

**Mangan** (łac. *manganum* – **Mn**) – pierwiastek przejściowy grupy 7 układu okresowego, rozpoczynający rodzinę manganowców 7a (Mn, Te, Re). Ma jeden izotop trwały  $^{55}\text{Mn}$ . W stanie wolnym jest metalem twardym, kruchym o barwie srebrzystoszarej z czerwonym połyskiem. Średnia zawartość w skorupie ziemskiej wynosi 0,095% wag.

Mangan tworzy szereg minerałów, z których najważniejsze zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Mangan – Kopaliny

Nazwa	Wzór chemiczny	Teor. zaw. Mn [%]	Ukł. kryst.	Twardość	Gęstość
Bixbyit (sitaparyt)	$(\text{Mn}, \text{Fe})_2\text{O}_2$	47,0–50,0	reg.	6,0–6,5	4,95–5,07
Hausmannit	$\text{Mn}^{3+}\text{Mn}^{2+}\text{O}_4$	72,0	tetr.	5,5	4,84
Manganit	$\gamma - \text{MnOOH}$	62,47	jedn.		4,35
Nsutyt	$(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{2+})(\text{O}, \text{OH})_2$	ok. 60	heks.	3,0	ok. 4
Piroluzyt	$\beta - \text{MnO}_2$	63,19	tetr.	2–6	4,7–5,0
Polianit	$\beta - \text{MnO}_2$ (kryształy)		tetr.	6	
Wad	60% $\text{BMnO}_2$ + domieszki				
Ramsdellit	$\gamma - \text{MnO}_2$	63,19	romb.	3,5	4,7
Kryptomelan	$\text{K}_{\leq 2}\text{Mn}_8\text{O}_{16}$		tetr.	6,5	4,3
– hollandyt	$\text{Ba}_{\leq 2}\text{Mn}_8\text{O}_{16}$		tetr.	6	4,95
– coronadyt	$\text{Pb}_{\leq 2}\text{Mn}_8\text{O}_{16}$		tetr.	4,5–5,0	5,24–5,5
Psylomelan	$(\text{Ba}, \text{Mn}^{2+} \dots)(\text{O}, \text{OH})_6 \text{Mn}_8\text{O}_{16}$		romb.	5–6	3,95–4,71
Todorokit	$(\text{Mn}^{2+}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Ba})_2 \text{Mn}_5^{4+} \text{O}_{12} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$		pseudo-romb.	1,5–2,5	3,3–3,8
Rodochrozyt	$\text{MnCO}_3$	47,79	tryg.	3,5–4,0	3,2–3,7
Oligonit	$(\text{Mn}, \text{Fe})\text{CO}_3$		tryg.	3,5–4,5	ok. 4,0
Kutnahoryt	$(\text{Ca}, \text{Mn})(\text{CO}_3)_2$		tryg.	3,5–4,0	ok. 3,0
Rodonit	$\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$		trójsk.	5,5–6,5	3,47–3,76
Tefroit	$\text{Mn}[\text{SiO}_4]$		romb.	5,5–6,0	3,8–4,1
Braunit	$\text{Mn}^{2+}\text{Mn}_6^{4+} [\text{O}_8   \text{SiO}_4]$	67–82%	tetr.	6,0–6,5	4,7–4,9

## Wybór metody przeróbki

Uzyskanie wysokojakościowych koncentratów rud manganu metodami przeróbczymi zależy od charakteru minerałów użytecznych w rudzie surowej, a także rodzaju skały płonnej. Na przykład rudy zawierające porowaty psylomelan, który jest poprzeraśnięty skałą płonną, głównie kwarcem, i ma ponadto niską gęstość wymagają uwzględnienia w schemacie wzbogacania znacznego rozdrabniania, flotacji i wzbogacania chemicznego. Rudy psylomelanowe konkretyjno-oolitowe mające większą gęstość, łatwo wzbogacają się grawitacyjnie. Rudy zawierające łatwo rozmywalne gliny i piaski wymagają złożonych operacji wzbogacania ze szczególnym uwzględnieniem przemylwania. Schematy wzbogacania, a także uzyskiwane rezultaty zależą więc od rodzaju minerałów użytecznych i skały płonnej, ich ilości i rodzaju zrostów,

wielkości ziaren. Wzbogacanie grubowpryśniętych minerałów manganu odbywa się sposobem przemylwania i wzbogacania grawitacyjnego (osadzarki, ciecze ciężkie, stoły koncentracyjne). Drobnowpryśnięte minerały wzbogaca się metodą flotacji, najdrobniejsze wpryśnięcia poniżej 20  $\mu\text{m}$  metodami chemicznymi. W operacjach czyszczących stosuje się wzbogacanie magnetyczne. Ze względu na obecność znacznych ilości łatwo usuwalnych minerałów, a także ich kruchość, ważnym problemem przeróbczym jest rozwiązanie węzłów przygotowania rudy do wzbogacania (rozdrabnianie i przemylwanie), a także odwadniania produktów końcowych.

## Przygotowanie nadawy do wzbogacania

Rudy surowe zawierają bryłki o wielkości do 600 i więcej mm. Stopień rozdrobnienia zależy od sposobu

rozwiązania układu wzbogacania. Do procesów przemywania zmniejsza się uziarnienie rudy do 50–100 mm. Przed wzbogacaniem magnetycznym rozdrabnia się nadawę do 3–4 mm, a przed flotacją do 0,2–0,15 mm. Wzbogacanie grawitacyjne prowadzi się na produkcie o różnym uziarnieniu w zależności od stosowanych urządzeń.

Rozdrabnianie prowadzi się w 3–4 stadiach. W pierwszym i drugim stosuje się najczęściej kruszarki walcowe z walcami uzębionymi. Związane to jest z występowaniem znacznych ilości domieszek ilastych i piaszczystych. W pierwszym stadium ruda rozdrabniana jest do około 150 mm, w drugim do około 50 mm. Stopień rozdrobnienia wynosi 3–3,5 w pierwszym stadium i 2–3 w drugim stadium. Nieco korzystniejsze rezultaty podczas późniejszego przemywania osiąga się prowadząc rozdrabnianie w kruszarkach młotkowych. Są one jednak niewygodne z powodu zaklejania się części wirujących. Rozdrabnianie materiału po przemyciu odbywa się w kruszarkach walcowych z walcami gładkimi. Wymiary ziaren zmniejsza się do 40, a często do 20–25 mm. Stopień rozdrabniania przy kolejnym dwustadialnym procesie wynosi w pierwszym 3–4 i 2–3 w drugim. Rozdrabnianie produktów przejściowych wzbogacania grawitacyjnego, będących zrostami minerałów manganu z kwarcem, kalcytem i innymi minerałami, prowadzone jest w młynach prętowych lub kruszarkach młotkowych. Produkty te rozdrabnia się poniżej 5 do 3 mm. Trudności przy rozdrabnianiu powodowane są także obecnością składników ilastych, piasku, itd. Urządzenia rozdrabniające pracują w układzie zamkniętym z przesiewaczami lub klasyfikatorami. W celu zmniejszenia przemielania młyny pracują przy dużym obiegu kołowym. Młyny prętowe dają znaczne ilości szlamów, są jednak wygodne w eksploatacji. Kruszarki młotkowe pracują z reguły bez sit w szczelinie wypustowej, często podaje się do nich wodę w ilości 1 m<sup>3</sup>/t rudy w celu uniknięcia obklejania się szczeliny wlotowej i płyt odbojowych.

Przemywanie rud manganu ma na celu uwolnienie i zdyspergowanie miękkich i gliniastych skał na skutek mechanicznego działania wody i ruchomych elementów urządzeń. Przemywanie jest operacją wstępnego wzbogacania. Minerale manganu związane są piaskowo-mułowo-ilastą skałą, przy czym składnikami wiążącymi są cząstki ilaste. Dokładność procesu przemywania zależy od takich czynników jak skład materiału, sposób jego suszenia lub moczenia, wielkości ziaren i in. Rudy zawierające znaczne ilości ilu przemywają się źle, np. przy 20% zawartości tego składnika w rudzie surowej podczas przemywania usuwa się około 93% części ilastych, natomiast przy 65% ich zawartości – około 78% części ilastych. Proces suszenia nadawy prowadzony jest na otwartych składach. Pozwala to na około dwukrotne zmniejszenie ilości części niewymytych.

Moczenie nadawy prowadzi się w zbiornikach z podawaniem wody i sprężonego powietrza przez okres 2–4 godzin. Pozwala to na około czterokrotne zmniejszenie ilości części niewymytych. Ilość wymytych części jest proporcjonalna do wielkości ziaren kierowanych do procesu. Przy daleko posuniętym rozdrobnieniu możliwe jest wymycie glin, piasków i minerałów porowatych.

Na proces przemywania wywiera też wpływ rozwiązanie mechaniczne urządzeń przemywających. Stosuje się do tego celu koryta rozmywające typu Excelsior, Bawaria, zaopatrzone w miecze lub łopatkę. Oprócz usunięcia części ilastych proces przemywania pozwala na usunięcie nalotów ilastych na bogatszych kawałkach minerałów użytecznych. W ten sposób podwyższa się ich jakość, pozwalając osiągnąć czystsze koncentraty w późniejszych operacjach wzbogacania. Przykładowo z rudy zawierającej 28% Mn wymywa się około 42% glin i szlamów, podwyższając zawartość Mn do 38,3%, pozostawiając jednak w szlamach około 20% Mn. Inne rezultaty przemywania rud zestawiono w tabeli 2.

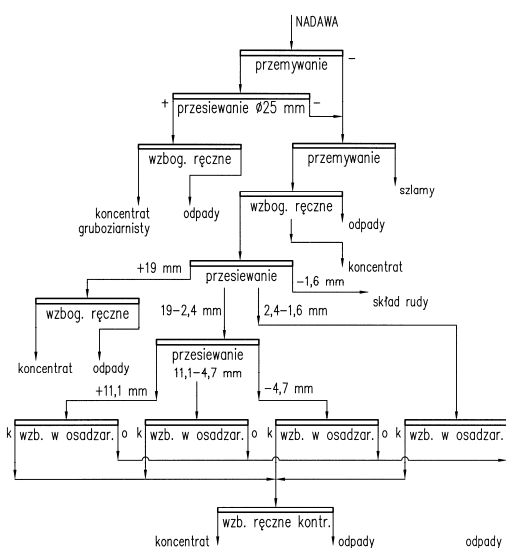
Tabela 2. Wyniki przemywania rud manganu

Typ urządzenia	Klasa ziarnowa, mm	Produkt	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %
Rozmywacz wielokorytowy	30–0	Nadawa	100,0	30,07	100,00
		Produkt przemyty	57,8	39,34	75,62
		Szlam	42,2	17,37	24,38
Rozmywacz jednokorytowy	20–0	Nadawa	100,0	25,20	100,00
		Produkt przemyty	76,9	28,80	87,80
		Szlam	23,1	13,00	12,20
Rozmywacz jednokorytowy	12–0	Nadawa	100,0	39,00	100,00
		Produkt przemyty	85,3	43,34	94,78
		Szlam	14,7	14,12	5,22

## Metody wzbogacania rud manganu

Rudy manganu mogą być wzbogacane ręcznie, grawitacyjnie, magnetycznie, magnetohydrodynamicznie i flotacyjnie.

W niektórych przypadkach w celu uzyskania bogatych koncentratów stosuje się ręczne wybieranie dużych, czystych ziaren minerałów manganu. Dokonuje się tego często już w przodkach eksploatacyjnych, a w zakładach przerobczych na taśmach przesuwających się z prędkością około 9 m/min. Wybierane są ziarna po przemyciu w płuczkach korytowych, a także bogate ziarna rudy z koncentratów osadzarek. Ręczne wybieranie jest możliwe, gdyż czekoladowo-brązowe i czarne minerały manganu odróżniają się od ziaren skały płonnej. Przykład zakładu z zastosowaniem ręcznego wzbogacania rud manganu pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Schemat wzbogacania ręcznego i grawitacyjnego rud manganu

Przemytą nadawę rozdziela się na wąskie klasy ziarnowe, a następnie wzbogaca się grawitacyjnie, dobierając urządzenia do wielkości wprysnięć minerałów i stopnia ich uwolnienia.

W cieczach ciężkich wzbogacać można przykładowo klasy ziarnowe: 60–15, 60–8, 60–3 mm. Szerokość klas ziarnowych zmienia się dla rud różnych złóż. Proces prowadzi się przy gęstości rozdziалу w granicach 2,4–2,6 g/cm<sup>3</sup>. Obciążnikiem jest żelazozkrzem. Najczęściej stosuje się wzbogacalniki typu Hardinga. Materiał o drobniejszym uziarnieniu, np. 12–3 mm można wzbogacać w cyklonach z cieczą ciężką przy zastosowaniu magnetytu jako obciążnika. Wyniki wzbogacania w cieczach ciężkich pokazano w tabeli 3. Ze względu na porowatość nadawy, szorstkość i lepkość rud zużycie obciążnika jest duże i dochodzi do 3–5 kg/t. Ciecz ciężka ulega też szybko zanieczyszczeniu szlamami, w wyniku czego wzrasta jej lepkość i zmniejsza się gęstość. Komplikuje to regenerację obciążnika. Ponieważ jednak wzbogacanie w cieczach ciężkich daje koncentraty najwyższej jakości, przy dużych uzyskach, proces ten w praktyce przemysłowej stosuje się często.

Wzbogacanie rud manganu w osadzarkach prowadzi się dla wąskich klas ziarnowych przemyciej nadawy. Najczęściej stosuje się podział na klasy ziarnowe: 20–10(8) mm, 10(8)–3(4) mm, 3(4)–0 mm. Można wzbogacać też szersze klasy ziarnowe, np. 25–4 mm. Otrzymuje się koncentraty różnej jakości. Wychód i zawartość manganu w koncentratkach zależy od składu mineralnego nadawy, wielkości ziaren minerałów użytecznych, ich porowatości, zawartości manganu w rudzie surowej. Przykładowe wyniki osiągane przy wzbogacaniu rud manganu w osadzarkach różnych typów przedstawiono w tabeli 4. W procesie wzbogacania stosuje się osadzarki tłokowe do wzbogacania ziaren grubych, a osadzarki membranowe i osadzarki z ruchomym łóżem roboczym do wzbogacania ziaren drobnych. Stosowane są też osadzarki pracujące z pościelą.

Do wzbogacania ziaren drobnych (<2 mm) znajdują czasami zastosowanie stoły koncentracyjne. Ma to miejsce w przypadkach, gdy minerały manganu występują w twardych skałach. Stosowane są wówczas stoły szlamowe pracujące trójproduktowo z domielaniem produktów pośrednich i ponownym ich zawracaniem do rozdziалу na stołach. Przykładowy

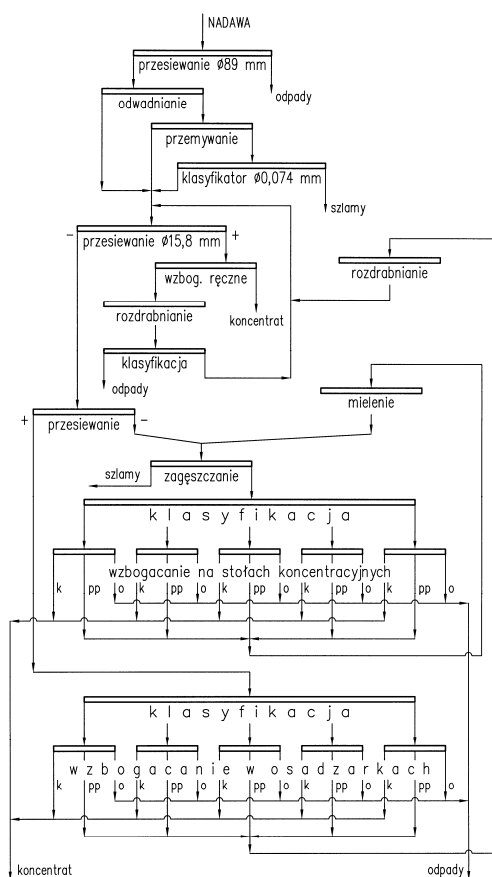
Tabela 3. Wyniki wzbogacania rud manganu w cieczach ciężkich

Typ urządzenia	Klasa ziarnowa, mm	Produkt	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %
Wzbogacalnik bębnowy	60–6	Nadawa	100,0	37,2	100,0
		Koncentrat I gat.	26,7	44,8	24,1
		Koncentrat III gat.	73,3	34,7	75,9
Cyklon z cieczą ciężką	12–2	Nadawa	100,0	39,6	100,0
		Koncentrat I gat.	62,0	44,0	68,9
		Koncentrat III gat.	38,0	32,3	31,1

Tabela 4. Wyniki wzbogacania rud manganu w osadzarkach

Typ urządzenia	Klasa ziarnowa, mm	Produkt	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %
Osadzarka z ruchomym łóżem roboczym	25–12	Nadawa	100,0	35,0	100,0
		Koncentrat	63,0	47,2	85,0
		Produkt przejściowy	37,0	14,2	15,0
Osadzarka z ruchomym łóżem roboczym	8–2	Nadawa	100,0	32,7	100,0
		Koncentrat	45,0	49,3	68,0
		Produkt przejściowy	47,8	20,5	29,5
		Odpady	7,2	11,8	2,5
Osadzarka membranowa	2–0	Nadawa	100,0	37,5	100,0
		Koncentrat	62,2	50,2	83,4
		Odpady	37,8	16,5	16,6

schemat wzbogacania rud manganu uwzględniający zastosowanie stołów pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat grawitacyjnego wzbogacania rud manganu

Minerały manganu są słabo magnetyczne. Są one wzbogacane we wzbogacalnikach magnetycznych o wysokim natężeniu pola. Jest ono różne przy wzbogacaniu rud pochodzących z różnych złóż, a mieści się w granicach 5–17 tys. Oe. Do wzbogacania kieruje się rudy surowe (po przemyciu) o ziarnistości

3–0 mm, produkty przelewów maszyn przemywających (klasy 2–0, 15 mm), produkty przejściowe z osadzarek po rozdrobnieniu poniżej 3 mm. Z rud surowych odzyskuje się przy pomocy wzbogacania magnetycznego 94–99% Mn, z produktów maszyn przemywających 95–98,5% Mn. Odpady wzbogacania magnetycznego zawierają do 2–5% Mn. Materiał wzbogacany jest na mokro w separatorach elektromagnetycznych bębnowych. Wyniki wzbogacania zależą od konstrukcji urządzeń, sposobu i ilości podawanego materiału i wody. Zbyt duże zwiększenie wydajności urządzeń zmniejsza zawartość manganu w koncentracie i zwiększa zawartość Mn w odpadach. Przykładowo z rudy o zawartości 38,7% Mn zwiększenie wydajności z 16,5 do 25,3 t/h spowodowało obniżenie zawartości Mn w koncentracie z 42,3 do 41,2% i zwiększenie zawartości Mn w odpadach z 1,6 do 4,8%.

W warunkach przemysłowych proces prowadzi się w zasadzie w dwóch stopniach. Drugi stopień ma na celu czyszczenie produktów niemagnetycznych pierwszego stopnia. Przykładowe wyniki wzbogacania magnetycznego rud manganu zestawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Wyniki wzbogacania rud manganu we wzbogacalnikach magnetycznych

Produkt	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %
Nadawa	100,0	36,0	100,0
Koncentrat	84,7	41,9	98,7
Odpady	15,3	2,8	1,3

Prowadzone są badania nad zastosowaniem **wzbogacania magnetohydrodynamicznego** do rozdziału minerałów manganu. Wykazano możliwość poprawy jakości koncentratów. Proces ten, głównie ze wzglę-

du na jego koszt, nie jest prowadzony jeszcze w skali przemysłowej. Wyniki możliwe do osiągnięcia metodą wzbogacania MHD przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Wyniki wzbogacania rud manganu metodą magnetohydrodynamiczną

Produkt	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %
Nadawa	100,0	27,86	100,0
Koncentrat I gat.	72,3	33,50	87,0
Koncentrat II gat.	8,6	20,05	6,2
Produkt pośredni	3,6	12,00	1,5
Odpady	15,5	9,50	5,3

W procesach wzbogacania grawitacyjnego i magnetycznego około 25–30% manganu tracona jest w produktach szlamowych. Produkty te można wzbogacać metodą flotacyjną. W zależności od składu mineralnego rudy i przeznaczenia koncentratów opracowano szereg wariantów prowadzenia tego procesu.

Wzbogacanie flotacyjne **węglanowych mineralów manganu** jest stosunkowo proste. Rozdział rodochrozytu od siarczków i krzemianów można osiągnąć przez:

- flotację siarczków w pierwszym etapie, a następnie wyflotowanie z odpadów rodochrozytu w środowisku alkalicznego mydła, w odpadach pozostają krzemiany,
- flotację rodochrozytu przy depresji mineralów siarczkowych i krzemianów,
- flotację siarczków i krzemianów za pomocą zbieraczy kationowych, rodochrozyt pozostaje w odpadach flotacyjnych.

Rodochrozyt flotuje się kwasami tłuszczowymi i ich solami, depresorem jest nadmiar szkła wodnego, regulatorem środowiska  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i szkło wodne.

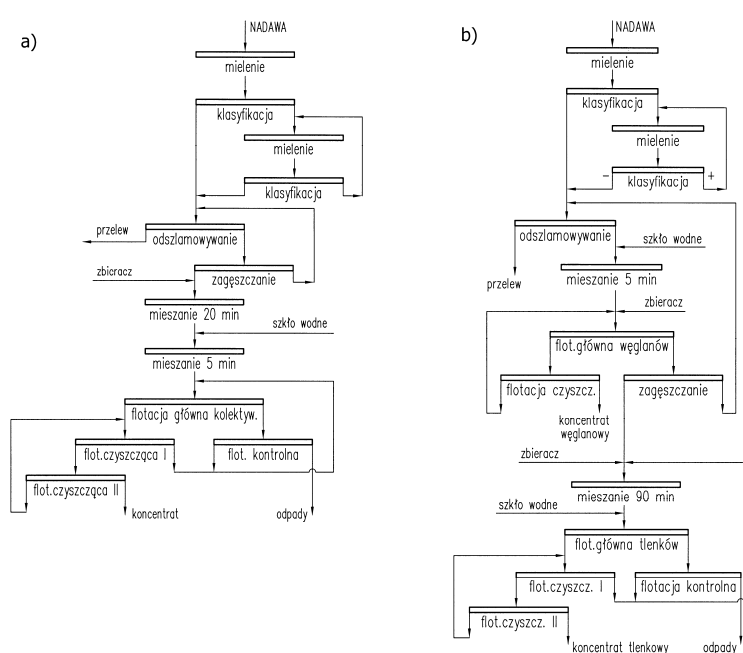
Flotacyjne wzbogacanie **tlenkowych mineralów manganu** jest trudne. Związane jest to ze złożonym składem mineralnym rud, niekorzystnymi cechami strukturalnymi i dużą ilością zrostów. Z mineralów tlenkowych najłatwiej flotuje manganit i braunit, najtrudniej piroluzyt i wad.

Jako zbieraczy używa się kwasy tłuszczowe i ich sole. Najczęściej stosuje się kwas oleinowy, olej talowy, utlenioną naftę. Zużycie odczynników jest duże i dochodzi do 1,5 kg/t, a nawet więcej.

Flotacja jest utrudniona poprzez znaczne ilości szlamów. Zaleca się usuwanie ziaren 10–20  $\mu\text{m}$ , które nie wzbogacają się flotacyjnie. Zawierają one jed-

nak około 10–15% metalu w stosunku do rudy surowej, a ich wzbogacanie odbywać się może metodą przeróbki chemicznej. Prowadzone są też prace nad wzbogacaniem metodą flokulacji selektywnej. Przy mniejszej ilości szlamów zaleca się ich peptyzację kwasem szczawiowym i szkłem wodnym.

Rudy zawierające mieszaninę mineralów węglanowych i tlenkowych wzbogaca się zbieraczami anionowymi wg schematu kolektywnej (rys. 3a) lub selektywnej flotacji (rys. 3b). W praktyce stosuje się przeważnie wariant flotacji selektywnej. W pierwszym etapie flotuje się minerały węglanowe małymi ilościami (0,5 kg/t) zbieracza z dodatkiem szkła wodnego, a następnie flotuje się minerały tlenkowe



Rys. 3. Schemat kolektywnej (a) i selektywnej (b) flotacji rud manganu

dużymi dawkami (2–3 kg/t) zbieracza. Zbieraczami są surowy lub destylowany olej talowy w postaci mydła lub emulsji z dodatkiem związków powierzchniowo aktywnych typu hydroksyetylizowanych alkilofenoli (20–100 g/t) lub tzw. białej wody (odpady oczyszczania destylowanego autolu) (1–3 kg/t), pH środowiska wynosi 7–9 i jest regulowane sodą. Depresorem skały płonnej jest szkło wodne. Przykładowe rezultaty flotacyjnego wzbogacania rud manganu dla dwóch zakładów zestawiono w tabeli 7.

Flotację węglanów stosuje się także w przypadkach, gdy minerały manganu występują w postaci tlenków, a skałę płonną stanowią węglany. Małymi dawkami 0,3–0,5 kg/t flotuje się skałę płonną (tzw. flotacja odwrotna) przy  $\text{pH} = 9\text{--}10$  regulowanym sodą lub sodą żrącą. W odpadach flotacji pozostają minerały manganu.

Tabela 7. Wyniki wzbogacania flotacyjnego rud manganu o różnej zawartości metalu w nadawie

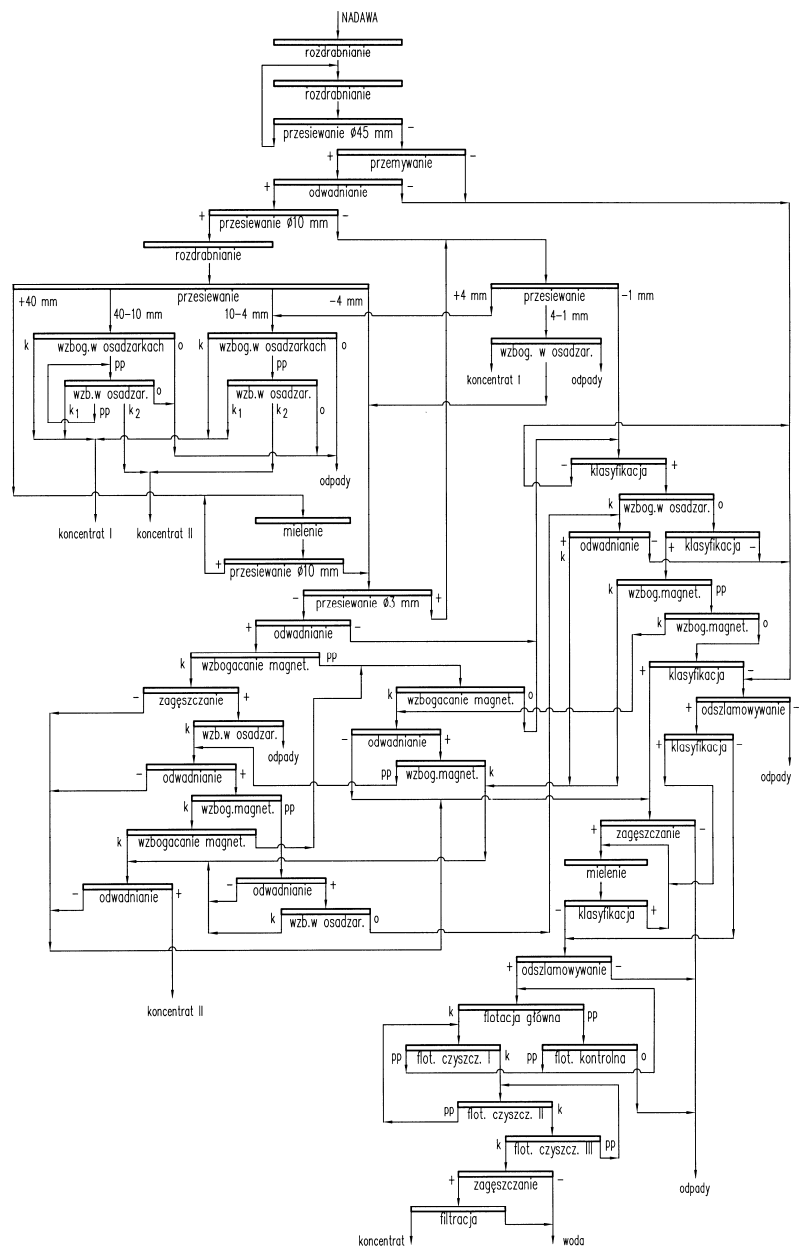
Produkt	Zakład A			Zakład B		
	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %
Nadawa	100,0	10,5	100,0	100,0	25,1	100,0
Koncentrat węglanowy	5,2	28,0	14,8	41,4	25,0	41,2
Koncentrat tlenkowy	8,2	42,0	33,2	20,4	51,2	41,5
Szlamy	54,0	8,7	45,0	17,0	21,0	14,2
Odpady	32,6	2,0	7,0	21,2	3,7	13,1

W warunkach przemysłowych w większości przypadków wzbogacanie flotacyjne pozwala osiągać koncentraty manganu niskiej jakości. Stąd jest ono często stosowane w połączeniu ze wzbogacaniem chemicznym, gdyż wariant flotacyjno-chemiczny jest tańszy od wzbogacania wyłącznie na drodze chemicznej.

### Praktyka wzbogacania rud manganu

Przykład wzbogacania manganowych rud tlenkowych pokazano na rys. 4. Mineralami manganu są piroluzyt, manganit, psylomelan, występujące w postaci drobnych i bardzo drobnych wprysnięć. Mineralami skały płonnej są kwarc, kalcyt, granat i minerały ilaste. W małych ilościach występuje także manganokalcyt i rodochrozyt. Układ technologiczny obejmuje trzy stadia rozdrabniania z włączeniem w cykl przemywania i przesiewania. Przemytą rudę rozdziela się na klasy +40, 40–10, 10–4, 4–1 i 1–0 mm. Klasy >1 mm wzbogaca się w osadzarkach, wydzielając koncentrat I i II gatunku. Klasa +40 mm i produkt przejściowy osadzarek gruboziarnistych rozdrabniane są w młynach prętowych do ziarnistości <4 mm, a następnie wzbogacane łącznie z klasami <4mm rudy surowej. Koncentraty drobnych klas ziarnowych oczyszcza się we wzbogalnikach magnetycznych. Klasa 1–0 mm po odszlamowaniu (usunięciu ziaren –10 μm) kierowana jest do wzbogacania flotacyjnego. Proces prowadzi się przy użyciu odczynników Emulsol (9 kg/t), depresując skałę płonną szkłem wodnym (1,2 kg/t). Węzeł flotacji obejmuje flotację główną, trzykrotne czyszczenie produktu pianowego oraz flotację kontrolną odpadów flotacji głównej. Wyniki wzbogacania zestawiono w tabeli 8.

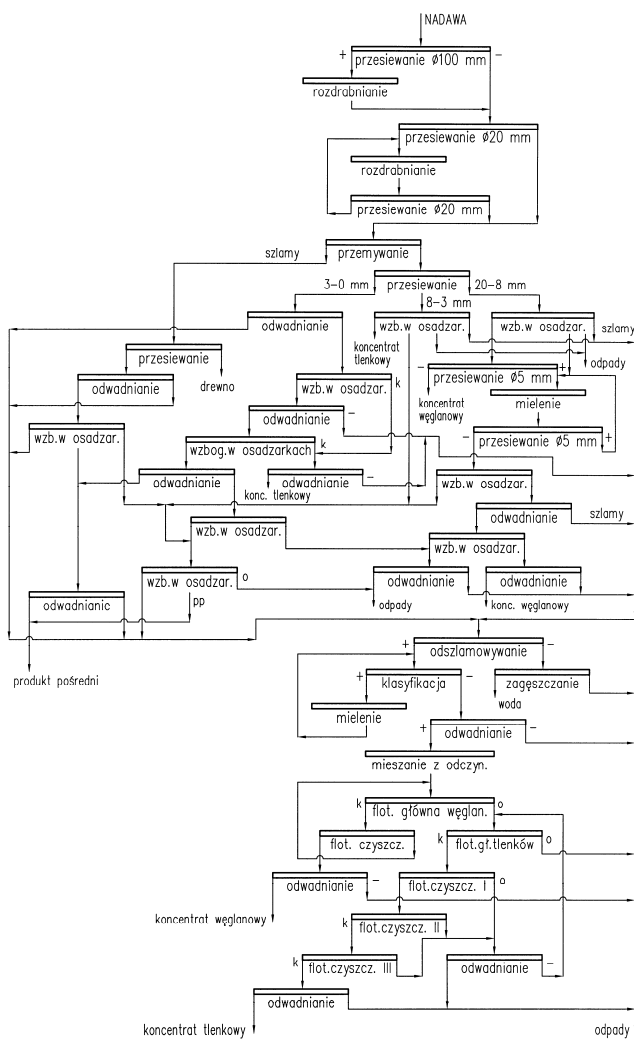
Przykład wzbogacania manganowych rud tlenko-węglanowych pokazano na rys. 5. Mineralami manganu są manganit, psylomelan, piroluzyt, rodochrozyt, manganokalcyt, a mineralami skały płonnej – skalenie i kwarc. Układ technologiczny obejmuje



Rys. 4. Schemat zakładu wzbogacania manganowych rud tlenkowych

Tabela 8. Wyniki wzbogacania tlenkowych rud manganu

Produkt	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %
Nadawa	100,00	28,00	100,00
Koncentrat (sumaryczny)	48,59	42,44	73,65
w tym:			
Koncentrat gat. A	0,09	47,53	0,15
Koncentrat gat. I grawit.	33,64	44,47	53,43
Koncentrat gat. I flotac.	1,81	43,52	2,81
Koncentrat gat. II	13,02	37,05	17,23
Koncentrat gat. III	0,03	32,43	0,03
Odpady	51,41	14,35	26,35



Rys. 5. Schemat zakładu wzbogacania manganowych rud tlenkowo-węglanowych

dwa stadia rozdrabniania, przemywania i przesiewania rudy. Po rozdrobieniu nadawę rozdziela się na klasy 20–8, 8–3, 3–0 mm, następnie wzbogaca się w osadziarkach wzbogacania głównego i czyszczącego. Koncentrat klasy 30–8 mm rozdziela się wg ziarna podziałowego 5 mm. Klasa <5 mm jest koncentratem końcowym, klasa >5 mm łączona jest z produktem pośrednim i rozdrabniana do 5 mm, a następnie ponownie wzbogacana grawitacyjnie. Otrzymuje się grawitacyjnie koncentraty węglanowe i tlenkowe (tabela 9). Szlamy kierowane są do węzła flotacji, w którym wzbogaca się także szlamy z innych zakładów. Prowadzi się flotację selektywną obejmującą cykl flotacji węglanów oraz cykl flotacji tlenków. W cyklu flotacji węglanów stosuje się destylowany olej talowy DTM (0,4 kg/t), szkło wodne (0,9 kg/t) i sodę kalcynowaną (0,4 kg/t). W cyklu flotacji tlenków stosuje się DTM (1,7 kg/t) i naftę (0,2 kg/t). Wyniki wzbogacania flotacyjnego zestawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Wyniki wzbogacania tlenkowo-węglanowych rud manganu

Produkt	Węzeł grawitacyjny			Węzeł flotacyjny		
	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %	Wychód, %	Zawartość Mn, %	Uzysk Mn, %
Nadawa	100,0	19,4	100,0	100,0	12,0	100,0
Koncentrat tlenkowy				8,3	42,4	29,3
Koncentrat I gat.	13,2	49,3	33,6			
Koncentrat II gat.	3,3	46,1	7,9			
Koncentrat węglanowy	7,2	28,4	10,5	9,0	22,0	16,6
Produkt pośredni	24,3	21,5	27,0	–	–	–
Szlam	27,5	9,0	12,7	–	–	–
Odpady	24,5	6,8	8,3	82,7	7,8	54,1