

WYMAGANIA STAWIANE KONCENTRATOM Z FLOTACJI RUD MIEDZI W ZALEŻNOŚCI OD TECHNOLOGII HUTNICZYCH

Zagadnienie wymagań stawianych koncentratom miedzi w zależności od technologii ich hutniczego przerobu rozpatrzone w aspekcie potrzeb krajowego przemysłu miedziowego. Przemysł ten zainteresowany jest dwoma technologiami, z których jedna, technologia przetopu koncentratów w piecu szybowym jest aktualnie stosowana, a druga, technologia przetopu w piecu zawieszynowym wejdzie do eksploatacji w ciągu dwóch najbliższych lat.

Zaraz na wstępie trzeba zaznaczyć, że o wyborze dla naszego hutnictwa miedzi zarówno technologii pieca szybowego jak i technologii pieca zawieszynowego, zdecydowały własności krajowych koncentratów. Przy tym wyborze decydującą rolę odegrała niska zawartość siarki w koncentratkach i zawarte w nich związki bitumiczne.

Dla uzasadnienia wymagań jakie stawiają technologie hutnicze koncentratom flotacyjnym, przedstawiono poniżej schematy tych technologii z uwzględnieniem procesów, o przebiegu których decydują własności nadawy.

W technologii aktualnie używanej przez nasze hutnictwo, stosującej przetop koncentratów w piecu szybowym, wyróżnia się trzy zasadnicze etapy /rys. 1/:

- przetop koncentratów dla otrzymania kamienia miedziowego,
- konwertorowanie kamienia miedziowego dla otrzymania miedzi konwertorowej /miedzi blister/,
- rafinacja ogniowa i elektorafinacja miedzi konwertorowej dla otrzymania miedzi elektrolitycznej.

Jakość i skład chemiczny koncentratów ma decydujący wpływ na proces przetopu i otrzymywanie kamienia miedziowego. Wpływ ten jest znacznie mniejszy na proces konwertorowania i procesy rafinacyjne.

Proces przetopu koncentratów na kamień miedziowy należy uznać za proces wzbogacania ogniowego, w wyniku którego otrzymuje się produkt będący stopem siarczku miedzi Cu_2S i siarczku żelaza FeS , przy czym wzajemny stosunek tych dwóch składników bywa różny. Drugim produktem tego procesu jest żużel, zawierający około 0,4% Cu i stopione składniki skały płonnej koncentratu, w postaci krzemianów i glinokrzemianów żelazowo-wapniowo-magnezowych.

W praktyce przemysłowej w kamieniu miedziowym zawartość siarczku miedzi i żelaza wynosi około 95%. Resztę stanowią siarczki innych metali i składniki żużłotwórcze (te ostatnie około 3%).

Surowcem dla otrzymania kamienia miedziowego jest koncentrat flotacyjny oraz żużel konwertorowy. Żużel ten jest nośnikiem związków żelaza i krzemu.

Z tego co powiedziano dotychczas widać, że od koncentratów flotacyjnych wymaga się nie tylko odpowiedniego bagactwa (wysokiej zawartości miedzi), lecz także odpowiedniego stosunku zawartości siarki i żelaza do miedzi.

Podstawowymi minerałami miedzionośnymi w naszych koncentratkach są chalkozyn i bornit, które to minerały cechują się niską zawartością siarki w stosunku do miedzi. Również zawartość żelaza w tych koncentratkach jest niska (2,3 - 5,5%). Te dwa fakty stworzyły metalurgom wiele trudności przy opanowywaniu technologii przetopów koncentratów miedzi z zagłębia lubińskiego.

W początkowym okresie wprowadzano wraz z koncentratami do pieca szybowego znaczne ilości pirytu. Zagadnienie to zostało rozwiązane dopiero w wyniku opracowania produkcji kamienia miedziowego zawierającego około 60% Cu i opanowania technologii konwertorowania tego kamienia.

Liczbowo problem ten można przedstawić następująco:

	kamień		koncentraty	
	miedziowy		z Lubina	z Polkowic
zawartość Cu	40%	60%	16,3%	22,6%
stosunek $\frac{\text{Cu}}{\text{Fe} + \text{S}}$	0,52	1,36	1,04	2,07

Z przytoczonych liczb należy wyciągnąć następujące wnioski:

- przy otrzymywaniu kamienia miedziowego zawierającego około 40% Cu koniecznym było dodawanie do wsadu surowców siarkonośnych /pirytu itp/,
- przetapianie samego koncentratu z Polkowic stwarza trudności nawet przy otrzymywaniu kamienia o zawartości 60% Cu,
- z punktu widzenia potrzeb procesów hutniczych koncentrat powinien zawierać jak najwięcej miedzi. Wzrost zawartości miedzi w koncentratkach w naszych warunkach nie może odbywać się kosztem spadku zawartości żelaza, a przede wszystkim kosztem spadku zawartości siarki, gdyż stwarza to konieczność powtórnego wprowadzania tych składników do wsadu dla pieca szybowego.

Osiągnięcie dalszego podwyższenia stosunku miedzi do żelaza i siarki w kamieniu miedziowym, a więc produkowanie jeszcze bogatszych kamieni miedziowych nie stanowi rozwiązania problemu wobec trudności na jakie napotyka się przy konwertowaniu.

W technologii przetopu koncentratu na kamień miedziowy istnieją dwie fazy procesu:

- stapianie całego wsadu w piecu szybowym,
- rozdział stopionej masy na żużel i kamień miedziowy w odstoju.

Rozdział ten odbywa się na zasadzie różnicy ciężarów właściwych, przy czym kamień miedziowy jako cięższy gromadzi się w dolnej części odstoju. Dla zapewnienia dobrych warunków rozdziału kamienia od żużla, a tym samym dla uniknięcia strat miedzi w żużlu, który stanowi już ostateczny odpad, należy zapewnić odpowiednio wysoką płynność żużla i niską jego lepkość. Osiąga się to przez utrzymanie odpowiedniej temperatury żużla i odpowiedniego jego składu chemicznego. Temperatura żużla waha się w granicach 1200 - 1300°C. Wymaga się, aby w tych temperaturach, a także w początkowej fazie stygnięcia żużel charakteryzował się niską lepkością. Uzyskuje się to regulacją jego składu chemicznego. Podstawowymi składnikami żużla są: CaO, SiO₂, MgO, Al₂O₃ i FeO. Praktyka przemysłowa naszego

hutnictwa miedzi wykazała, że optymalny skład żużła charakteryzuje się następującymi wskaźnikami:

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3} = 0,4 \quad \text{i} \quad \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{FeO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3} = 0,7$$

Te same wskaźniki przeliczone dla koncentratów flotacyjnych wynoszą odpowiednio:

$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$	wynosi	dla Lubina	0,39
		dla Polkowic	0,58

oraz

$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{FeO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$	wynosi	dla Lubina	0,62
		dla Polkowic	0,69

Potrzebną korektę składu chemicznego żużła dokonuje się przez wprowadzenie żużła konwertorowego, bogatego w FeO i SiO₂.

Należy tu podkreślić, że struktura mineralizacji naszego złoża powoduje, że skałę płonną w koncentracie flotacyjnym tworzą zarówno kwarc jak i łupki oraz dolomit. To pozwala metalurgom na korygowanie składu żużła tylko poprzez zmianę ilościowych stosunków koncentratów pochodzących z różnych kopalń oraz poprzez dodatek żużła konwertorowego.

Wprowadzenie flotacji rozdzielczej nie skomplikuje również w jakiś zasadniczy sposób przygotowania namiaru dla przetopu koncentratów w piecu szybowym.

Trzecim produktem pieca szybowego są tak zwane gazy szybowe. Gazy te charakteryzują się wysokim stopniem zapylenia oraz zawartością składników bitumicznych i smolistych. Pył stanowią nie tylko mechanicznie porwane ziarna koncentratu miedzi, ale także tlenki cynku i siarczki ołowiu. Tlenki cynku powstają przez utlenienie par cynku zaś siarczki ołowiu parują w redukującej atmosferze pieca szybowego, a po kondensacji wędrują w postaci pyłu z gazami gardzielowymi.

Te związki stanowią poważny problem dla procesów odpylania i są jedną z dwóch przyczyn nie rozwiązania tego zagadnienia do końca w naszych hutach miedzi.

Drugą przyczyną powodującą poważne trudności w opanowaniu procesu odpylania gazów szybowych są składniki bitumiczne zawarte

w naszych koncentratkach flotacyjnych. Składniki te ulegają destylacji w górnej strefie pieca szybowego w temperaturach 300 - 600°C, a następnie po ochłodzeniu gazów, skraplają się powodując trudne do opanowania narosty w układzie odpylającym.

Opisane powyżej zjawiska stawiają przed zakładami wzbogacania na pewno jeden ważny i trudny problem - obniżenie zawartości cynku, a przede wszystkim ołowiu w koncentratkach flotacyjnych.

Zagadnienie szkodliwego wpływu składników bitumicznych zostanie w perspektywie rozwiązane przez wprowadzenie technologii pieca zawieszinowego, o czym będzie mowa niżej.

Jak to już powiedziano na wstępie, nasze hutnictwo miedzi stoi w najbliższych latach przed problemem opanowania w skali przemysłowej przetopu naszych koncentratów w piecu zawieszinowym. Technologia pieca zawieszinowego, opracowana przez firmę Outocumpu stanowi istotny postęp w dziedzinie metalurgii miedzi zarówno jeżeli chodzi o ochronę środowiska jak i zdolności produkcyjne jednostek piecowych. Technologia ta w czasie badań w skali półtechnicznej została dostosowana do własności naszych koncentratów flotacyjnych. W wyniku wprowadzonych zmian około 75% miedzi blister będzie się otrzymywać bezpośrednio z pieca zawieszinowego a proces konwertowania odgrywa rolę drugorzędną.

Przy adaptacji tej technologii dla naszych warunków uwzględniono przede wszystkim fakt istnienia związków bitumicznych i wykorzystano je jako paliwo. Sam proces dostosowano do niskiej zawartości siarki w nadawie, wzbogacając odpowiednio w tlen wdmuchiwanie do pieca powietrze.

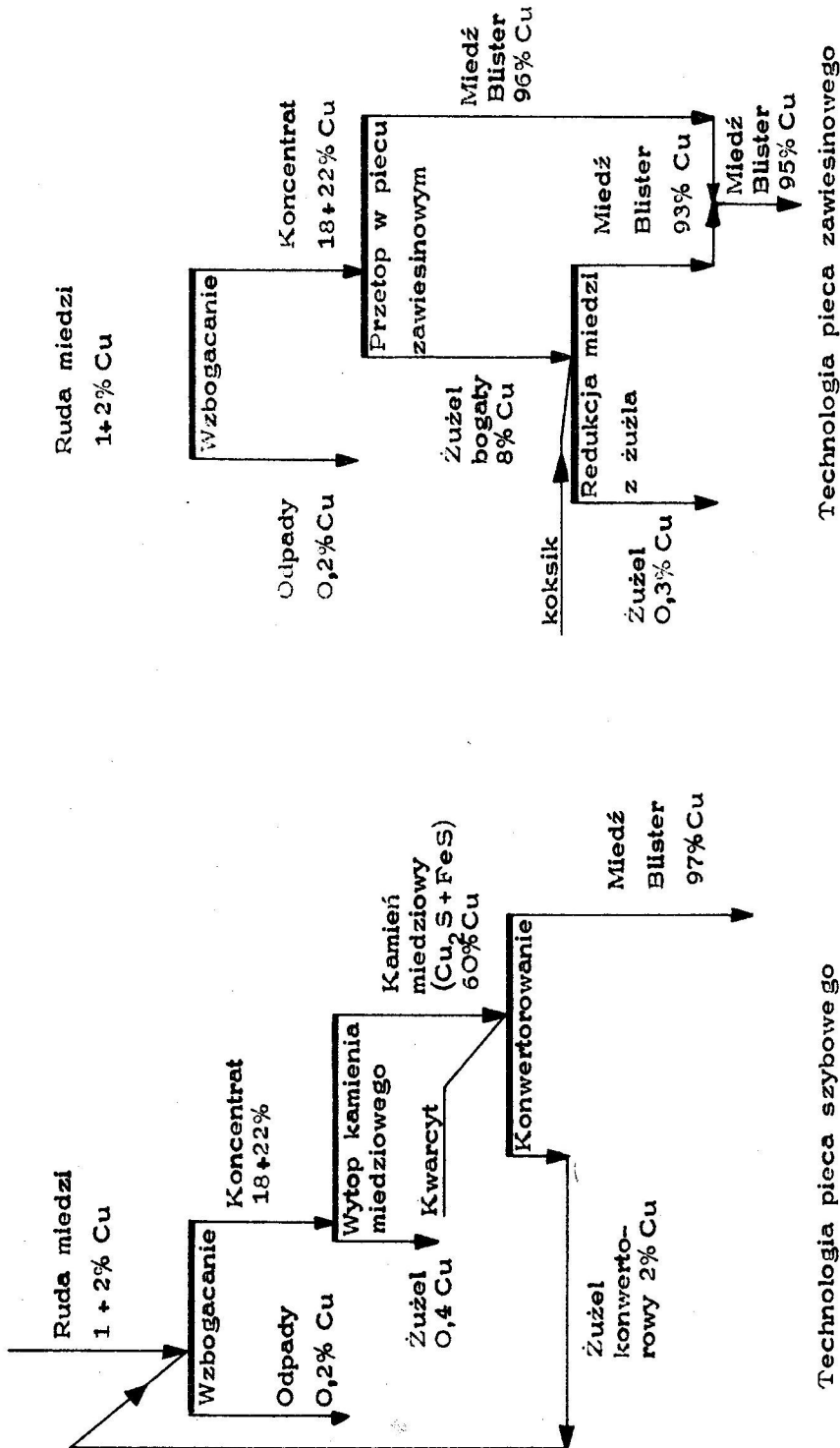
W formułowaniu wymagań odnośnie własności flotacyjnych koncentratów miedziowych przeznaczonych dla przetopu w piecu zawieszinowym będzie również obowiązywała zasada maksymalnej zawartości miedzi, przy nie pogarszaniu stosunku zawartości tego metalu do siarki i żelaza. Dla tej technologii obowiązują analogiczne wymagania odnośnie składu chemicznego skały pływnej koncentratów jak przy technologii pieca szybowego.

Przy przetopie koncentratów w piecu zawieszinowym z większą ostrością występują wymagania odnośnie zawartości ołowiu w koncentratkach flotacyjnych. Według aktualnego stanu tej technologii zawartość

ołowiu w nadawie do pieca zawieszinowego nie powinna przekraczać 1,5%. Przekroczenie tej granicy, grozi, jak to wykazała dotychczasowa praktyka przemysłowa, poważnymi komplikacjami w układzie odpylania gazów.

Wnioski

1. Z przedstawionej analizy procesów hutniczego przetopu koncentratów miedzi można sformułować następującą ocenę przydatności krajowych koncentratów flotacyjnych:
 - Koncentraty krajowe pod względem składu chemicznego są w pełni przydatne do przetopu w piecu szybowym i przy zmodyfikowanej technologii w piecu zawieszinowym.
 - Pożądane podniesienie zawartości miedzi w tych koncentratkach nie może odbywać się za cenę pogorszenia stosunku Cu:Fe S.
 - Składniki bitumiczne koncentratów stanowią poważne źródło kłopotów w technologii pieca szybowego, są natomiast elementem pożądanym w technologii pieca zawieszinowego.
 - Domieszka minerałów cynko- i ołowionośnych w koncentratkach jest zjawiskiem niepożądanym, a po przekroczeniu pewnej granicy nawet szkodliwym.
2. Biorąc pod uwagę postulaty hutnictwa miedzi, prace w dziedzinie poprawy jakości koncentratów powinny objąć następujące zagadnienia:
 - podwyższenie zawartości miedzi w koncentracie przy zachowaniu istniejącego stosunku Cu : Fe S,
 - wyeliminowanie, a przynajmniej ograniczenie zawartości minerałów cynko- i ołowionośnych w koncentratkach, przy czym zawartość tych ostatnich nie powinna przekraczać 1%, a to dla umożliwienia utrzymania we wsadzie dla pieca górnej granicy zawartości ołowiu, wynoszącej dla pieca zawieszinowego 1,5%.



Rys. 1. Porównanie schematów technologicznych otrzymywania miedzi metodami hutniczymi.