

Jolanta PIASECKA

Józef DZIADEK

Zakłady Górnicze "Rudna" w Polkowicach

DOSKONALENIE PROCESU WZBOGACANIA RUD MIEDZI
POD KĄTEM ZWIEKSZENIA ILOŚCI SREBRA W KONCENTRACIE WILIZJONNEJ

I. Występowanie srebra w złożu kopalni "Rudna"

Z badań przeprowadzonych nad występowaniem srebra w rudach miedzi złoża "Rudna" wynika, że srebro, w związku z chalkofilnymi i sulfidofilnymi własnościami geochemicznymi występuje głównie w powstających w złożu fazach siarczkowych. Największe koncentracje tego metalu występują w bornicie, chalkosynie, digenicie i galenie.

Najwyższe zawartości srebra stwierdzono w digenitach, zwłaszcza w digenitach pochodzących z łupku.

Drugim minerałem pod względem ilości zawartego srebra jest bornit, z tym, że jest to minerał mało rozpowszechniony w złożu miedzi "Rudna".

Najbardziej pospolity minerał miedziowy, chalkosyn wykazuje bardzo duże wahania zawartości srebra od ledwie wykrywalnych w dolomitach do 0,8% w łupkach.

Oprócz srebra podstawionego izomorficznie w minerałach siarczkowych Ag występuje w minerałach własnych. Dominującym minerałem miedziowym jest stromeyerit miedziowy Ag_2S z $2Cu_2S$. Inne minerały typu stromeyerit Ag_2SxCu_2S , mockinstryt $3Ag_2Sx2Cu_2S$, jalpait $3Ag_2Sx4Cu_2S$ występują bardzo rzadko.

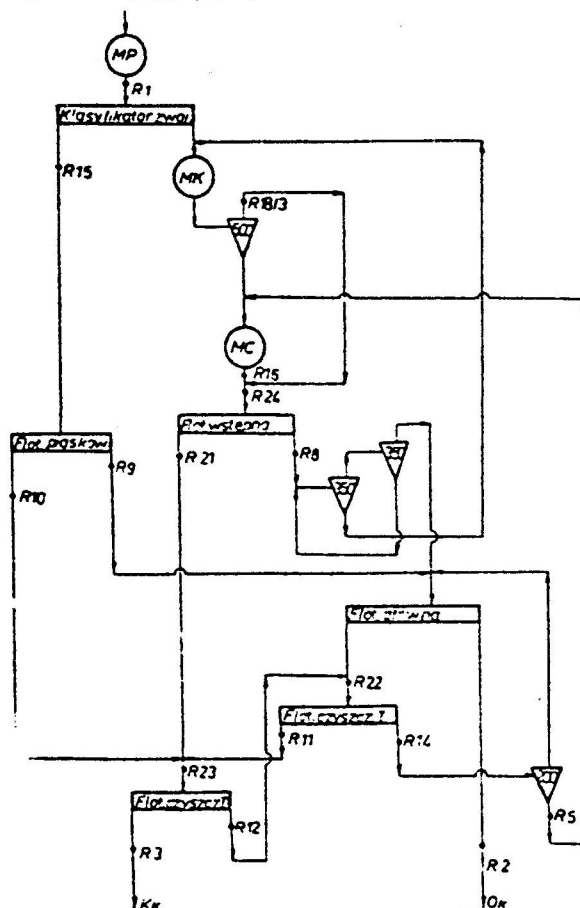
Srebro rodzime występuje w małych ilościach, najczęściej w łupkach ze stromeyeritem miedziowym i digenitem.

Koncentracje srebra w rudach miedzi związane są z typami litologicznymi złoża. Najwyższe zawartości tego pierwiastka występują w łupkach (dla "Rudnej" średnio 200 g/t), wyraźnie niższe w dolomitach (54 g/t) i piaskowcu (40 g/t).

Minerały srebra występują w złożach w postaci bardzo drobnych wprznięć rzędu 5-30 μm .

II. Opis obecnie stosowanej technologii

Obecnie stosowane schematy technologiczne wzbogacania rud miedzi w ZWR ZG "Rudna" przebiegają wg rys. 1.



Rys. 1. Schemat opróbowania I ciągu ZWR "Rudna" próba porównawcza

Przedstawiony schemat procesu mielenia, klasyfikacji i flotacji jest ukierunkowany przede wszystkim na produkcję koncentratu miedzi, natomiast do tej pory nie poczyniono żadnych starań, aby śledzić, bądź sterować wzbogacalnością srebra.

Dla optymalnej zawartości miedzi w koncentracie końcowym, która dla kopalni "Rudna" wynosi 25 %, najwyższa zawartość srebra otrzymana wynosiła 350 g/t - 400 g/t.

W roku 1982 podjęto produkcję koncentratów miedziowych o zawarto-

ści 28 % - 30 % Cu - tzw. "bogaty koncentrat". W okresie produkcji tych koncentratów nastąpiło wyraźne obniżenie ilości srebra w koncentracie do wielkości 300-340 g/t koncentratu przy obniżeniu jego uzysku o 3 % - 5 %.

Srednie zawartości srebra w produktach podczas produkcji "bogatych" i "ubogich" koncentratów kształtowały się następująco;

	k. "ubogi"	k. "bogaty"
zawartość srebra w nadawie	34 g/t	34 g/t
zawartość srebra w koncentracie	360 g/t	340 g/t
zawartość srebra w odpadzie	5 g/t	7 g/t
uzysk technologiczny srebra	84 %	81 %

Jest to zjawisko niezrozumiałe, gdyż spodziewano się, że z chwilą podjęcia produkcji koncentratów "bogatych" nastąpi wzrost zawartości srebra w koncentracie. Przyczyniło się to do podniesienia przez zakład wielomilionowych strat z tytułu zmniejszonej sprzedaży srebra.

Dla wyjaśnienia przyczyn spadku zawartości srebra w "bogatym" koncentracie została, w miesiącu listopadzie 1982 r., dokonana przez ZD KGHM pełna analiza technologiczna I ciągu przy produkcji koncentratów rzędu 25 % Cu i koncentratów rzędu 28 % - 30 % Cu.

Zestawienie zawartości metali - Ag i Cu w produktach wzbogacania przy produkcji "ubogiego" i "bogatego" koncentratu przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Nazwa produktu	"ubogi" koncentrat		"bogaty" koncentrat	
	Ag / t	Cu / %	Ag / t	Cu / %
produkt młyna przetwowego	2,56	47	2,63	47
produkt młyna kulowego	2,01	50	3,11	48
nadawa do flot. wstępnej	1,39	40	2,40	48
koncentrat flot. wstępnej	15,55	360	42,70	350
odpad flotacji wstępnej	1,39	29	2,35	46
produkt młyna cylindrowego	2,42	45	2,40	47
przebieg klasyfikatora	2,48	40	2,40	47
koncentrat flot. piasków	31,15	350	33,67	350
odpad flot. piasków	0,55	14	0,70	16
nadawa do flot. głównej	1,24	30	1,91	45
koncentrat flot. głównej	2,50	75	3,00	79
odpad flot. głównej	0,17	11	0,21	10
nadawa do czyszczenia I	5,18	106	9,48	100
koncentrat flot. czyszczenia I	7,95	150	11,35	150
odpad flot. czyszczenia I	1,88	42	3,01	45
nadawa do flot. czyszczenia II	12,38	210	15,62	175
odpad flot. czyszczenia II	8,52	153	9,20	120
koncentrat flot. II czyszczenia	24,74	360	28,68	360

- Z porównania ilościowych rozkładów srebra wynika, że;
- ilość srebra w produktach nie jest adekwatna do ilości krążącej miedzi w produktach,
 - przy produkcji bogatego koncentratu miedzi, mimo wyższych ogólnych

- zawartości Ag w produktach mielenia, domielania, flotacji wstępnych i układach czyszczenia krąży mniejsza ilość srebra niż przy produkcji koncentratów zaw. 25 % Cu,
- w obu analizowanych wariantach srebro gromadzi się przede wszystkim w obiegach domielania, flotacji wstępnych i układach czyszczenia,
 - w układach czyszczenia koncentratu srebro wzbogaca się w stopniu zbliżonym do miedzi, natomiast we flotacji głównej i piasków srebro odzyskuje się ok. 10-20 % mniej w stosunku do miedzi,
 - z nadawy zawierającej ok. 2,6 % Cu i ok. 40 g/t Ag osiągnięto następujące uzyski metali;
- przy koncentracie 24,74 % Cu otrzymano $\epsilon_{Cu} = 93,93 \%$, $\epsilon_{Ag} = 78,79 \%$ i ilość Ag w koncentracie 381 g/t koncentratu; przy koncentracie 28,62 % otrzymano $\epsilon_{Cu} = 91,95 \%$, $\epsilon_{Ag} = 77,79 \%$ i ilość Ag w koncentracie 377 g/t koncentratu [2].

III. Próby przemysłowe podwyższenia uzysku srebra w koncentracie miedziowym

Na ciągu I ZWR ZG "Rudna" przeprowadzono próbę przemysłową, której celem było podwyższenie zawartości srebra w koncentracie miedziowym oraz jego uzysku [3]. Dla porównania wyników przeprowadzono 5-zmianową próbę porównawczą wg obecnie stosowanego schematu technologicznego.

Dokonano zmiany w schemacie technologicznym polegające na;

1. Skierowaniu odpadu flotacji piasków do podwójnej klasyfikacji w hydrocyklonach $\phi 350/20^\circ$ oraz zawrocie wylewu tych hydrocyklonów do domielania w młynach kulowych.
2. Poddaniu podwójnej klasyfikacji w hc $500/20^\circ$ wylewy młynów kulowych przed flotacją wstępną.
3. Wydłużono o 100 % czas flotacji wstępnej (rys. 2).

Wprowadzone zmiany miały na celu zmniejszenie uziarnienia nadaw do flotacji wstępnej i flotacji głównej i podniesienia uzysku operacyjnego flotacji wstępnej. Otrzymano następujące wyniki;

1. Próba porównawcza

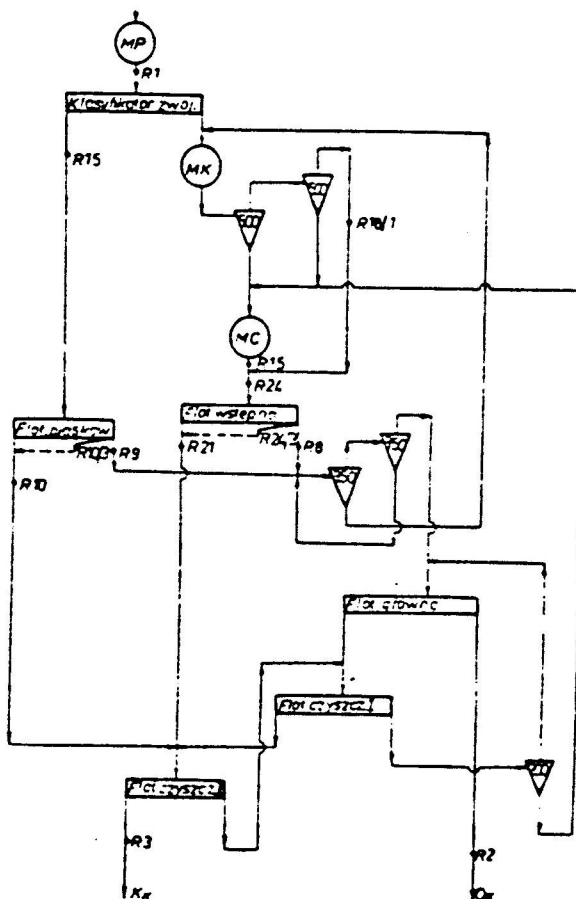
nadawa	2,3	Cu	Ag - 35 g/t
koncentrat	- ok. 30 %	Cu	Ag - 405 g/t
uzysk Ag	-	78,50 %	
uzysk Cu	-	91,76 %	

2. Próba wg nowego schematu;

nadawa	-	2,3% Cu	Ag - 33 g/t rudy
koncentrat	-	29 % Cu	Ag - 380 g/t

uzysk miedzi - 92,37 %
uzysk srebra - 82,27 %

czyli reasumując; stwierdzamy wzrost uzysku metali w koncentracie końcowym dla Cu o 0,6 % i dla Ag 3,8 % przy jednoczesnym spadku zawartości srebra w koncentracie końcowym o 25 g/t koncentratu [3].



Rys. 2. Schemat opróbowania I ciągu ZWR "Rudna" po wprowadzeniu zmian w układzie technologicznym

Skierowanie odpadu flotacji piasków do klasyfikacji w hydrocyklonach, a następnie kierowanie wylewów tych hydrocyklonów do domielania w młynach kulowych wpłynęło na wzrost zawartości klasy +0,1 mm oraz zmniejszenie zawartości klasy -0,075 w niektórych produktach.

Zestawienie średnich składów ziarnowych produktów wzbogacania przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Klasa ziarnowa /mm/	0,5		0,3		0,2		0,1		0,075		-0,075	
Nazwa produktu	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Wylew młyna cylindrowego	0,7	3,0	1,7	4,1	9,0	27,6	17,9	17,3	12,9	11,5	57,8	56,3
Przelew hc 500	0,7	0,2	2,4	3,8	19,6	36,9	27,1	21,8	10,3	9,5	39,9	27,8
Nadawa flotacji wstępnej	0,7	1,6	2,0	4,0	14,1	32,1	22,3	19,5	11,7	10,5	49,2	32,3
Odpad flotacji wstępnej	3,4	2,7	2,3	3,6	15,8	29,3	19,4	21,6	11,0	9,5	43,1	33,3

I - próba porównawcza

II - próba wg nowego układu

Na podstawie przedstawionych wyników widać, że niewskazane jest kierowanie odpadu flotacji piasków do klasyfikacji i mielenia, ponieważ następuje pogorszenie się składów ziarnowych poszczególnych produktów.

Proponowane zmiany schematu technologicznego wymagałyby dodatkowego wyposażenia ciągu w baterie hydrocyklonów, układy pompowe oraz młyn domielający frakcję piaskowcą, co w chwili obecnej jest nie niemożliwe do zrealizowania.

IV. Kierunki doskonalenia schematów technologicznych wzbogacania rud miedzi pod kątem zwiększenia ilości srebra w koncentracie miedziowym

Wykorzystując własne doświadczenia przemysłowe w prowadzeniu technologii wzbogacania rud miedzi, w oparciu o znane własności minerałów miedziowo-srebrnych proponujemy, aby dla zwiększenia ilości srebra w koncentracie miedziowym dalsze próby przemysłowe były prowadzone w kierunku:

- wydzielenia koncentratów flotacji piasków i flotacji wstępnej jako koncentratów końcowych. Takie przedsięwzięcie wymaga zabudowania układów pomiarowych na zawartość Cu przez analizator "Courier" - w chwili obecnej zakład prowadzi prace przygotowawcze do realizacji powyższego,
- rozbudowa i modyfikacja układów klasyfikujących, przygotowujących nadawy do flotacji wstępnej, piasków i głównej w celu przygotowania nadaw do flotacji o drobniejszym uziarnieniu. Zakład obecnie prowadzi rozbudowę układu klasyfikującego nadawę

do flotacji piasków, który powiększony został z domielaniem grubych frakcji piaskowcowych w młynie cylpepsowym. Daje to w rezultacie zmniejszenie uziarnienia całego produktu poniżej 0,15 mm, przy czym klasy poniżej 0,075 mm otrzymuje się rzędu 80 - 90 %.

Wstępne analizy zawartości srebra w produktach flotacji piasków wykazały, że zawartość srebra w odpadzie piaskowym zmalała o 4 g/t natomiast ilość srebra w koncentracie piaskowym wzrosła średnio 46 g/t.

- c) modyfikacja układów czyszczeń,
- d) wprowadzenie nowych odczynników flotacyjnych zwiększających uzysk minerałów miedziowo-srebrowych w koncentracie końcowym,
- e) rozpatrzenie celowości wprowadzenia nowego schematu technologicznego dla rud miedzi, który uwzględniłby podniesienie uzysku srebra przy tym samym uzysku miedzi. Autorzy uważają, że powyższy schemat powinien zapewnić wstępne wzbogacanie do otrzymania produktów końcowych frakcji piaskowcowej i kruszowo-wapiennej na początku procesu wzbogacania oraz odrębne wzbogacanie z klasyfikacją i domielaniem półproduktów, z których też otrzyma się wyniki końcowe.

Wymagania stawiane przez hutnictwo miedziowe produkcji koncentratów "bogatych" o powyższej zawartości miedzi zmuszają służby technologiczne ZWR-ów do podjęcia szeregu prób i wdrożeń zabezpieczających utrzymywanie jednocześnie dużych zawartości srebra w koncentracie miedziowym przy jego wysokim uzysku. Wskazany by było, aby tym problemem dotychczas nierozpoznanym, zajęły się placówki naukowo-badawcze celem opracowania nowych technologii przemysłowego wzbogacania miedzi i srebra.

LITERATURA

- [1] Marian Banaś, Badania występowania srebra w rudach miedzi złoże "Rudna" w aspekcie jego odzyskiwania jego w procesach technologicznych. AGH Kraków, czerwiec 1975.
- [2] B. Nowakowska, M. Kowalska, Rozpoznanie udziału srebra w produktach wzbogacania rudy ZG "Rudna" przy produkcji bogatych koncentratów. LD KGHM sprawozdanie Nr 6/TP/82
- [3] B. Nowakowska, M. Kowalska, R. Dudek, J. Dziadek, J. Pater, J. Piasiecka, Informacja z prób przemysłowych przeprowadzonych w ZWR ZG "Rudna" w celu poprawy uzysku srebra. ZD KGHM Lubin, kwiecień 1983.

INVESTIGATION OF COPPER ORE PROCESSING FOR INCREASMENT
OF SILVER CONTENT IN COPPER CONCENTRATES

The occurrences of silver in Rudna Mine, processing of copper ore, silver content balance in products of processing and a test to increase the recovery of silver in copper concentrates are described in the paper. General directions for changes of the flowsheet for copper ore processing to increase silver concentration in copper concentrates are also presented.