

Roman J. FARAŃSKI *

KRYTERIA MOŻLIWOŚCI ZWIĘKSZENIA ODZYSKÓW ZŁOTA I PLATYNOWCÓW Z KRAJOWYCH RUD MIEDZI LGOM-u

Analiza chemiczna wykazała, że przy przeróbce rud miedzi LGOM-u 60 % zawartych w nich złota i platynowców jest tracone i przechodzi do odpadów poflotacyjnych, zaś 36 % strat powstaje w procesach metalurgicznych produkcji miedzi. Przeprowadzony test prażenia 4000 kg koncentratu miedzi pozwolił na odzyskanie ok. 0,5 g łącznie złota i platynowców z powstających gazów prażalnych. W oparciu o uzyskane wyniki stwierdzono, że odzyskiwanie złota i platynowców z gazów prażalnych powstających w procesach metalurgicznych pozwoliłoby na znaczące zmniejszenie strat złota i platynowców podczas produkcji miedzi z krajowych rud LGOM-u.

1. Wprowadzenie

Złoto i platynowce występują w polimetalicznych rudach LGOM-u w postaci form rodzimych, podstawień diadochowych w minerałach srebra lub miedzi oraz w postaci kompleksów metaloorganicznych [1, 2]. Według Bortla i wsp. [3] średnie uzyski na przykład złota przechodzącego do koncentratów miedziowych w latach 1982–83 kształtowały się odpowiednio: ZWR Lubin – 53,6 %, ZWR Polkowice – 85,2 %, ZWR Rudna – 47,4 %, ZWR Konrad – 25,0 %. W oparciu o wyżej cytowane dane, jak i podane przez Pieniądza i Dobrowolskiego [4] ilości rocznie przerabianej rudy w poszczególnych Zakładach Wzbogacania Rud KGHM-u wyliczono średnią stratę złota, jaka powstaje w procesie wzbogacania rud LGOM-u (tab. 1), która wynosi 41,6 %. Celem niniejszej pracy było oszacowanie wielkości strat złota i platynowców na głównych etapach procesów produkcji miedzi z polimetalicznych rud LGOM-u. Cel ten realizowano poprzez zbilansowanie rozdziału złota i platynowców w półproduktach procesów wzbogacania po-

Tabela 1

Wyliczenia średnich strat złota w procesach wzbogacania rud LGOM-u, w oparciu o dane literaturowe [3, 4]

Wyszczególnienie	Ilość przerobionej rudy wilgotnej wg Pieniądza [4] Mg	Ułamek wagowy przerobionej rudy w łącznej produkcji KGHM	Ułamek wagowy odzysku złota (uzysk złota wg. Bortla [3] podzielony przez 100%)	Ułamek wagowy uzysków złota odniesiony do poszczególnych ZWRnych (wart. kol. 3 x wart. kol. 4)	Straty złota w procesie wzbogacania rud LGOM-u poszczególnych ZWRnych (1-wart. kol. 4) x 100 %
1	2	3	4	5	6
ZWR Lubin	7.134.000	0,242	0,536	0,130	46,4 %
ZWR Polkowice	8.140.000	0,276	0,852	0,235	14,8 %
ZWR Rudna	13.025.000	0,446	0,474	0,209	52,6 %
ZWR Konrad	1.180.000	0,040	0,250	0,010	75,0 %
KGHM	29.479.000	1,000	-	=0,584	(1-0,584) x x 100 % = = 41,6 %

limetalicznych rud LGOM-u, w oparciu o wykonane oznaczenia analityczne. W pracy wykazano, że istnieje możliwość eliminacji tych strat przez zwiększenie odzysków złota i platynowców na przykład na drodze zbocznikowania procesów hutniczych produkcji miedzi z koncentratów miedziowych.

2. Część eksperymentalna

Zagadnienia analityczne

Analizy koncentracji złota i platynowców w badanych próbkach wykonano w Zakładzie Badawczo-Rozwojowym Zakładów Porcelany Stożkowej "KRZYSZTOF" w Wałbrzychu, metodą absorpcyjnej spektroskopii atomowej, przy użyciu spektrometrów; Perkin-Elmer 5000, Perkin-Elmer 2380, pieca HGA 500*). Analizy wykonano na uśrednionych próbkach nadawy, koncentratów miedzi, odpadów poflotacyjnych - pochodzących z bieżącej produkcji Zakładów Wzbogacania Rud LGOM-u. W przypadku ZWR Konrad uśredniano

*) Oznaczenia dla niektórych losowo wybranych próbek wykonano równolegle w Zakładzie Doświadczalnym KGHM-u Lubin, przy wykorzystaniu spektrometru plazmowego firmy BAIRD. Uzyskano zadowalającą zgodność wyników oznaczanych koncentracji, względem oznaczeń metodą ASA, co potwierdziło prawidłowość przyjętej metodyki oznaczeń analitycznych złota i platynowców w badanych próbkach [6].

próbki z jednomiesięcznego cyklu produkcji, w przypadku pozostałych ZWR-ów, z cyklu 4-dniowej produkcji. Otrzymane wyniki oznaczania koncentracji złota i platynowców zestawiono w tabeli 2. W oparciu o uzyskane wyniki oznaczeń analitycznych sporządzono bilans rozdziału złota i platynowców, przedstawiony na rysunku 1.

Tabela 2

Koncentracja złota i platynowców w półproduktach
przerobu rud miedzi LGOM-u

- N A D A W A

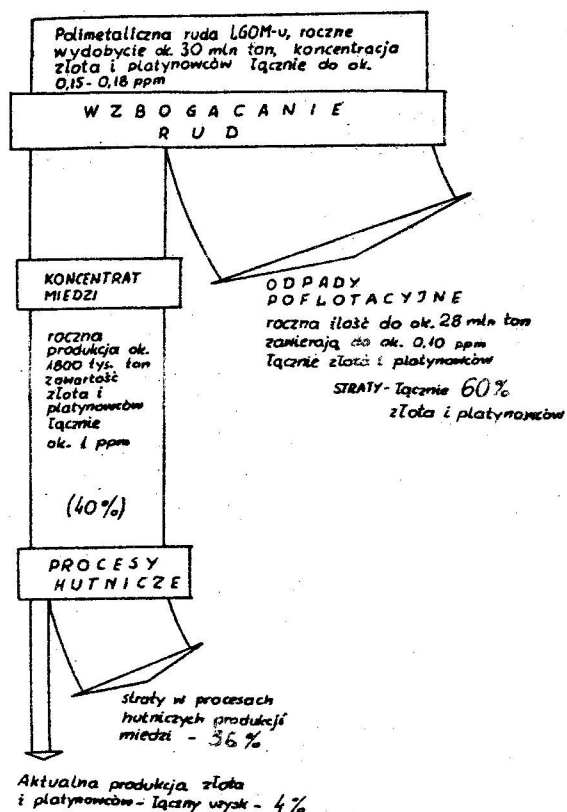
Wyszczególnienie	K o n c e n t r a c j a w p p m				Łączna koncentracja złota i platynowców w ppm
	Au	Pd	Ir	Pt	
ZWR Lubin	0,058	0,027	0,004	0,024	0,113
ZWR Polkowice	0,140	0,026	0,008	0,034	0,208
ZWR Rudna	0,076	0,058	0,012	0,052	0,198
ZWR Konrad	0,022	0,036	0,022	0,048	0,128
KGHM	0,087	0,042	0,009	0,040	0,178

- O D P A D Y

Wyszczególnienie	K o n c e n t r a c j a w p p m				Łączna koncentracja złota i platynowców w ppm
	Au	Pd	Ir	Pt	
ZWR Lubin	0,031	0,022	0,003	0,014	0,070
ZWR Polkowice	0,062	0,016	0,005	0,018	0,101
ZWR Rudna	0,054	0,032	0,006	0,031	0,123
ZWR Konrad	0,008	0,018	0,010	0,036	0,072
KGHM	0,049	0,025	0,005	0,024	0,103

- K O N C E N T R A T

Wyszczególnienie	K o n c e n t r a c j a w p p m				Łączna koncentracja złota i platynowców w ppm
	Au	Pd	Ir	Pt	
ZWR Lubin	0,346	0,078	0,015	0,146	0,585
ZWR Polkowice	0,980	0,140	0,043	0,223	1,386
ZWR Rudna	0,320	0,341	0,085	0,280	1,026
ZWR Konrad	0,227	0,290	0,204	0,306	1,027
KGHM	0,507	0,217	0,057	0,231	1,014



W dalszej części niniejszej pracy poszukiwano odpowiedzi na pytanie, czy istnieje możliwość zwiększenia odzysków złota i platynowców na drodze zbocznikowania procesów hutniczych produkcji miedzi.

Rys. 1. Bilans rozdziału złota i platynowców w głównych etapach produkcji miedzi z rud LGOM-u

Fig. 1. Distribution of gold and platinum metals in the main stages of copper production from copper ores of LGOM

Opis przeprowadzonych badań

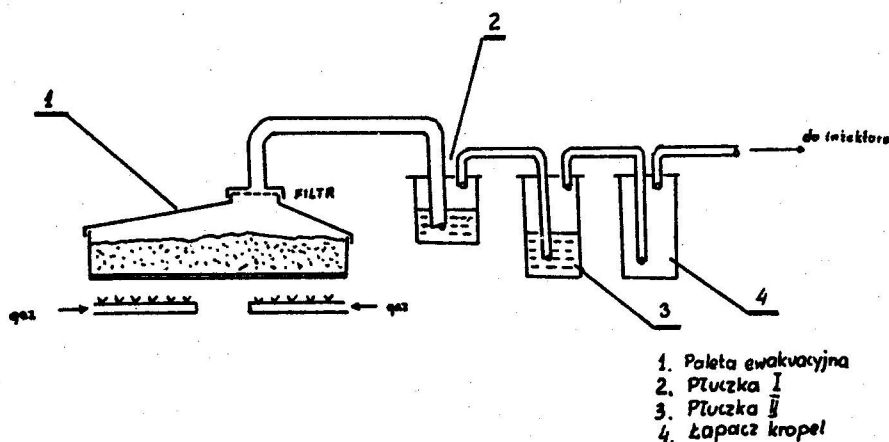
Założono, że w trakcie procesów metalurgicznych obróbki koncentratów miedziowych powstają lotne związki złota i platynowców, które są tracone, a które poprzez odpowiednie zbocznikowanie tych procesów mogłyby być odzyskiwane. Dla sprawdzenia tej tezy wykonano szereg oznaczeń Au i platynowców w koncentratkach miedziowych przed i po ich prażeniu. Dla losowo wybranej próbki koncentratu miedziowego ZG Konrad otrzymano wyniki (tabela 3). Dane te stanowiły inspirację dla przeprowadzenia

Tabela 3

Koncentracja złota i platyny w testowanej próbce koncentratu ZG Konrad

	Złoto	Platyna
Koncentrat przed prażeniem	0,080 ppm	0,699 ppm
Koncentrat po prażeniu	0,013 ppm	0,00 ppm

testów w skali wielkolaboratoryjnej. Test prowadzono w ten sposób, że partię 50 kg koncentratu prażono w temperaturze 500°C przez okres 7 h, zaś utleniające się gazy prażalne przepuszczano przez układ płuczek zawierających roztwory absorpcyjne (roztwór kwasu solnego z dodatkiem reduktora). Testy polegające na wstępnej obróbce 1000 kg koncentratu miedzi z bieżącej produkcji ZWR Konrad w kierunku wydzielenia z niego złota i platynowców wykonano w KGHM Zakład Górniczy Konrad w Iwinach k/Bolesławca. Obróbkę preparatywną otrzymanych w ZG Konrad roztworów zawierających wyekstahowane złoto i platynowce przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym Hutnictwa Miedzi Instytutu Metali Nieżelaznych, Wydział Hutnictwa Głogów [6]. Przy koordynacji całości prac korzystano z zaplecza, jakim były laboratoria Instytutu Przeróbki Kopalni Wydziału Górniczego Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Łącznie przeprażono 20 partii t.j., $20 \times 50 \text{ kg} = 1000 \text{ kg}$ koncentratu miedzi ZG Konrad, zaś otrzymane z mycia gazów prażalnych roztwory poddano obróbce preparatywnej w kierunku wydzielenia z nich złota i platynowców. Próbę wielkolaboratoryjną wykonano w aparaturze przedstawionej na rysunku 2. Ogólny



Rys. 2. Aparatura do przeprowadzenia testów technologicznych
Fig. 2. A schematic of setup for experimental tests

schemat przeprowadzonych prób odzysku złota i platynowców z testowanego koncentratu ZG Konrad przedstawia rysunek 3. Zawartość złota i platynowców w półproduktach otrzymanych po przeróbce roztworów poabsorpcyjnych podano w tabeli 4. Łącznie z 1000 kg testowanego koncentratu miedzi ZG Konrad odzyskano 466 mg złota i platynowców.

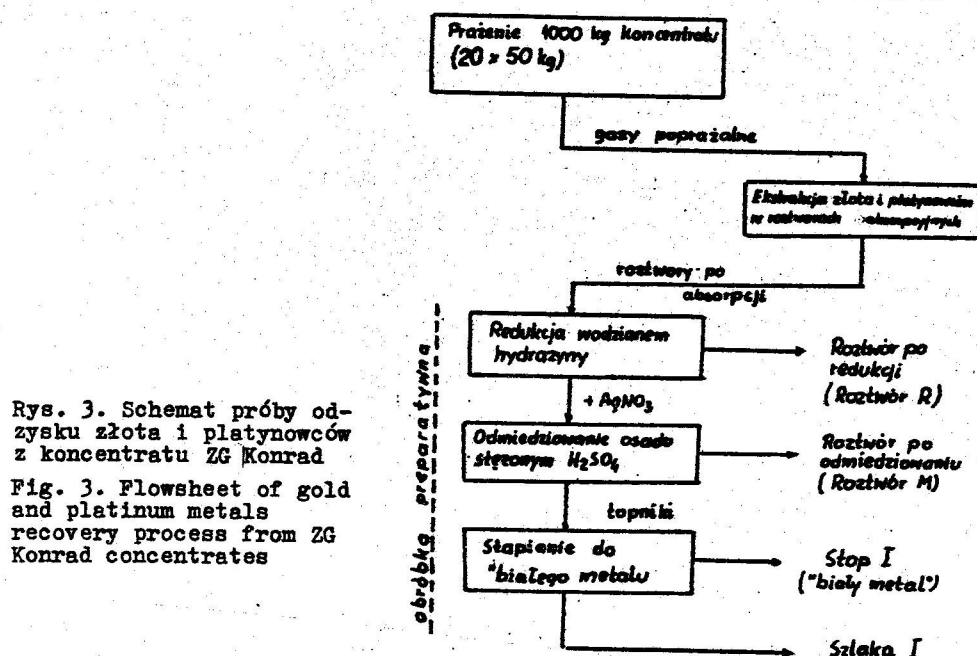


Tabela 4

Zawartość złota i platynowców w półproduktach po obróbce preparatywnej roztworów poabsorpcyjnych

FRAKCJA	ILOŚĆ	ZŁOTO		PLATYNA		IRYD	
		Koncentr. ppm	Masa mg	Koncentr. ppm	Masa mg	Koncentr. ppm	Masa mg
Roztwór R	38,0 dm ³	0,0	-	0,025	0,95	9,75	370,5
Roztwór M	5,7 dm ³	0,437	2,5	0,00	-	4,25	24,2
Szlaka I	324,6 g	0,00	-	0,00	-	70,0	22,7
Stop I	25,4 g	115,0	2,9	820,0	42,22	0,00	-
R A Z E M			5,4		43,17		417,4

3. Rezultaty i dyskusja

Z otrzymanych w ramach niniejszej pracy wyników oznaczeń złota i platynowców w półproduktach wzbogacania polimetalicznych rud LGOM-u

wynika, że wraz z rudą polimetaliczną rocznie wydobywanych jest ok. 5000 kg łącznie złota i platynowców. W procesie wzbogacania rud w kierunku produkcji koncentratów do odpadów poflotacyjnych przechodzi do ok. 3000 kg tych metali szlachetnych, zaś do koncentratów miedziowych dostaje się ok. 1800 kg łącznie złota i platynowców. Wynika z tego, że odpowiednio uzyski złota i platynowców w koncentratkach miedziowych według aktualnych technologii procesów wzbogacania wynoszą rzędu do ok. 40 % z zawartych w złożu metali szlachetnych, t.j., straty tych metali powstałe poprzez ich ewakuację do odpadów poflotacyjnych wynoszą ok. 60%.

Otrzymany w oparciu o przeprowadzone analizy w niniejszej pracy parametr strat złota i platynowców, powstałych w procesach wzbogacania rud LGOM-u jest o ok. 50 % wyższy od wyliczonego w oparciu o publikowane dane [3, 4] - tabela 1. Zagadnienie opracowania lub dopracowania odpowiednich technologii w kierunku podwyższenia uzysków złota i platynowców w procesach wzbogacania rud pozostaje sprawą otwartą. Nie jest przy tym wykluczone, że odpady poflotacyjne mogą w przyszłości stanowić surowiec wtórny w kierunku dodatkowej produkcji złota i platynowców. Zważywszy, że według otrzymanych wyników analiz koncentracji złota i platynowców (tabela 2, rysunek 1), rocznie z polimetaliczną rudą LGOM-u wydobywa się ok. 5000 kg łącznie tych metali szlachetnych, zaś roczna wielkość produkcji łącznie złota i platynowców wynosi do ok. 200 kg [5], oznacza to, że aktualny odzysk złota i platynowców w procesach produkcji miedzi wynosi tylko ok. 4 % wagowych. Ponieważ 60 % strat powstaje przy przeróbce rud, stąd straty złota i platynowców w procesach hutniczych produkcji miedzi są rzędu 36 %. Przyczyną tych strat jest najprawdopodobniej zjawisko powstawania lotnych połączeń tych metali podczas obróbki metalurgicznej koncentratów miedziowych.

Możliwość powstawania lotnych połączeń złota i platynowców przy obróbce termicznej koncentratów miedziowych została dowiedziona w części eksperymentalnej niniejszej pracy, gdzie na drodze tylko prażenia koncentratu miedzi z powstających lotnych faz otrzymano ok. 0,5 g złota i platynowców - prażąc 1000 kg koncentratu. Sposób odzysku złota i platynowców na drodze ewakuacji ich lotnych połączeń np. podczas obróbki metalurgicznej koncentratów miedziowych stanowi treść zastrzeżenia patentowego [7].

Według nie w pełni jeszcze potwierdzonych wyników aktualnie prowadzonych przez autora niniejszej pracy badań, połowa strat powstałych na skutek tworzenia się w procesach hutniczych lotnych połączeń złota i platynowców kolektoruje się w stawach osadowych hut miedzi KGHM-u. Do stawów tych po wstępnej neutralizacji mlekiem wapiennym usuwane są: ścieki i szlamy z Fabryk Kwasu Siarkowego hut miedzi KGHM-u, szlamy z mokrego odpylania gazów gardzielowych pieców szybowych oraz wody

przemysłowe z hut miedzi po ich dekarbonizacji i koagulacji siarczanem żelaza. Pozostałość zaś strat t.j., ok. 18 % złota i platynowców wydobytych wraz z rudą LGOM-u jest bezpowrotnie tracona w procesach emisji pyłowo-gazowej z hut miedzi Kombinatu Górniczo-Hutniczego Lubin. Kryteria możliwości zwiększenia odzysków złota i platynowców z krajowych rud miedzi LGOM-u winny się opierać w głównej mierze na zwiększeniu uzysków tych metali w procesach wzbogacania i takiej modyfikacji procesów metalurgicznych, aby poprzez ich zbocznikowanie wykorzystać zjawisko tworzenia się lotnych połączeń złota i platynowców celem ich dodatkowego odzysku. Istnieje bezwzględna konieczność kompleksowego podjęcia prac badawczych dla takiego dopracowania technologii tak przeróbki rud miedzi LGOM-u jak i procesów metalurgicznych, aby całkowicie wyeliminować straty złota i platynowców, celem bardziej racjonalnej gospodarki zasobami LGOM-u.

Literatura

1. Kucha H., Rozmieszczenie złota i metali grupy platyny w złożach miedzi na monoklinie przedsudeckiej, *Rudy Metale*, 1982, Nr 5., s. 211-213.
2. Banaś., *Rudy metali nieżelaznych - Surowce mineralne Polski*, Wszechnica Polskiej Akademii Nauk, seria: Problemy Naukowe Współczesności, Wyd. Ossolineum, Wrocław 1983.
3. Bortel R., Kubacz N., Grzebieluch Z., Zachowanie się metali towarzyszących w procesie wzbogacania krajowych rud miedzi, Materiały konferencyjne (tabela - str. 78) z III-go Sympozjum - Stan i perspektywy rozwoju przeróbki rud miedzi w Polsce, organizowanego przez: Sekcja Wykorzystania Surowców Mineralnych PAN, Instytut Metali Nieżelaznych, Inst. Przer. i Wyk. Sur. Min. AGH Kraków, Wisła, kwiecień 1985.
4. Pieniądz Zb., Dobrowolski L., Stan przeróbki rud miedzi w Polsce., Materiały konferencyjne (str. 6, 7 - tab. 1) z III-go Sympozjum "Stan i perspektywy rozwoju przeróbki rud miedzi w Polsce", Wisła, kwiecień 1985.
5. Informacja ustna od doc. dra inż. S. Sobierajskiego - Instytut Metali Nieżelaznych, listopad 1983, potwierdzona przez dyr. d/s tech. Zakł. Met. Trzebinia inż. A. Szpilę - lipiec 1984.
6. Pawłowska L., Farański R.J., Badania nad możliwością odzysku metali szlachetnych z koncentratów miedziowych. Sprawozdanie Instytutu Metali Nieżelaznych nr O851/85 z badań w problemie PR-2, Głogów - 1985.
7. Farański R.J., Sposób odzysku złota i platynowców z rud polimetal-

cznych oraz z koncentratów tych rud. Zgłoszenie do Urzędu Patentowego PRL nr P-249442, Biul. Urz. Pat. nr 5/86 z 1986-03-11.

ABSTRACT

Farański R.J., 1986. The possibility of increasing of gold and platinum recovery from polish copper ores., Physicochem. Probl. Miner. Process., 18; 125-133, (polish text).

A detailed inspection of the copper ore production process revealed that 60 % of gold and platinum metals are lost in the process of upgrading by flotation while another 36% is lost in the metallurgical process. It was found that latter 36 % loss is mainly due to the evaporation of the precious metals. It was shown in the paper that the condensation of the gaseous product can substantially increase the overall recovery of precious metals in the process of its production from polish ores.

СОДЕРЖАНИЕ

Р.Фараński, 1986. Критерии возможности увеличения извлечения золота и платиновых металлов из руд меди ЛПТОЖ. Физико-химические вопросы обогащения, 18; 125-133.

Химический анализ показал, что при переработке руд меди ЛПТОЖ 60% содержащихся в ней золота и платиновых металлов теряется и переходит к послефлотационным отходам, а 36% потерь образуется в металлургических процессах производства меди. Проведенный тест обжига 1000 кг концентрата меди позволил извлечь около 0,5 кг золота и платиновых металлов совместно из образующихся обжиговых газов. Опираясь на полученные результаты определено, что извлечение золота и платиновых металлов из обжиговых газов, образующихся в металлургических процессах позволили бы значительно снизить потери золота и платиновых металлов во время производства меди из отечественной руды