ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1967
Seria: GÓRNICTWO z. 27 Nr kol. 193

Inż. BOGUSŁAW BARCZYK
ZK Rud Żelaza - Częstochowa

ROZWÓJ TECHNOLOGII PRZERÓBKI, WZBOGACANIA I UZDATNIANIA KRAJOWYCH RUD ŻELAZA

1. Wstęp

Eksploatację rud żelaza w Polsce w większej skali rozpoczęto w wieku XVIII. W w. XIX wydobycie wynosiło od 145 tys. ton (r. 1840) do 1.053 tys. ton w okresie największego rozkwitu (r. 1885).

Wydobycie rud żelaza w Polsce przed II wojną światową w r. 1938 wynosiło 942 tys. ton i pochodziło w 80% z rejonu częstochowskiego. W owym czasie istniał jeszcze rejon, dostarczający pozostałą część wydobycia rud żelaza, tj. obszar staropolski.

W r. 1939 tj. w roku wybuchu II wojny światowej czynnych było 38 kopalń rud żelaza o wydobyciu rocznym do 830 tys. ton.

Okres okupacji cechował się rabunkową gospodarką polegającą na osiąganiu maksymalnego wydobycia bez lub z minimalnym nakładem. W tym okresie w ciągu 4 lat wydobyto około 4.000 tys. ton rudy.

W stanie zacofania technicznego przejęła Polska Ludowa w r. 1945 kopalnictwo rud żelaza, kiedy to do natychmiastowego uruchomienia zdatnych było tylko 7 kopalń, pozostałe kopalnie były zdewastowane i zatopione.

Od r. 1945, w którym to roku wydobyto ok. 100 tys. ton rud żelaza wielkość wydobycia kopalń rud żelaza zaczęła stopniowo wzrastać dzięki wysiłkowi górników i nielicznych wówczas pracowników inżynieryjno-technicznych.

2. Rudy żelaza w Polsce i w świecie

Krajowe hutnictwo w niewielkiej tylko ilości zaspokajane jest w rudę żelaza wydobytą w kraju. Zaledwie około 12% wsadu że-

lazodajnego stanowi ruda krajowa. W tablicy 1 - podano wg Rocznika Statystycznego 1965 ilości rudy żelaza w Polsce wydobytej i importowanej.

Tablica 1

Ilość rud żelaza wydobytych i importowanych

Wyszczególnienie	Jedn. miary	Lata					
		1950	1955	1960	1962	1963	1964
Wydobycie kraj. rud żelaza	tys. ton	680	1699	2182	2436	2609	2680
Rudy żelaza z importu	tys. ton	1918	4407	7320	8104	8806	9087

Tablica 2

Import rud żelaza w r. 1963 (o różnej zawartości Fe)

Kraj	Ilość tys. ton	Wartość w tys. zł dewizowych[x)]
Finlandia	114,3	4860
Norwegia	85,7	3270
Szwecja	540,1	25352
ZSRR	7090,1	325753
India	186,8	8026
Gwinea	335,5	5731
Tunezja	89,4	2838
Brazylia	364,1	15128
Razem tys. ton	8806,0	390958

x) 1 zł dewiz. = 0,225 Rubla = 0,25 Dol. USA.

Strukturę importu rud żelaza w r. 1963 zestawiono w tablicy 2 [1].

Należy również podkreślić, że Polska w r. 1963 wyeksportowała do Wielkiej Brytanii 2,2 tys. ton rudy darniowej.

Tablica 3

Wydobycie rud żelaza w świecie
oraz udział poszczególnych krajów w wydobyciu rud żelaza

Kraje	Wydobycie rud żelaza w przeliczeniu na zawartość metalu w rudzie					
	Wydobycie w mln. ton		Udział w produkcji światowej %			
	1962	1963	1938	1950	1962	1963
Świat	241,8	246,0	100,0	100,0	100,0	100,0
w tym: ZSRR	74,9	82,2	20,6	19,7	31,0	33,4
St. Zjedn. Ameryki	39,8	39,6	19,2	42,2	16,5	16,1
Francja	23,2	20,3	13,7	8,4	9,6	8,2
Kanada	13,6	15,0	1,2	1,5	5,7	6,1
Szwecja	13,2	13,9	11,3	7,1	5,5	5,6
India	8,1	9,2	2,4	1,6	3,4	3,7
Brazylia	5,4	7,5	.	1,2	2,2	3,2
Wenezuela	8,2	7,3	–	0,0	3,4	3,0
Chile		5,5	1,3	1,5		2,2
W. Brytania	4,7	4,5	4,8	3,4	1,9	1,8
B. Feder. Malajska	3,8	4,4	1,4	0,3	1,7	1,8
B. Indie Portug.	3,4	3,4	.	.	1,5	1,5
Australia	3,5	3,2	2,0	1,2	1,5	1,3
NRF	3,4	3,0	2,8	2,4	1,4	1,2
Peru	3,2	2,9	–	–	1,3	1,2
Rep. Pd. Afryki	2,7	2,8	2,0	0,6	1,1	1,1
Hiszpania	2,9	2,7	1,6	0,9	1,2	1,1
Luksemburg	2,0				0,8	
Polska	0,7	0,7	0,4	.	0,3	0,3

Pozycję polskiego górnictwa rud żelaza w świecie przedstawiono w tablicy 3, w której ilość rud żelaza uwzględnia zawartość metalu w rudzie. Zestawienie to oparto o dane Roczników Statystycznych (1964 i 1965).

2.1. Występowanie rud żelaza w Polsce

Rudy żelaza wydobywane obecnie w Polsce są dwojakiego typu:

a) syderyty

b) piaski żelaziste.

Rozmieszczenie kopalń skupione jest w trzech rejonach:

- częstochowsko-kłobuckim,
- staropolskim zwany też świętokrzyskim,
- łęczyckim.

W rejonie częstochowsko-kłobuckim, rozciągającym się wzdłuż jury krakowsko-wieluńskiej od okolic Zawiercia poprzez najbliższe okolice Częstochowy w kierunku na Krzepice i dalej do Wielunia, zalega w skałach osadowych środkowej jury syderyt ilasty pokładowy, mający charakter chemiczny węglanu żelaza o wzorze $FeCO_3$. Niekiedy występują tu również formy sferosyderytu o charakterystycznych kształtach owalnych spłaszczonych brył, nie będące zasadniczo przedmiotem eksploatacji.

Ruda żelaza rejonu częstochowsko-kłobuckiego charakteryzuje się następującym składem chemicznym: Fe = 29 do 34, 5%, SiO_2 = 9 do 17%, CaO + MgO = 5 do 10%, Mn = 0,3 do 0,75%, S = 0,4 do 1% i P = 0,1 do 0,3%. Ciężar właściwy rudy 3,7 do 3,9 g/cm^3. Skałami towarzyszącymi są iły, łupki i piaskowce.

Rejon częstochowsko-kłobucki jest rozwojowym i obecnie udział rud z tego rejonu wynosi około 80% całości wydobycia rud żelaza w Polsce.

W rejonie staropolskim wydobywa się obecnie syderyt ilasty oraz piaski żelaziste. Syderyty ilaste rejonu staropolskiego mają niewielkie znaczenie jako surowiec i to zarówno ze względu na ilość, jak również jakość kopaliny. Z tego względu, a także z uwagi na wyczerpywanie się zasobów syderytów, w rejonie tym obserwuje się tendencję do likwidacji kopalń podziemnych.

W tym rejonie w r. 1965 oddano do produkcji dużą kopalnię odkrywkową piasków żelazistych wraz z nowoczesnym zakładem przeróbczym. Przedmiotem eksploatacji są tu złoża piasków zawierające około 15% żelaza, które poprzez tzw. głębokie wzbogacanie stają się materiałem wsadowym do procesu żelgrudy.

Ogólną charakterystykę piasków żelazistych złoża w Zębcu przedstawiono w tablicy 4 [2].

Tablica 4

Charakterystyka piasków żelazistych

Wyszczególnienie	Zawartość składników								Straty prażenia
	Fe	Mn	S	P	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	
Próba I	13,55	0,26	0,13	0,00	72,65	0,10	0,03	2,29	4,29
" II	14,27	0,27	0,13	0,00	67,28	0,10	0,03	4,07	5,39
" III	18,30	0,98	0,14	0,16	69,12	0,94	1,55	3,04	6,24

Złoża piasków żelazistych należą do utworów jury brunatnej, powstałych na drodze zatrzymywania w warstwach piasku zawiesin limonitu zawartych w przesączających się przez nie wodach. Zawiesiny te zostały poprzednio wypłukane przez wodę ze złóż rudnych.

Budowa i skład mineralogiczny wskazują, że piaski żelaziste w głównej mierze stanowią masę ochrowo-piaszczystą, zawierającą w sobie zwięzłe ziarna tzw. skalaka, którego znaczną część stanowi piasek żelazisty. Materiał okruchowy w piaskach żelazistych stanowi przeważnie krzemionka o rozmiarach od 0,1 do 0,3 mm. Spoiwem w piaskowcu są wodorotlenki żelaza głównie w formie limonitu i to zarówno bardzo zwięzłego i twardego, jak również przechodzącego w odmianę miękką typu ochry. Odmiany wzajemnie są wymieszane i związane licznymi odmianami pośrednimi.

Skała płonna zasadniczo składa się z piasków gliniastych, rzadziej łupków gliniastych. Niektóre fragmenty złoża zawierają większe ilości tlenków wapnia i krzemianów wapnia.

W rejonie łęczyckim przedmiotem eksploatacji są dwa pokłady rudy syderytowej: pokład A, w którym rudy mają charakter syderytu ilastego oraz pokład B, z którego eksploatuje się syderyty muszlowcowe i muszlowce syderytowe z dobrze zachowanymi i bardzo licznymi skamieliniami mięczaków morskich.

Charakterystykę rudy z obu pokładów oraz skał towarzyszących zestawiono w tablicy 5 [3].

Tablica 5

Charakterystyka rud łęczyckich

Wyszczególnienie	Zawartość w syderycie						Ciężar właściwy G/cm^3
	Fe %	SiO_2 %	CaO + MgO %	Mn %	P %	S %	
Pokład A	27,27	13,41	11,0	0,24	0,27	0,26	3,79 - 3,9
Pokład B	16,83	12,59	23,4	0,2	0,14	0,49	3,4 - 3,8
	zawartość w odpadach				ilość odpadów z ręcznego przebierania		ciężar właściwy odpadów G/cm^3
	Fe %	SiO_2 %					
Pokład A	9,01	39,35			15		2,72
Pokład B	7,80	21,83			25		2,8

3. Technologia eksploatacji rud żelaza

Poza jedyną kopalnią odkrywkową piasków żelazistych, pozostałe rudy wydobywa się z kopalń podziemnych. W tych ostatnich stosuje się obecnie dwa systemy eksploatacji: filarowy i ścianowy. System ścianowy jest obecnie dominującym i ma stałą tendencję rozwoju kosztem ograniczania systemu filarowego, co uzasadnione jest tym, że system ścianowy w porównaniu z filarowym ma korzystniejsze wskaźniki techniczno-ekonomiczne, jak niższy wskaźnik natężenia robót przygotowawczych, kilkakrotnie większą koncentrację wydobycia z jednego przodku, cykliczną pracę całego frontu wybierkowego, mechanizację odstawy urobku, zmechanizowany transport w chodnikach podścianowych, a także stwarza perspektywy na dalszą mechanizację urabiania i podsadzania w ścianach.

Mechanizacja urabiania i podsadzania w ścianach kopalń rud żelaza ma aspekt zarówno górniczo-mechaniczny, jak również przeróbczy. W zmechanizowanej ścianie urabia się za pomocą ze-

społowej maszyny, tzw. wrębopodsadzarki, która nadrudną warstwę skały płonnej urabia za pomocą organu urabiającego skonstruowanego w formie uzębionego walca (lub ślimacznicy) a następnie urobiony i pokruszony materiał podaje miotacz wrębowsadzarki odrzucający urobek do wyeksploatowanej przestrzeni, tworząc w ten sposób podsadzkę z urobionego iłu. W ten sposób oczyszczoną warstwę rudy w ścianie urabia się bez strzelania, co z kolei rzutuje na zmniejszenie ilości drobnych klas ziarnowych rudy (wysiewek). W najbliższej przyszłości przewiduje się wprowadzenie innych, nowych urządzeń do ścian, które będą kruszyć warstwę oczyszczonej od góry rudy, a także urządzenie, które pozwalałoby zaciskać podsadzkę w podsadzanej części ściany.

Obecnie w kopalniach rud żelaza niewiele, bo zaledwie około 6% rudy ze ścian pochodzi ze ścian zmechanizowanych, lecz w przyszłości ilość ta wzrośnie i osiągnie w r. 1970 ok. 30%.

4. Operacje przeróbcze i uzdatniające stosowane w górnictwie rud żelaza

Poszczególne operacje przeróbcze mają na celu poprawę jakości wydobywanych rud przed dostarczeniem ich odbiorcy. Wśród tych operacji możemy wyróżnić następujące, które zastosuje się w kopalniach i zakładach przeróbki rud żelaza:

- rozdrabianie, ręczne wzbogacanie i sortowanie,
- przemywanie,
- prażenie,
- proces żelgrudowy.

Dwie ostatnie nie są typowymi operacjami przeróbki mechanicznej i są charakterystyczne dla rud. Mają one na celu poprawę walorów rud sposobem termicznym dla lepszego wykorzystania surowców w hutnictwie. Zachodzą tu głównie zmiany chemiczne pod wpływem temperatury i składników towarzyszących (np. reduktor, topnik). Dlatego wydaje się słuszne wyodrębnienie tego typu operacji jako uzdatniających.

Pomimo niewielu rodzajów operacji istnieje jednak duży wachlarz zagadnień przeróbczych zważywszy tylko odmienne wskaźniki fizykochemiczne rud różnych rejonów i rozmaitych kopalń.

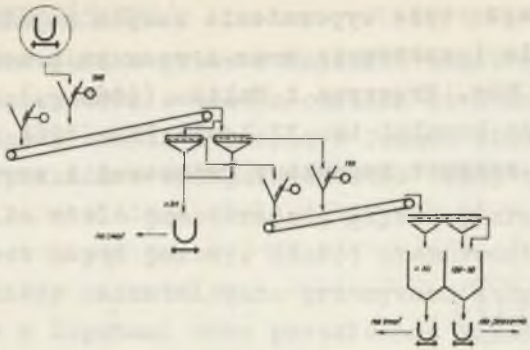
O roli i znaczeniu przeróbki w podnoszeniu walorów krajowych rud żelaza może świadczyć stałe zmniejszanie się ilości rud dostarczanych hutnictwu w stanie surowym (niewzbogaconym). Liczby obrazujące taki wskaźnik w ostatnich latach kształtują się następująco [4]:
rok 1961 - ilość rudy surowej dla hutnictwa 49,5% z ogólnych dostaw; analogiczne liczby dla lat następnych odpowiednio wynoszą:

1962 - 36,8%
1963 - 36,4%
1964 - 31,96%

4.1. Rozdrabianie

Podstawową i najbardziej pracochłonną czynnością w przeróbce rud jest rozdrabianie. Przez długi okres czasu odbywało się ono ręcznie w ten sposób, że na pomostach, wówczas jeszcze drewnianych i prymitywnych budynków nadszybi kopalnianych, rozbijano młotami największe ziarna twardej rudy. Pomosty na których dokonywano czynności rozdrabiania, znajdowały się u wylotów zasobników. Opróżniając ręcznie zasobniki oceniono wzrokowo wielkość ziarn kwalifikując je do rozdrabiania wówczas, gdy poszczególne ziarno miało wymiary powyżej 200 mm. Odsiewanie klasy poniżej 30 mm (wysiewki) dokonywano również ręcznie w ten sposób, że urobek, bądź materiał pokruszony zbierano widłami o rozstawie zębów 30 mm ładując go do wagoników. Materiał, który przepadł przez widły traktowano jako odpad i odprowadzano na zwał.

Dopiero w r. 1955 dzięki uruchomieniu w KRŻ Osiny pierwszej mechanicznej kruszarni przy istniejącej prażalni wprowadzono do górnictwa rud żelaza kruszenie mechaniczne. Kruszarnia ta po modernizacji czynna jest do chwili obecnej; aktualny jej schemat maszynowy przedstawiono na rys. 1.



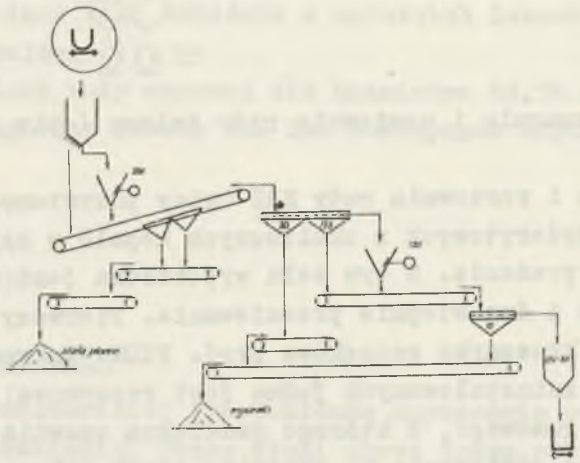
Rys. 1. Kruszarnia i sortownia rudy żelaza (opis w tekście)

Kruszarnia i sortownia rudy KRŻ Osiny przystosowana jest do odbioru rud syderytowych z okolicznych kopalń w celu przygotowania ich do prażenia. W tym celu wyposażona jest w dwa stopnie kruszenia i dwa stopnie przesiewania. Pierwszy stopień kruszenia to kruszarka szczękowa prod. PZBM "Makrum" typu 40-17 (z dwu zainstalowanych jedna jest rezerwową), przenośnika taśmowego gumowego, z którego dwudrożną zsuwnią materiał kieruje się do odsiewania na przesiewaczach wibracyjnych dla wydzielenia klasy poniżej 30 mm kierowanych na zwał. Odsiany materiał ponownie kieruje się do kruszenia w szczękowych kruszarkach typu 40-15, produkcji jak wyżej, pomniejszając ziarna do wymiaru poniżej 120 mm. Materiał po skruszeniu podaje się przenośnikiem na dwupokładowy przesiewacz wibracyjny o oczkach 30 mm. Przesiewacz ustawiony jest nad zasobnikiem do którego kieruje się rozdzielony materiał z przeznaczeniem klasy 120 do 30 mm do prażenia i klasy poniżej 30 mm na zwał.

Kruszarnia wyposażona jest w przesiewacze wibracyjne typu zawieszonego [5] wykonane na podstawie dokumentacji "Biprorudu".

Kruszenie mechaniczne rudy żelaza zastosowano również w tym czasie przy piecach prażalnych w Dębowie, następnie zaś kolejno w centralnej kruszarni w Sabinowie (1956 r.), w rejonie łęczyckim w kop. Ł-2 (1957 r.) oraz w kopalni Żarki (1959 r.).

Następnym etapem było wyposażenie nowych kopalń w mechaniczne kruszarnie i sortownie wraz z ręcznym przebieraniem, co miało miejsce w kop. Wręczyca i Malice (1960 r.), kop. Ł-1 (1962 r.) oraz na kopalni im. XX lecia PRL (1964 r.). Na rys. 2 przedstawiono schemat maszynowy kruszarni i sortowni przykopalnianej.



Rys. 2. Przykopalniana kruszarnia i sortownia rudy żelaza (opis w tekście)

Przykopalniana kruszarnia i sortownia umiejscowiona jest w budynku nadszybia kopalni i składa się z wywrotu, małego zbiornika przed kruszarką, zaopatrzonego w ruszt stały eliminujący drobne ziarna przed kruszeniem (poniżej 200 mm), kruszarki szczękowej, przenośnika przebierczego, przesiewacza dwupokładowego (30 i 120 mm), kruszarki do rozdrabiania drugiego stopnia, przesiewacza klasyfikacyjnego oraz zbiornika na nadszybiu. Poza wymienionymi urządzeniami istnieje system przenośników transportujących rudę bądź skałę płonną i wysiewki na odpowiednie zwały.

Przykopalniana kruszarnia i sortownia ma na celu przygotowanie rudy pod względem jakościowym i granulometrycznym dla centralnego zakładu przeróbczego.

4.2. Przemywanie rud

Wzbogacanie rud żelaza przez rozmywanie zanieczyszczeń ilastych lub piaszczystych w wodnym ośrodku stosowano w r. 1917, kiedy zbudowano pierwszą i jedyną w Polsce płuczkę dla rud żelaza w Konopiskach o wydajności około 1.000 t/mies. Płuczka ta przechodziła wiele przeobrażeń, gdyż w pierwszej swej wersji miała nawet napęd parowy. Rozwój przemywania datuje się od r. 1956, kiedy zainstalowano przemywacz korytowy wyposażony w dwa wały z łopatami oraz przesiewacz odwadniający rezygnujący jednocześnie ze starych urządzeń. Osiągnięto wówczas wzrost wydajności płuczki do około 1800 t/mies. Dalsza rozbudowa i modernizacja płuczki pozwoliły na zwiększenie produkcji rudy płukanej do około 4.700 t/mies.

Płuczka była obiektem pracy sezonowej, nieczynna w zimie i nie związana z bezpośrednią produkcją kopalni. Materiałem kierowanym do przemywania były wysiewki z okolicznych zwałów charakteryzujące się niską zawartością żelaza i dużą ilością krzemionki, a także zwietrzeniem wskutek działań atmosferycznych skały płonnej przez kilkuletni okres zwałowania.

Dalsze usprawnienie płuczki to zastosowanie w r. 1957 hydrocyklonów do wydzielania miałkiej rudy (w ramach wynalazczości pracowniczej - świadectwo Urzędu Patentowego PRL o dokonanym udoskonaleniu technicznym nr 25736 z dnia 29.9.1962, na nazwisko autora), której znaczna ilość znajdowała się w przelewie i wylewie przemywacza korytowego, co pozwoliło otrzymać bogaty w żelazo drobny (2 do 0 mm) koncentrat rudy żelaza. Ze wsadu zawierającego 21,96% Fe i 31,46% iSiO_2 otrzymywano po wprowadzeniu hydrocyklonów koncentraty w klasach ziarnowych 80 do 10 mm, 10 do 2 mm i 2 do 0 mm o zawartości odpowiednio

Fe - 32,4%, SiO_2 - 14,8%
Fe - 31,95%, SiO_2 - 16,3%
Fe - 32,36%, SiO_2 - 20,6% zmniejszając jednocześnie straty Fe w odpadach do około 40% w pierwszym stadium.

W następnych latach uzyskiwano dalsze zmniejszenie strat do około 30%. Przed zastosowaniem hydrocyklonów straty te dochodziły do 60%.

Od r. 1957 płuczka corocznie była modyfikowana, a jej technologia doskonalona przez zwiększenie liczby stopni przemywania i liczby stopni klasyfikacji w hydrocyklonach.

Płuczka poza swą rolą produkcyjną spełniała też rolę zakładu doświadczalnego na skalę przemysłową, w którym przeprowadzano wiele prób z wysiewkami świeżymi i rudą surową różnych typów. Pozwoliło to opracować nowe technologie przemysłowe, które następnie wykorzystano przy budowie zakładów tego typu, a mianowicie płuczki kop. Ł-2 (1958 r.), płuczki centralnej przy kop. Ł-1 (1964 r.) oraz będącej w budowie płuczki w ZGH Sabinów.

Nieco odmienną technologię płukania ma zakład wzbogacania piasków żelazistych w Zębcu uruchomiony w 1965 r.

Płuczkę w Konopiskach wyłączono z produkcji z końcem 1963 r.

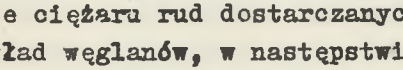
4.3. Prażenie rud żelaza

Przed rokiem 1939 rudy wydobywane w krajowych kopalniach rud żelaza uzdatniano jedynie na drodze prażenia w piecach szybowych, stosowanych do ówczesnego stanu techniki w tym zakresie.

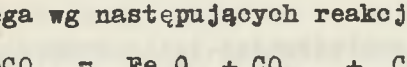
Prażenie rud syderytowych ma na celu [6]:

- rozkład węglanów żelaza i przeprowadzenie ich w tlenki,
- rozkład węglanów wapnia i magnezu oraz uzyskanie tlenków powyższych metali w rudzie prażonej,
- odparowanie lub rozkład wód krystalizacyjnych,
- częściowe odsiarczenie rudy,
- wydzielenie dwutlenku węgla, a co za tym idzie zmniejszenie ciężaru rud dostarczanych hutnictwu.

Rozkład węglanów, w następstwie czego uzyskuje się tlenki, przebiega wg następujących reakcji chemicznych:



$$2\,FeCO_3 = Fe_2O_3 + CO_2 + CO - Q_1$$



$$3\,FeCO_3 = Fe_3O_4 + 2CO_2 + CO - Q_2$$

$$FeCO_3 = FeO + CO_2 - Q_3$$

$$2\,FeO + 1/2\,O_2 = Fe_2O_3 + Q_4$$

$$3\,FeO + 1/2\,O_2 = Fe_3O_4 + Q_5$$

$$CaCO_3 = CaO + CO_2 - Q_6$$

$$MgCO_3 = MgO + CO_2 - Q_7$$

Tlenek żelaza FeO po opuszczeniu pieca utlenia się gwałtownie tlenem z powietrza do Fe_2O_3 i Fe_3O_4, przy czym reakcja ta ma charakter silnie egzotermiczny.

Rozkład węglanów daje w efekcie pozorne podwyższenie zawartości żelaza w swej masie (ilość Fe pozostaje bowiem bez zmian, zaś całkowita masa rudy zmniejsza się o około 20% do 30% przez odpędzenie CO_2, ale jednocześnie "wzrasta" ilość krzemionki, która w procesie prażenia pozostaje niezmienną przy zmniejszonej masie rudy. Zmiany zachodzące w procesie prażenia rud syderytowych dotyczące składu chemicznego wsadu po prażeniu zestawiono w tablicy 6.

Tablica 6

Skład chemiczny rud wsadowych i prażonych

Wyszczególnienie	Zawartość składników								Straty prażenia
	Fe %	SiO_2	CaO	MgO	S	P	Al_2O_3	Mn %	
Ruda wsadowa	31,9	13,65	3,40	3,00	0,50	0,20	5,60	0,43	26,0
Ruda prażona kawałkowa	43,4	15,90	4,35	3,98	0,58	0,26	6,76	0,32	3,55

Rudy prażone mają bardzo korzystną porowatość oraz co za tym idzie najwyższy stopień redukcyjny, a ponadto są odporne na ścieranie. Mają zatem korzystne wskaźniki dla procesu wielkopiecowego.

Dla prażenia rud opracowano i wybudowano dużą oryginalną jednostkę - piec szybowy o objętości 186 m^3 z mechanicznym zasypem i zmechanizowanym odbiorem z pieca rudy prażonej, z zastosowaniem sztucznego ciągu powietrza i spalin. Obecnie w ZGH Sabinów prażenie odbywa się w pięciu takich piecach. W przyszłości przewiduje się w oparciu o doświadczenia uzyskane w ZGH Sabinów wybudowanie bardziej nowoczesnej prażalni rud żelaza w Kłobucku.

Prażenie odbywa się również w piecach starego typu, które stopniowo będą eliminowane w ruchu. Obecnie modernizuje się je systemem gospodarczym przez instalację sztucznych ciągów spalin, np. w prażalni Majówka (1964 r.) i prażalni Dźbów (1965 r.).

Przewiduje się także wybudowanie nowych pieców szybowych przy kopalni Stara Góra.

Proces prażenia podlegał usprawnieniom mającym na celu zmniejszenie zużycia paliw, polepszenie jakości rudy prażonej, zwiększenie wydajności pieca itp. Do osiągnięć można tu zaliczyć, poza wymienionymi, polepszenie procesu prażenia drogą zmiany technologicznego sposobu spalania paliw w piecu szybowym, dzięki czemu nastąpił wzrost wydajności o 10,5%, zmniejszenie strat żarzenia o około 2%, obniżenie niekorzystnej wysokości temperatury rudy prażonej kierowanej do zbiorników oraz zmniejszenie zużycia miału węglowego o 6%.

4.4. Proces żelgrudy

Stosunkowo najmłodszym, bo wprowadzonym u nas w r. 1958, procesem uzdatniającym drobne klasy niskoprocentowej w Fe rudy jest proces żelgrudy odbywający się w piecach obrotowych.

Obecnie proces żelgrudy ma zastosowanie dla wsadu na bazie wysiewek syderytowych (ZGH Sabinów) oraz na bazie piasków żelazistych (ZGH Zębiec).

Charakterystykę pieców obrotowych zestawiono w tablicy 7. Ogólne schematy technologiczne procesu żelgrudowego przedstawiono w dalszej części na rys. 5 i 8.

Tablica 7

Charakterystyka pieców obrotowych żelgrudy

Zakład	Liczba pieców	Rozmiary (długość x średn. płaszcza zewn.)	Nachylenie pieca %	Przewał ton/dobę/piec	Rozchód na 1 t żelgrudy		
					Rudy t	Miał węgl. +koksik t	Topnik t
ZGH Sabinów	1 1 1	60x3,6 m 60x3,6 m 70x4,2 m	2 3 2	340 360 460	3,20	0,24+1,02	-
ZGH Zębiec	3	95x4,2 m	2	580	1,85 ÷1,63 szlamów	0,38+1,32	0,30[x)]

x) Wskaźniki projektowe.

Wsad, który składa się z rudy własnej i obcej koncentratu zwrotnego i koksiku, jako reduktora, po wymieszaniu ładuje się do pieca obrotowego, w którym w poszczególnych strefach następuje podgrzewanie, redukcja i formowanie ziarn żelgrudowych. W czasie przechodzenia materiału wzdłuż pieca obracającego się z szybkością ok. 1 obr/min. wsad podgrzewając się traci wodę i części lotne. Następuje to orientacyjnie na drodze od wejścia do około 30% długości pieca, tj. do temperatury 600°C. Dalej materiał przechodzi do strefy redukcji, w której zaznacza się stopniowy wzrost temperatury z 600 do 1100°C, przy czym redukcja przebiega w warstwie przewalającego się materiału. Długość tej strefy wynosi około 50% całej długości pieca. Grubość warstwy ma zasadnicze znaczenie dla procesu redukcji i zależy od kąta nachylenia pieca do poziomu, progów hamujących posuw materiału i średnicy otworu wylotowego pieca. W strefie grudkowania (pozostałe około 20% długości pieca) w temperaturze powyżej 1100°C do około 1300°C zachodzi zmienne utlenienie i redukcja. W zależności od własności żużla, tworzą się w tej strefie grudki różnej wielkości i o różnej zawartości Fe.

Tablica 8

Wsad i produkty pieców obrotowych żelgrudy

Rok	Średnia zawartość Fe w rudzie do pieców obrotowych żelgrudy %	Wychód żelgrudy		Uzysk Fe %	Zawartość w żużlu		Zawartość składników w żelgrudzie					
							Klasa ziarnowa				Ogółem	
							10 - 3 mm		3 - 0 mm			
		Ogółem %	10-3 mm %		Fe %	SiO_2 %	Fe %	SiO_2 %	Fe %	SiO_2 %	Fe %	SiO_2 %
1960	31,18	28,98	7,45[1]	82,06	-	-	-	-	-	-	80,33	9,02
1961	32,17	31,14	15,83[1]	85,10	6,43	49,27	82,65	8,43[1]	75,36[2]	11,79	79,12	10,05
1962	33,31	31,19	13,12	81,81	9,27	47,18	83,32	8,14	74,50	12,63	78,26	10,71
1963	31,80	29.33	11,64	84,45	7,08	43,74	83,00	8,43	76,13	12,06	79,08	10,46
1964	33,11	30,30	15,76	83,65	7,76	41,05	83,66	7,92	78,53	10,58	81,20	9,19
1965[3]	32,98	32,04	14,81	83,23	7,92	43,19	82,34	8,47	74,78	12,17	78,28	10,46

[1] Klasa ziarna 10 - 1 mm

[2] Klasa ziarn 1 - 0 mm

[3] Pierwsze półrocze.

Rola żużla w procesie żelgrudy jest następująca:

- ponieważ w żużlu formują się grudki metalicznej żelgrudy, powinien on umożliwić koagulację półpłynnego metalu i równocześnie nie dopuszczać do przeciekania metalu na ściany pieca,
- żużel powinien spełniać rolę chroniącą grudki przed utlenieniem,
- w strefie grudkowania powinien zatrzymywać w swej masie koksik i nie dopuszczać do wypływania go na powierzchnię,
- powinien cechować się łatwością rozdrabiania po wyjściu z pieca i ochłodzeniu.

Żużel wypływający z otworu wylotowego pieca obrotowego wynosi w swej masie grudki metalicznej żelgrudy, po czym jest ochładzany (wodą lub otaczającą atmosferą). Po ochłodzeniu materiał kruszy się, przesiewa i poddaje wielostopniowej seperacji elektromagnetycznej. W wyniku separacji otrzymuje się żelgrudę i niemagnetyczne odpady. Żelgrudę przesiewa się na odpowiednie klasy ziarnowe i zbywa.

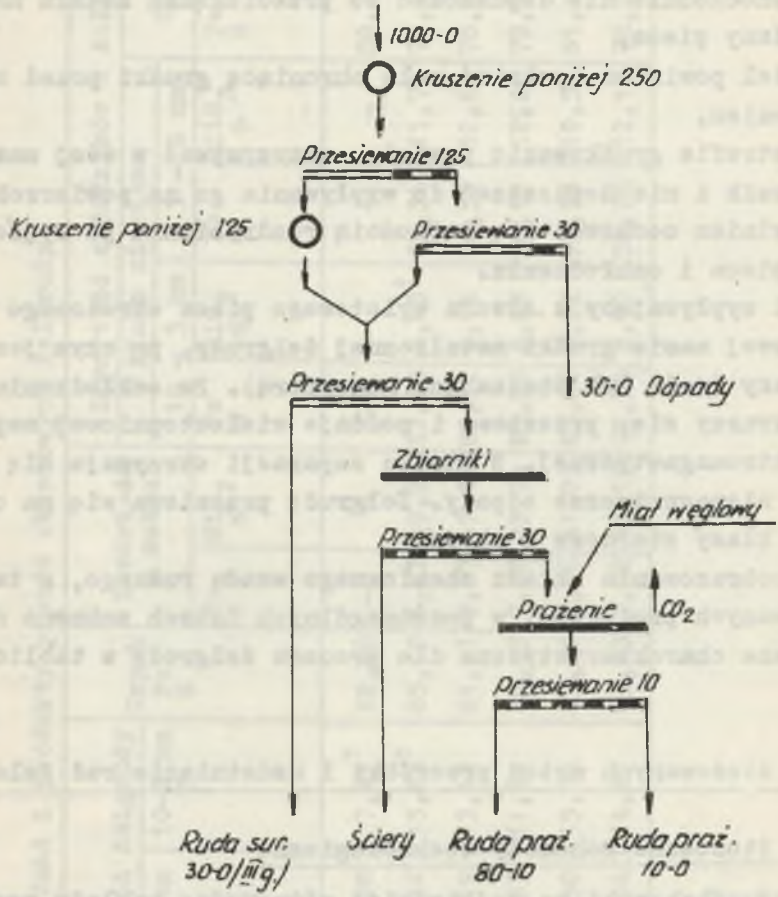
Dla zobrazowania składu chemicznego wsadu rudnego, a także otrzymywanych produktów, w poszczególnych latach zebrano niektóre dane charakterystyczne dla procesu żelgrudy w tablicy 8 [7].

5. Opis stosowanych metod przeróbki i uzdatniania rud żelaza

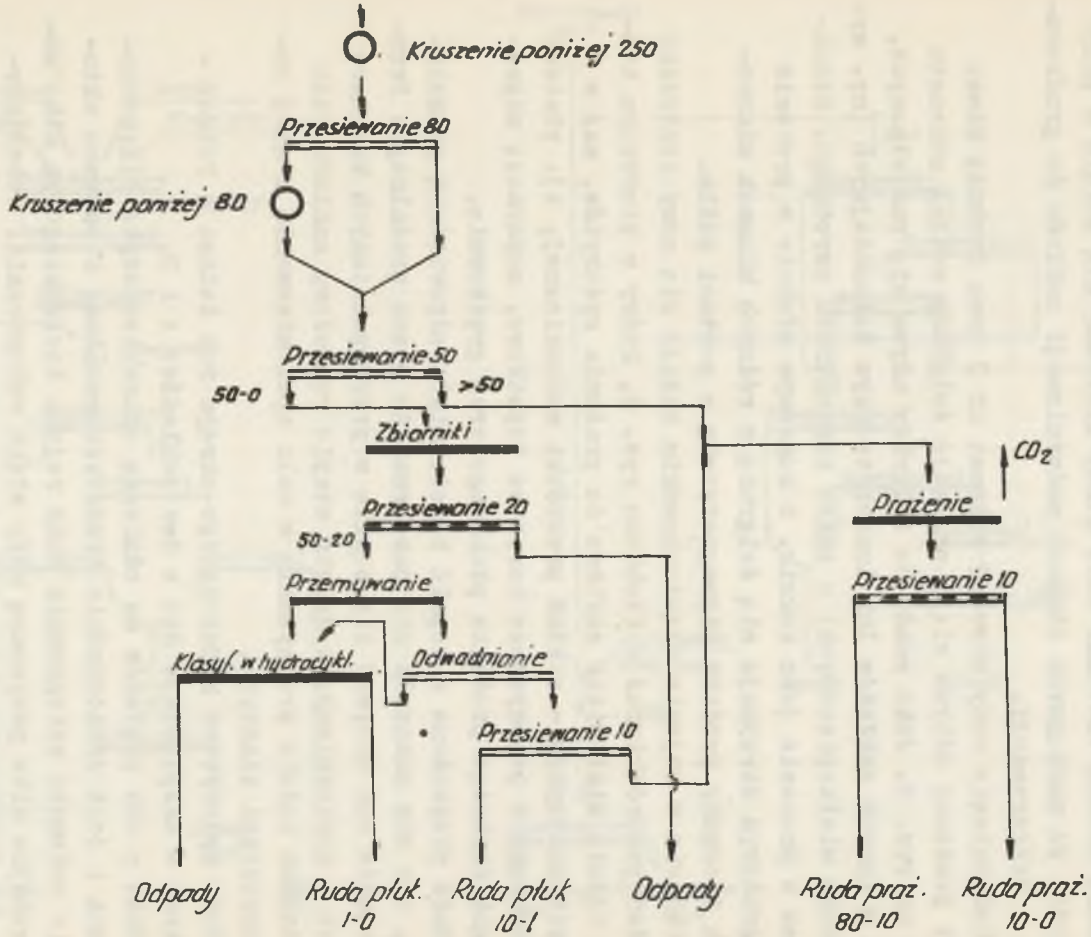
5.1. Stosowane schematy technologiczne

Region częstochowski ma najbardziej różnorodne zakłady przeróbki i uzdatniania rud żelaza. Istnieją tu przykopalniane i centralne zakłady przeróbcze. Schematy maszynowe centralnej kruszarni i sortowni rud żelaza oraz przykopalnianej kruszarni i sortowni rejonu częstochowskiego przedstawiono na rys. 1 i 2 (patrz rozdrabianie).

Rys. 3 przedstawia ogólny schemat technologiczny centralnego zakładu przeróbki, w którym stosuje się dwustopniowe kruszenie, sortowanie przez odsiewanie i prażenie rud. Rys. 4 obrazuje przewidywaną zmianę technologii zakładu z rys. 3



Rys. 3. Schemat technologiczny centralnego zakładu przeróbki rud żelaza



Rys. 4. Schemat technologiczny centralnego zakładu przeróbki rud żelaza po pierwszym etapie rozbudowy (z płuczką)

przez wprowadzenie przed prażeniem operacji przemywania. Zwiększa się tu ilość otrzymywanych produktów o drobne klasy rudy płukanej - mułków pohydrocyklonowych o ziarnach 1-0 mm i rudę płukaną drobną 10-1 mm. Obie klasy kierować się będzie w przyszłości po następnych etapach modernizacji zakładu do grudkowania i peletryzacji.

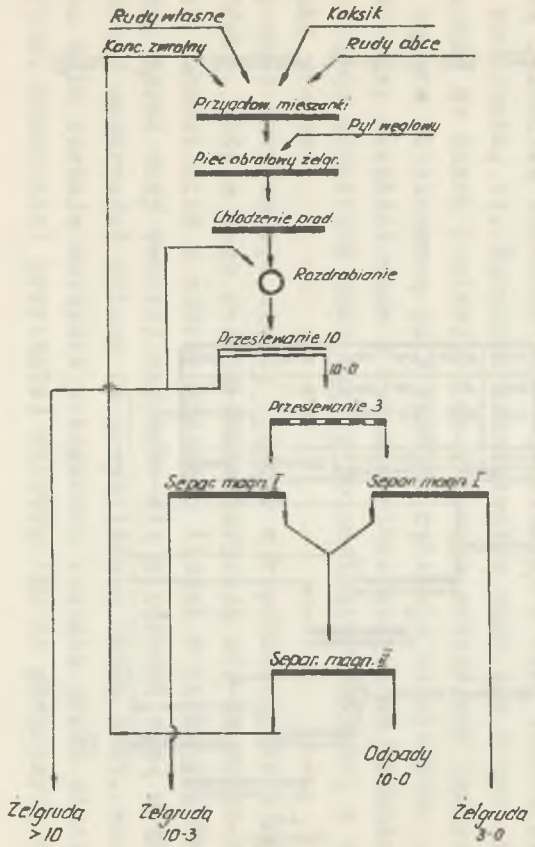
Uzdatnianie rudy surowej schemat nr 3 oraz drobnej klasy rudy prażonej odbywa się w procesie żelgrudy według schematu jak na rys. 5. Jako wsadu do żelgrudy używa się rud własnych, rud z innych zakładów lub innych tworzyw żelazodajnych (np. wydmuchów wielkopiecowych) a także koncentratu zwrotnego. Reduktorem w procesie jest koksik. W końcowym efekcie w procesie żelgrudowym otrzymuje się żelgrudę w różnych klasach ziarnowych i odpady produkt niemagnetyczny w postaci żużla.

Obecnie w rejonie częstochowskim buduje się nowy centralny zakład przeróbki rud w Kłobucku rys. 6, który w pierwszym etapie będzie miał piece szybowe do prażenia syderytów, zaś w etapie następnym - zakład przeróbki mechanicznej, tj. płuczkę wyposażoną w przemywacze korytowe łopatkowe, separację magnetyczną drobnego produktu płukanego oraz grudkownię.

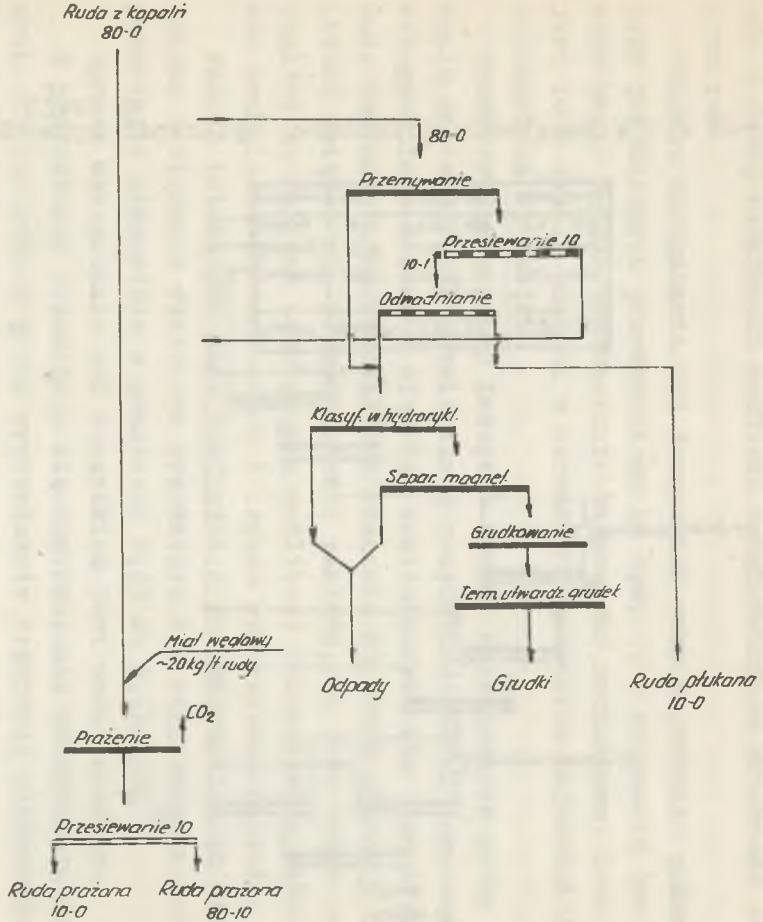
Ruda przywożona z kopalń będzie miała odpowiednią granulację, tak aby nadawała się jako wsad do pieca prażalnego. Przygotowanie rud odbywać się będzie w przykopalnianych kruszarniach i sortowniach. W drugim etapie rozbudowy zakładu ruda poddawana będzie przemywaniu w celu wyeliminowania z niej zanieczyszczeń ilastych.

Rudy syderytowe najmłodszego okręgu rud żelaza w Polsce - Łęczycy - eksploatuje się z dwu pokładów: A i B.

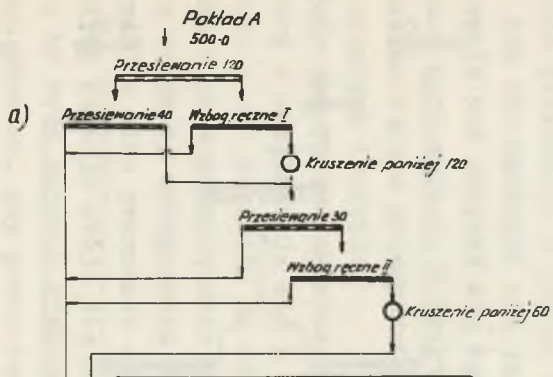
Ruda z obu pokładów ma odmienną charakterystykę fizykochemiczną i jest jednocześnie trudnowzbogacalną. Stosowane aktualnie schematy wzbogacania rudy rejonu łęczyckiego są albo mało wydajne albo przynoszą mały efekt wzbogacania. Wobec perspektywy rozwoju staje się koniecznością poszukiwanie metody, która by była zarówno efektywna jak i ekonomiczna. Może to nastąpić wówczas, gdy pracę ręczną przebieraczy zastąpią urządze-



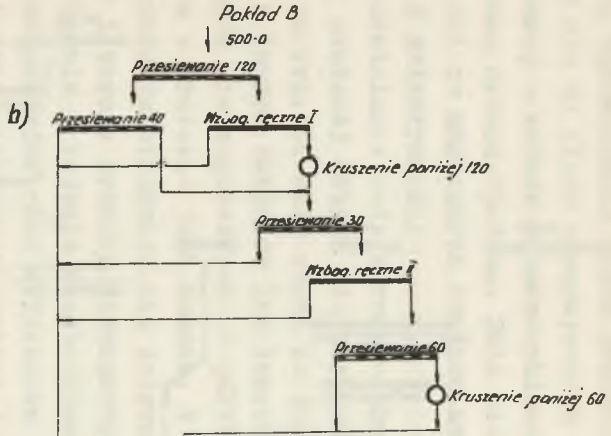
Rys. 5. Schemat technologiczny zakładu żelgrudy



Rys. 6. Schemat technologiczny centralnego zakładu przeróbki rud żelaza w Kłobucku



Produkt	Wychód %	Zawartość		Uzysk	
		Fe %	SiO_2 %	Fe %	SiO_2 %
Koncentrat	82.82	30.68	7.56	93.99	47.57
Odpady	17.18	9.46	40.17	6.01	52.43
Nadawa	100.00	27.06	13.14	100.00	100.00



Produkt	Wychód %	Zawartość		Uzysk	
		Fe %	SiO_2 %	Fe %	SiO_2 %
Koncentrat	68.60	19.97	7.51	80.55	48.57
Odpady	29.98	10.29	17.52	18.32	44.67
Szlamy	4.42	11.75	15.74	3.13	6.86
Nadawa	100.00	17.00	10.67	100.00	100.00

Rys. 7. Schematy technologiczne wzbogacania syderytów łęczyckich z pokładu A i z pokładu B

nia o dużej wydajności możliwie uwzględniające odrębność cech tych rud.

Schemat wzbogacania rud łęczyckich wraz z podaniem parametrów jakościowych przedstawiono na rys. 7. W schemacie tym może razić ręczne przebieranie będące już archaizmem, lecz jest to w chwili obecnej w warunkach łęczyckich najbardziej uzasadniona operacja.

Przeprowadzone przez Instytut Metali Nieżelaznych próby na skalę półtechniczną potwierdzają przydatność technologiczną wzbogacania w cieczach ciężkich zawiesinowych dla tego typu rud. Powinno to spowodować w porównaniu do stanu obecnego możliwość zwiększenia przepustowości zakładu, co jest ważne ze względu na znaczne zasoby oraz możliwość podwyższenia wskaźników techniczno-ekonomicznych i lepsze wykorzystanie złoża.

Jednak istniałyby duże trudności z gospodarką cieczą zawiesinową o ciężarze właściwym przydatnym dla tego rodzaju wzbogacania, a mianowicie w granicach 2,55 do 2,78 G/cm^3.

Sprawa wzbogacania rud łęczyckich jest nadal otwartą.

W przyszłości przewiduje się usprawnienie wzbogacania drobnych rud łęczyckich przez wprowadzenie separacji elektromagnetycznej.

Zgodnie z żądaniem odbiorcy naszych rud, przewiduje się dalszą rozbudowę schematu technologicznego o tzw. trzeci stopień kruszenia, tj. łączenie koncentratów rudy A i B oraz ich kruszenia do ziarn poniżej 10 mm. Wówczas całość rud łęczyckich będzie zużytkowaną jako wsad do spiekalń hutniczych.

Syderyty eksploatowane w rejonie staropolskim są aktualnie dostarczane hutnictwu jako surowe po odsianiu wysiewek, a także jako prażone.

Obecnie eksploatuje się tu syderyt w kopalniach Stara Góra i Majówka. Rudy z tego rejonu charakteryzują się czerwono-brunatnym zabarwieniem z powodu znacznej ilości w nich tlenków żelaza. Wśród rudy twardej napotyka się miejscami rudę miękką o niższej zawartości żelaza (w przybliżeniu około 15%). Ruda już na dole zostaje wstępnie wzbogacona ręcznie przez odłupanie (tzw. krzesanie) przyległej warstwy iłu do płaszczyzn ta-

bliczkowatego najczęściej ziarna rudy. Oczyszczanie takim sposobem rudy jest pracochłonne i mało efektywne. Ruda w ten sposób oczyszczona stanowi nadawę do pieców prażalniczych istniejących przy kopalni. Prażalnia przy kopalni Majówka, bo obecnie w tym rejonie jest jedyna prażalnia obsługująca jedyną kopalnię, posiada sześć pieców szybowych starego typu, do r.1964 jeszcze o ciągu naturalnym. Piece te zostały usprawnione przez zastosowanie sztucznego ciągu spalin zwiększając przy tym produkcję rudy prażonej o około 50%.

Ruda z kopalni Stara Góra zbywana jest jako surowa, pokruszona i odsiana do sortymentu 200-10 mm. W niedługim czasie przewiduje się wybudowanie częściowo systemem gospodarczym dwóch pieców szybowych, w których będzie można prażyć rudę z tej kopalni.

Średnią zawartość poszczególnych składników rud z rejonu staropolskiego zestawiono w tablicy 9 [9].

Z uwagi na prostą budowę schematów technologicznych zakładów w tym rejonie nie przedstawiono ich w sposób graficzny.

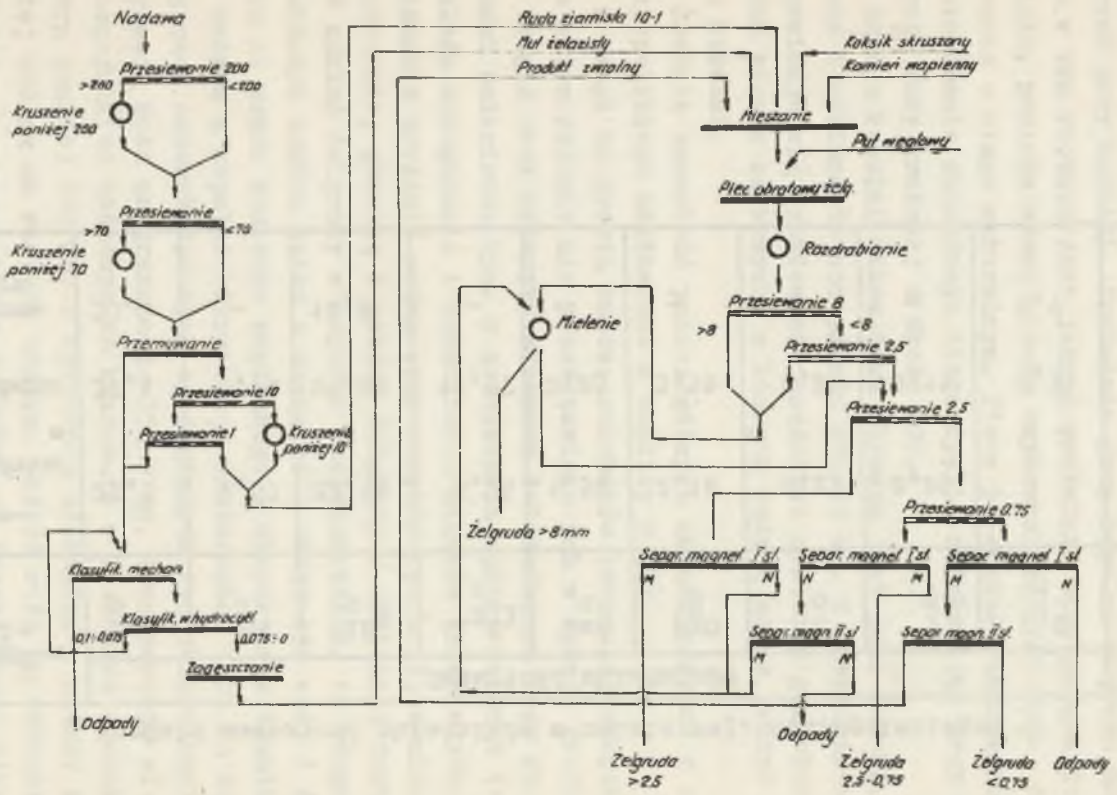
Drugim obok syderytu surowcem żelazodajnym tego rejonu są piaski żelaziste. Rys. 8 przedstawia ogólny schemat techniczny zakładu wzbogacania i uzdatniania piasków żelazistych. Na schemacie wyróżnić można trzy zespoły operacji, a mianowicie kruszarnie, płuczkę i zakład żelgrudy o odmiennej technologii niż zakład żelgrudy w rejonie częstochowskim, co tłumaczy się odmiennym wsadem szlam o zawartości około 45% wody i dodawaniem do wsadu kamienia wapiennego w charakterze topnika.

Nadawa z kopalni odkrywkowej dostarczana jest do zakładu w wagonach samowyładowczych opróżnianych nad zbiornikami rudy surowej. Ruda ma granulację 350-0 mm. Transportuje się ją przenośnikiem taśmowym do kruszenia w kruszarce szczękowej do ziarn poniżej 200 mm, z uprzednim odsianiem z nadawy klasy poniżej 200 mm na ruszcie stałym. Całość rudy po skruszeniu kieruje się do przesiewania na mokro na przesiewaczu wibracyjnym o średnicy otworów ∅ 70 mm; ziarna 200-70 mm kruszy się w kruszarce szczękowej do wymiarów poniżej 70 mm, następnie całość rudy kieruje się do przemywacza korytowego łopatkowego. Prze-

Tablica 9

Średnia zawartość składników w rudzie rej. staropolskiego

Wyszczególnienie	Zawartość składników									Straty prażenia
	Fe %	Mn %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	CaO %	MgO %	S %	P %	H_2O %	
Ruda krzesana kop. Majówka	29,5	0,67	22,10	6,76	1,50	2,10	0,23	0,09		23,50
Ruda prażona	37,4	0,74	27,50	10,57	2,25	3,19	0,29	0,11	0,3	1,10
Ruda surowa kop. Stara Góra	30,6	-	16,2	-	-	-	-	-	3,7	-



Rys. 8. Schemat technologiczny wzbogacania i uzdatniania piasków żelazistych

lew z przemywacza o uziarnieniu 1-0 mm kieruje się do klasyfikatora grabiowo-czaszowego. Z klasyfikatora przelew o ziarnach 0-1 - 0 mm pompuje się po rozcieńczeniu do baterii hydrocyklonów o średnicy 200 mm. Wylew z klasyfikatora o uziarnieniu 1 - - 0,1 mm stanowią odpady. Wylew z przemywacza korytowego powyżej 1 mm przesiewa się na mokro, przy czym klasę powyżej 10 mm kieruje się do kruszenia w kruszarce stożkowej. Ziarna 10-0 mm rozsiewa się na dwie klasy. Klasę 10-1 mm łączy się produktem skruszonym, który razem stanowi rudę ziarnistą płukaną, zaś klasę 1-0 mm kieruje się do klasyfikatora grabiowo-czaszowego.

Z klasyfikacji w hydrocyklonach otrzymuje się dwie klasy ziarnowe: klasę 0,1-0,075 mm kierowaną powtórnie do klasyfikatora grabiowo-czaszowego oraz klasę 0,075-0 mm kierowaną do częściowego odwodnienia na stawach.

Materiał ze stawów podaje się pompami szlamowymi, po cyklu odwodnienia w warunkach atmosferycznych do zbiorników zagęszczających, skąd przy zawartości około 40% części stałych podaje się szlam do zbiorników znajdujących się przy piecach obrotowych żelgrudy.

Udział poszczególnych składników (projektowany) w nadmiarze do pieców obrotowych oraz niektóre dane techniczne dotyczące pieców obrotowych żelgrudy zestawiono w tablicy 7.

6. Utylizacja odpadów

Zagadnieniem o dużym znaczeniu jest wykorzystanie odpadów pochodzących z eksploatacji, jak również pochodzących z procesów przygotowania i uzdatniania rud żelaza.

Ił wydobywany z kopalń rud żelaza w ilości około dwukrotnie większej niż ilość samej rudy stanowi niepożądany balast hamujący zdolność wydobywczą szybów. Z uwagi na współczynnik rozluzowania urobionych mas, niewielkie tylko ilości iłu kieruje się do podsadzki układanej obecnie ręcznie. Z okazji mechanicznego urabiania w ścianach kopalń rud żelaza, część iłu odrzucana jest mechanicznie do wybranej przestrzeni. Czynność tę spełnia wrębopodsadzarka. Ilość iłu kierowana mechanicznie do

podsadzarki nie jest zasadniczo większa niż przy ręcznie układanej podsadzce, lecz wyeliminowana jest tu praca ręczna. W przyszłości przewiduje się zastosowanie urządzenia mechaniczne do zaciskania podsadzki, które po wprowadzeniu powinny zmniejszyć o około 40% ilość iłu wywożonego obecnie na powierzchnię. Pomimo tych optymistycznych przewidywań ilość iłu wywożonego na powierzchnię będzie jednak większa niż ilość wydobytej rudy.

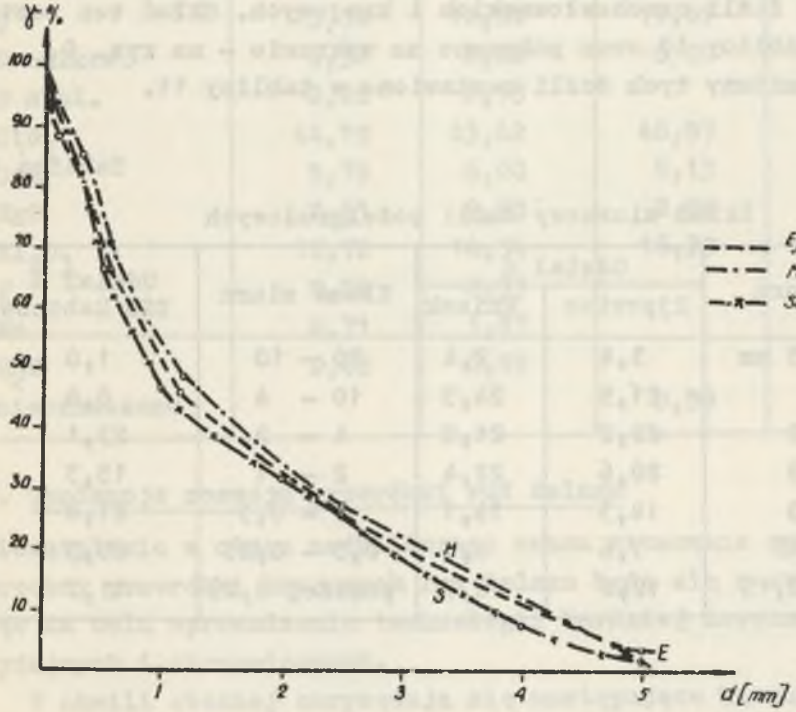
Odnośnie przemysłowego wykorzystania iłu dokonano wiele prób dla wykorzystania go dla tzw. ceramiki czerwonej (wypalanie cegły), lecz ze względu na zbyt dużą zawartość Fe w swym składzie ił ten nie może być do tych celów stosowany.

Inne badania laboratoryjne - iłołupków z kopalń łęczyckich wykazały, że tego rodzaju odpady stanowić mogą cenny surowiec dla przemysłu cementowego i zakładów ceramicznych.

Problem wysiewek, tj. drobnych klas ziarn, rudy wraz z zanieczyszczeniami (zasadniczo poniżej 30 mm) niewątpliwie będzie wkrótce rozwiązany po wprowadzeniu operacji przemywania rud w płuczkach. Płuczki winny również nastawić się na przyjmowanie wysiewek ze zwałów już istniejących. Jest bowiem udowodnione, że wysiewki ze zwałów, a więc niechronione od wpływów atmosferycznych przez okres kilku lat, dają lepsze rezultaty wzbogacania niż wysiewki świeże, wprost z produkcji.

Optymistyczne prognozy dla zagadnienia zmniejszenia ilości odpadów ma również wzrost mechanizacji urabiania rud. Wynika to stąd, że zespołowa maszyna - wrębopodsadzarka, urabia nadrudną warstwę iłu, krusząc ją i odrzucając do wybranej części ściany jako podsadzkę. Warstwę rudy urabia się bez strzelania, co powoduje zmniejszenie ilości wysiewek. Dokonana przez ZKMPW ocena ekonomiczna stosowana wrębopodsadzarki typu WPR-2 wykazała, że wprowadzenie tej maszyny pozwala w ścianie gdzie jest stosowana, zmniejszyć ilość wysiewek z około 30% do około 7%. W przeliczeniu na wartość oznacza to dodatkową oszczędność w wysokości ponad 35 zł/t, w produkcie. Poza tym będą przecież maleć zwały wysiewek.

Ilość żużla pożelgrudowego, powstającego przy produkcji żelgrudy, jest około dwukrotnie większa niż samej żelgrudy (na 1 t żelgrudy przypada średnio około 1,8 t żużla). Ilość ta jest oczywiście zależna od wielu parametrów, a zwłaszcza od zawartości Fe we wsadzie do pieca obrotowego żelgrudy. Wykorzystaniem żużla pożelgrudowego i badaniami mającymi na celu wskazanie dróg jego wykorzystania zajmowano się już od r. 1960 w ČSRS [10].



Rys. 9. Skład ziarnowy żużli pożelgrudowych (opis w tekście)

W chwili obecnej w Polsce czynne są dwa zakłady produkujące żelgrudę z rud żelaza, których docelowa produkcja wynosi 210 tys. t/r. W związku z tym spodziewać się należy również dużych ilości żużla. Już obecnie są u nas w trakcie opracowywania przez Instytuty tematy dotyczące powyższego zagadnienia.

Należy się spodziewać pomyślnego zakończenia prac, zwłaszcza że w przytoczonym opracowaniu Instytutu Badawczego Rud w Mińsku rokuje się nadzieje, że żużel pożelgrudowy surowy można będzie wykorzystać do produkcji betonów w miejsce piaskowej frakcji. Na podstawie osiągniętych wyników miano wystąpić o opracowanie technicznych warunków wykorzystania żużla jako pełnowartościowego materiału zastępującego piasek do wszystkich betonów i wyrobów bez ograniczeń, pod warunkiem zmniejszenia zawartości części palnych do 15% i siarki do 0,45% maksimum. Dla porównania warto przytoczyć skład ziarnowy i chemiczny żużli czechosłowackich i krajowych. Skład ten zestawiono w tablicy 10 oraz pokazano na wykresie -- na rys. 9. Skład chemiczny tych żużli zestawiono w tablicy 11.

Tablica 10

Skład ziarnowy żużli pożelgrudowych

Klasa ziarn	Udział %		Klasa ziarn	Udział % ZGH Sabinów
	Ejpovice	Mnisek		
powyżej 5 mm	3,4	2,4	20 - 10	1,0
5 - 2,5	21,9	24,5	10 - 4	6,8
2,5 - 1,2	20,2	21,8	4 - 2	23,1
1,2 - 0,6	20,6	22,4	2 - 1	15,3
0,6 - 0,3	14,3	14,1	1 - 0,5	21,8
0,3 - 0,15	7,6	8,1	0,5 - 0,25	20,3
poniżej 0,15	12,0	6,7	poniżej 0,25	11,7

Tablica 11

Skład chemiczny żużli pożelgrudowych

Składnik	Zawartość %			
	Ejpovice	Mnisek	Sabinów	
			próba I	próba II
Fe całkow.	6,70	6,82		
Fe metal.	2,54	2,78		8,5
Fe_2O_3			8,16	
Straty praż.	13,50	14,38		
C	13,74	14,94	19,65	18,15
S całkow.	0,51	0,64	0,20	0,36
S spal.	0,20	0,15		
SiO_2	44,19	43,62	46,97	48,87
CaO	9,79	6,00	5,13	5,83
MgO	2,61	2,55	2,88	2,79
Al_2O_3	12,78	14,54	16,33	12,96
P	0,24	0,33		0,08
Mn	0,71	1,07		
H_2O	0,65	0,59		
nieoznaczone			0,58	

7. Tendencje rozwoju przeróbki rud żelaza

Niewątpliwie w ciągu najbliższego czasu stosowane operacje i procesy przeróbki krajowych rud żelaza będą się rozwijać mając na celu wprowadzenie technologii bardziej nowoczesnych, wydajnych i ekonomicznych.

W chwili obecnej zarysowują się następujące kierunki, które będą realizowane już w następnych mających powstać zakładach przeróbki oraz znajdują zastosowanie w istniejących modernizowanych zakładach, a mianowicie bardziej efektywne wzbogacanie miałkich rud żelaza przy zastosowaniu separacji elektromagnetycznej w polu o wysokim natężeniu (syderyty są rudami słabomagnetycznymi), grudkowanie mułków pohydrocyklonowych oraz odwadnianie szlamów żelazistych. Problem odwadniania piasków

żelazistych kierowanych jako wsad do pieców obrotowych żelgrudy jest niezmiernie ważny zważywszy, że wsad ten zawiera do 45% wody, co z kolei pochłania olbrzymie ilości ciepła potrzebne do jej odparowania.

Ważnym przedsięwzięciem z zakresu bhp jest rozpoczęcie badań przez CIOP nad zwalczaniem hałasu w zakładach przeróbczych.

Poza wymienionymi zarysowuje się potrzeba prowadzenia badań nad magnetyzującym prażeniem rud, wzbogacaniem rud - i to nie tylko żelaza - za pomocą ultradźwięków w wodnym ośrodku [11], przemiałem autogenicznym zwłaszcza produktu piecowego żelgrudy [12] oraz odsiarczaniem żelgrudy w celu wykorzystania jej wprost w procesie stalowniczym [13] z pominięciem procesu wielkopiecowego. Niewątpliwie korzystne zwłaszcza z dziedziny bhp byłoby zbadanie i rozpracowanie wraz ze wskazaniem dróg realizacji zwalczania zapylenia w zakładach przeróbczych, gdzie istnieją pewne stanowiska pracy o nadmiernym zapyleniu [14].

Wymienione kierunki są głównymi i nie obejmują wszystkich nurtujących nas zagadnień. Niewątpliwie istnieje jeszcze bardzo wiele nie wymienionych tu przedsięwzięć, których realizacja przyczyni się do rozwoju techniki przeróbki, wzbogacania i uzdatniania krajowych rud żelaza.

LITERATURA

[1] Statystyka Handlu Zagranicznego. Obroty handlowe Polski z poszczególnymi krajami 1963. W-wa, 1965, GUS.

[2] Hała B., Wasylewicz B. - Zakład wzbogacania piasków żelazistych "Zębiec". Rudy Żelaza 1961, nr 1-2.

[3] Barczyk B., Ziemba Z. - Badania nad możliwością wprowadzenia cieczy ciężkiej do wzbogacania rud łęczyckich. Rudy Żelaza 1962, nr 9-10.

[4] Barczyk B. - Postęp techniczny w przeróbce, wzbogacaniu i uzdatnianiu krajowych rud żelaza. Rudy Żelaza 1965, nr 5-6.

[5] Barczyk B., Ziemba Z. - Ocena pracy przesiewaczy wibracyjnych typu zawieszonego. Rudy Żelaza 1963, nr 9-10.

[6] Muchin W. - Postęp technologiczny w zakresie prażenia rud w ZGH Sabinów. Rudy Żelaza 1964, nr 3-4.

[7] Muchin W. - Omówienie niektórych wskaźników uzyskanych w procesie żelgrudowym ZGH Sabinów za lata 1962/63. Rudy Żelaza 1964, nr 5-6.

[8] Ślusarek M., Białas J., Trojan R., Czenczek E. - Wzbogacanie syderytów łęczyckich w cieczach ciężkich zawiesinowych w skali półtechnicznej. Sprawozdanie IMN nr 1017/64.

[9] Barczyk B. - Badania nad opracowaniem technologii wzbogacania rud syderytowych rejonu staropolskiego. Rudy Żelaza 1961, nr 1-2.

[10] Využiti odpadovych hrudkovenských strusek. Prace Vyzk. Ustavu Mnisek p. Brdy.

[11] Barczyk B. - Możliwości zastosowania ultradźwięków do wzbogacania rud żelaza. Rudy Żelaza 1961, nr 9-10.

[12] Barczyk B. - Tendencje upraszczania schematów technologicznych rozdrabiania minerałów. Rudy Żelaza 1964, nr 5-6.

[13] Muchin W. - Modyfikacja procesu żelgrudowego. Materiały na IV Kraj. Zjazd Górn. Sekcja V. Katowice 1965.

[14] Barczyk B. - Zastosowanie techniki ultradźwiękowej do odpylania. Rudy Żelaza 1961, nr 1-2.