku analizy mineralogicznej nie były szczególnie badane. Spośród tych dwóch grup minerałów opisywano osobno tylko augit i diopsyd. Przy wykonywaniu zdjęcia szlichowego poczyniono również obserwacje dotyczące związku między ilością minerałów ciężkich a wielkością ziarna. Zawartość minerałów ciężkich we frakcji o średnicy ziarn $< 0,25$ mm oraz od $0,25$ do $0,5$ mm przedstawiono w procentach objętościowych, bez zwracania uwagi na kształt ziarn. Wynikają stąd pewne błędy i otrzymane procenty we frakcji ziarn średnicy $0,25$ – $0,5$ mm mogą być za wysokie w stosunku do wyników notowanych we frakcji drobniejszej. Minerały ciężkie występują głównie we frakcji drobniejszej o średnicy ziarn $< 0,25$ mm. We frakcji ziarn średnicy $0,25$ – $0,5$ mm zwiększona zawartość minerałów ciężkich wywołana była zwykle wzbogaceniem w granat. Stosunki zachodzące wśród minerałów ciężkich pobranych szlichów zobrazowano za pomocą 2 tabel oraz mapy szlichowej.

W tabeli 1 podano w przybliżeniu procentową zawartość poszczególnych minerałów ciężkich, bez udziału piroksenów i amfiboli, z wyjątkiem diopsydu i augitu. Na mapie szlichowej (fig. 1) uzyskane dane przedstawiono graficznie za pomocą kółek. Stosunek ilościowy piroksenów i amfi-

boli oraz tlenków Fe do pozostałych minerałów ciężkich w próbkach można odczytać z mapy za pomocą słupów.

Długość słupka obrazuje 100% minerałów ciężkich w próbce. Procent piroksenów i amfiboli oraz tlenków Fe w próbce przedstawiono graficznie i cyfrowo.

W tabeli-2 zestawiono wyniki ważenia i obliczenia procentowej zawartości minerałów ciężkich i osobno minerałów magnetycznych w poszczególnych frakcjach szlichu. Obserwacje poczyniono na mniej więcej połowie próbek i dlatego zestawienie to nie jest pełne.

Skład próbek od nr 20 do 28 nie został przedstawiony ani liczbowo, ani graficznie, gdyż na odcinku potoku, z którego pobrano te próbki, woda niesie materiał pochodzący ze zwałów pozostałych po wypalanych tu w dawnych czasach rudach arsenu, w związku z czym trudno jest ustalić stosunki ilościowe wśród rozpoznanych minerałów, a nawet rozróżnić poszczególne rodzaje ziarn. Większość kryształów pokryta jest silnymi nalotami, prawdopodobnie tlenków żelaza.

W tabelach 1 i 2 oraz na mapie szlichowej przedstawiono skład co drugiej próbki szlichowej, podczas gdy analizowane były szlichy pobierane w odległościach 100-metrowych. Przy takim ujęciu mapa zyskała na przejrzystości. Można było tak postąpić, gdyż w pozostałych próbkach nie pojawiają się odmienne minerały ani też nie zmieniają się w składzie tych szlichów stosunki ilościowe między występującymi minerałami.

Z zestawienia podanego w tabeli 1 wynika, że część minerałów, głównie cjanit, epidot, rutyl, ilmenit, tlenki Fe, tytanit, występuje w szlichach w mniejszej lub większej ilości na całym obszarze, bez wyraźnej zależności od procentowej zawartości innych minerałów szlichu. Takie natomiast minerały, jak andaluzyt, apatyt, cyrkon, granat, staurolit, turmalin, jakkolwiek są składnikami prawie wszystkich szlichów, to jednak pod względem procentowej zawartości uzależnione są w próbce od udziału współwystępujących minerałów ciężkich.

Na podstawie uzyskanych danych wyróżnić można dwa zespoły minerałów ciężkich: staurolit, granat, andaluzyt, turmalin (1), cyrkon, granat, sylimanit (2).

W pierwszym zespole główne minerały szlichu stanowią staurolit i granat. Ilość andaluzytu i turmalinu waha się w granicach od 0,2 do 15%. Z zespołem tym wiąże się często występowanie zoizytu. Apatyt, pospolity minerał wszystkich skał, w szlichach z zespołem pierwszym występuje w małej ilości (2—5%). Cyrkon występuje w nieznaczej ilości (0,5—2%) i to nie we wszystkich próbkach.

W drugim zespole głównym składnikiem jest cyrkon i granat, przy czym w próbkach pojawia się sylimanit. Następuje zubożenie szlichu w andaluzyt i turmalin, a jednocześnie wzrasta ilość apatyty. Zoizyt staje się minerałem bardzo rzadkim. Częściej występuje cjanit oraz pozostałe minerały, jak rutyl i tytanit, ogólnie sporadycznie występujące na danym obszarze.

Pierwszy zespół charakteryzuje strefę łupków krystalicznych. Zespół drugi związany jest z obszarem występowania sjenitu. Częściowe przykrycie sjenitu osadami czwartorzędowymi nie było brane pod uwagę ze względu na niewielką miąższość tych osadów oraz dlatego, że próbki po-

brane wzdłuż erodujących podłoże potoków, wykazywały podobny skład mineralny pod względem jakościowym i ilościowym.

Analizując dane przedstawione w tabeli 1 i na mapie szlichowej można stwierdzić, jakie przyczyny warunkują występowanie i ilościową zawartość w próbkach licznych minerałów. Zawartość diopsydu w poszczególnych szlichach znacznie się zmienia, lecz wzrost zawartości diopsydu związany jest jedynie z pojawieniem się innych piroksenów i amfiboli jako minerałów skałotwórczych i tym samym nie może być wskaźnikiem występowania skał wapienno-krzemianowych typu skarnów.

W kilku próbkach pojawia się augit. Ponieważ występuje on zwykle w szlichach pobranych poniżej dróg przecinających potok, przeto prawdopodobnie pochodzi z kruszywa bazaltowego. Podobnie zwiększoną ilość ilmenitu w próbce nr 14 można też przypisać dopływowi tego minerału z bazaltów pokrywających drogi. Zawartość tlenków Fe w próbkach jest niska (0,5 do 1% ogólnej ilości minerałów ciężkich szlichu). Wzrost zawartości magnetytu i hematytu do 3% nie pozwala na wyciąganie wniosków dotyczących występowania wkładek magnetytowych, co zachodzi na obszarze znanego złoża arsenu. Zwiększona ilość frakcji magnetycznej w szlichach nr 90÷106 oraz w próbce nr 142 łączy się najprawdopodobniej z dostaniem się do wód potoku okruszków żelazistych z materiału kulturowego. Podkreślić tu należy, że na mapie szlichowej tlenki żelaza przedstawiono wraz z ilmenitem jako minerały nieprzezroczyste. Ilmenit stanowi na ogół połowę ilości tych minerałów.

Szlichy z obszaru zdjęcia nie wykazały zawartości siarczków arsenu. Arsenopiryty (może lelingit) znaleziono tylko w próbkach nr 22 i 28, ale minerał ten donoszony jest do Złotego Stoku z wyrobisk obecnie czynnej kopalni, stąd występowanie jego w szlichach nie daje wskazówek surowcowych.

Azuryt stwierdzony w szlichach nr 164 i 166 występuje w ilościach śladowych, poniżej 0,5%. Wykrycie tego minerału ma jednak duże znaczenie, gdyż wyodrębniony w próbkach azuryt pozwala przypuszczać, że z brzeżną partią sjenitu łączy się okruszcowanie siarczkami miedzi.

W szlichach pochodzących z brzeżnej strefy sjenitu występuje kilka minerałów, które mogą wskazywać na ewentualne występowanie żył pegmatytowych, a nawet kruszcowych. Są to np. anataz czy też stwierdzony w próbce nr 94 — szelit. Należy jednak podkreślić, że co do tego ostatniego minerału nie ma całkowitej pewności bezbłędного określenia.

Wśród granatów pojawiają się tutaj kryształy barwy brunatnoczerwonej. Są to prawdopodobnie spesartyny, które mogą też wskazywać na występowanie żył pegmatytowych. W próbce nr 6, w górnym biegu Złotego Potoku, znaleziono inny minerał miedzi — malachit. Pojawienie się kilku ziarenek malachitu w odosobnionej próbce bez zmian składu minerałów szlichowych nie może być jednak wskazówką do występowania miedzi. Być może, iż malachit w próbce nr 6 jest wynikiem zanieczyszczenia szlichu materiałem kulturowym, pochodzącym z drogi przebiegającej blisko potoku.

W próbkach nr 94 i 138 występuje najprawdopodobniej wolastonit. Znikoma ilość tego minerału oraz brak innych krzemianów wapnia nie

pozwała jednak wyciągać wniosków dotyczących możliwości występowania w pobliżu zmetamorfizowanych wapieni. Kilka procent zoizytu w próbce nr 138 nie może stanowić podstawy do takich przypuszczeń.

WNIOSKI .

Badania prowadzone w okolicy znanego złoża arsenu w rejonie Złotego Stoku, odnośnie do możliwości rozszerzania się okruszczenia arsenowego, dały wyniki negatywne. Siarczków arsenu w szlichach nie wyodrębniono. Na podstawie występowania minerałów magnetycznych czy też diopsydu nie można było wyodrębnić stref wzbogacenia w tlenki żelaza ani obszarów występowania skarnów, co mogłoby nasunąć cenne wskazówki dotyczące surowców.

Analiza minerałów ciężkich wykazała natomiast, że z brzezną partią sjenitu w okolicy Złotego Stoku wiąże się prawdopodobnie okruszczenie miedzią. Wykrycie azurytu w próbkach nr 164 i 166 wespół ze znanym występowaniem śladów miedzi w Mąkolnie powinno zapoczątkować na opisywanym terenie dokładniejsze badania. Wskazane byłoby zastosowanie zdjęcia metalometrycznego. Kasyterytu w pobranych próbkach nie znaleziono.

Z wykonanego zdjęcia, obok przedstawionych uwag dotyczących surowców, można było wyciągnąć wnioski natury ogólnej.

Wydzielone dwa zespoły minerałów ciężkich charakteryzują wyraźnie dwa różne kompleksy skał, tzn. skał metamorficznych, złożonych głównie z łupków i gnejsów, oraz skał masywu sjenitowego. Na mapie geologicznej zaznacza się zgodność granicy między sjenitem a skałami metamorficznymi z granicą, którą można by wyznaczyć na podstawie próbek szlichowych. Wynika stąd, że w pewnych wypadkach analiza minerałów ciężkich może być wykorzystana do korygowania mapy geologicznej.

Obserwowana w toku pracy zgodność między pojawieniem się w próbkach hornblendy a występowaniem wkładek łupków hornblendowych w serii skał metamorficznych przemawia również za możliwością czynienia pewnych obserwacji geologicznych za pomocą analizy minerałów ciężkich szlichów.

Stwierdzenie, że minerały ciężkie występują w znacznej większości we frakcji ziarn średnicy $< 0,25$ mm dostarcza jeszcze raz dowodu na to, że dokładna analiza drobnej frakcji odzwierciedla dostatecznie skład minerałów ciężkich całego szlichu.

Dolnośląska Stacja Terenowa I.G.

Wyłożono dnia 5 maja 1959 r.

PIŚMIENNICTWO

- GAWROŃSKA Z. (1953) — Metoda koncentratów jako jedna z metod poszukiwawczych złóż okruszowych metali rzadkich. *Prz. geol.*, 1, p. 12—15, nr 3. Warszawa.
- GĘGOTEK E. (1958) — Wstępne opracowanie wyników poszukiwań złóż kruszców metodą szlichową w okolicy Kłodzka. Z badań złóż kruszców. *Biul. Inst. Geol.*, 126, p. 429—442. Warszawa.

WIESER T. (1958) — Badanie paragenез minerałów w zastosowaniu do poszukiwań złóż metali rzadkich metodą szlichową w regionie Gór Izerskich. Z badań złóż kruszców. Biul. Inst. Geol., 126, p. 411—427. Warszawa.

Мария ХОРОВСКА

ШЛИХОВАЯ СЪЕМКА ОКРЕСТНОСТЕЙ ЗЛОТОГО СТОКА

Резюме

Шлиховая съемка в окрестностях Золотого Стока (Судеты) является попыткой применения метода анализа тяжелых минералов при поисках первичных залежей арсена и меди, а также возможных проявлений касситерита или вольфрамовых минералов.

Результаты исследований относительно возможности дальнейшего распространения известного до настоящего времени арсенового оруденения оказались негативными. Анализ же тяжелых минералов показал, что с краевой частью сиенитов в окрестностях Золотого Стока связано по всей вероятности медное оруденение. Касситерит не был найден в пробах.

Из произведенной съемки были сделаны выводы относительно сырьевых ресурсов и минералогического состава. Выделенные комплексы тяжелых минералов в составе: 1) ставролит, гранат, андалузит, турмалин и 2) циркон, гранат, силлиманит характеризуют два различные комплексы пород, метаморфические образования и образования сиенитового массива. Соответствие обозначенной на геологической карте границы между сиенитом и метаморфическими породами с границей, которую можно бы провести на основе шлиховых проб, равным образом как наблюдаемое в ходе работы соответствие между появлением в пробе роговой обманки и залеганием прослоев роговообманковых сланцев в толще метаморфических пород, указывает на возможность применения анализа тяжелых минералов для корректирования геологической карты.

Произведенные в ходе лабораторных работ наблюдения касающиеся количественного участия тяжелых минералов в отдельных фракциях шлика показали, что точный анализ фракции с диаметром зерен $< 0,25$ мм в достаточной степени отражает состав тяжелых минералов всего шлика.

Maria CHOROWSKA

"SLICK" MAPPING IN ZLOTY STOK REGION

Summary

The "slick" mapping carried out in the region of Złoty Stok represents an attempt at utilizing this method of analyzing heavy minerals in the search for

primary arsenic and copper deposits, and possibly too for cassiterite or tungsten minerals.

The examinations executed here gave negative results as to the probability of the arsenic ore body hitherto known at Złoty Stok extending further. On the other hand, the analysis of heavy minerals revealed that the marginal part of the syenite in the Złoty Stok region is most probably connected with the occurrence of copper ores. No cassiterite was detected in the collected samples.

Besides information on occurring raw materials, the discussed method of mapping made it possible to draw mineralogical conclusions too. The distinguished associations of heavy minerals, consisting of 1) staurolite, garnet, andalusite, tourmaline, and 2) zircon, garnet, sillimanite, characterize two different rock complexes, i.e. metamorphic rocks and rocks of a syenite massif. Moreover, the analysis of heavy minerals might prove useful for revisions in the geological map, since by the use of such analyses a conformity has been revealed between the boundary of syenite and metamorphic rocks, shown in the geological map; and the boundary indicated by examinations of slick samples; in a similar way. The conformity observed during these examinations between the appearance of hornblende in samples and the occurrence of the hornblende shists in the series of metamorphic rocks indicate the possibility of application of heavy minerals analysis for correction of geological map.

During laboratory examinations, observations were made as to the quantitative content of heavy minerals in the individual fractions of slick samples; it was determined that an accurately executed analysis of the fraction containing grains of less than 0.25 mm. size yields a satisfactory picture of the content of heavy minerals in the entire slick sample.

Fig. 1. Mapa szlichowa rejonu Złotego Stoku (geologia uproszczona na podstawie zdjęcia L. Finckha i G. Fischera)

Slick map of Zloty Stok region (simplified geology on the basis of geological mapping executed by L. Finckh and G. Fischer)

1 — czwartorzęd, 2 — sjenit częściowo przykryty osadami czwartorzędowymi, 3 — granit jawornicki, 4 — wapień krystaliczne, 5 — ortognejsy, 6 — zmylonityzowane łupki łyszczykowe, 7 — łupki hornblendowe, 8 — hornfelsy, 9 — miejsce pobrania i numer próbki, 10 — potoki, 11 — drogi, 12 granica państwa;

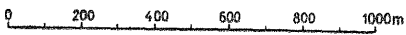
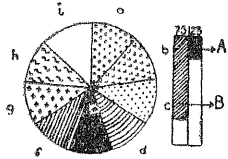
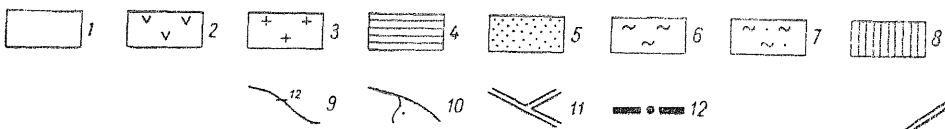
a — staurolit, *b* — cyrkon, *c* — granat, *d* — andaluzyt, *e* — turmalin, *f* — sylimanit, *g* — augit, *h* — diopsyd, *i* — inne;

A — procent minerałów nieprzezroczystych w szlichu, B — procent amfiboli i piroksenów w szlichu

1 — Quaternary, 2 — syenite, partly covered by Quaternary deposits, 3 — Jaworniki granite, 4 — crystalline limestones, 5 — orthogneisses, 6 — mylonitized mica schists, 7 — hornblende schists, 8 — hornfels rocks, 9 — localities of collecting samples, and number of sample, 10 — creeks, 11 — roads, 12 — frontier line;

a — staurolite, *b* — zircon, *c* — garnet, *d* — andalusite, *e* — tourmaline, *f* — sillimanite, *g* — augite, *h* — diopside, *i* — miscellaneous minerals;

A — percentage of opaque minerals in slick sample, B — percentage of amphiboles and pyroxenes in slick sample



ZŁOTY STOK

Chwałistaw

