



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr 4714	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr Minpro 4621/1991-01-30	Oversendt fra Arne Ekman 17.12.1997	Fortrolig pga Muting	Fortrolig fra dato:
Tittel Anrikningsteknisk undersökning av magnetitmalm från Andørja				
Forfatter Ohlson, Perolof Zedig, Christer		Dato År 30.01 1991	Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) Swedish Mineral Processes AB Ibestad kommune Ibestad Bergverk AS	
Kommune Ibestad	Fylke Troms	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 13321	1: 250 000 kartblad Narvik
Fagområde Oppredning	Dokument type		Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Andørja Ibestad	
Råstoffgruppe Malm/metall	Råstofftype Fe magnetitt			
Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse				



SWEDISH
MINERAL
PROCESSES AB

BV 4714

TEKNISK RAPPORT

1991-01-30

4621/1991-01-30

MP PO CZ, bj

Arne Ekman, Ibestad Bergverk A/S
3 ex

ANRIKNINGSTEKNISK UNDERSÖKNING AV MAGNETITMALM
FRÅN ANDÖRJA - SLUTRAPPORT

MP PO CZ, bj

SAMMANFATTNING

Föreliggande rapport redovisar resultat av anrikningstekniska försök i pilot plant skala med prov av apatitförande magnetitmalm från Andörja.

Försökssyftet har varit att utveckla process för tillverkning av superslig resp heavy-mediaslig av magnetit innehåll och som biprodukt en apatitslig.

Följande produktmål hade härvid uppställts.

- Superslig, $\leq 0,25$ % SiO_2 samt $\leq 0,005$ % av P resp S. Finlek max 60 % minus 325 mesh ($45 \mu\text{m}$).
- Heavy-mediaslig, cirka 67 % Fe med finleken 80 % minus 325 mesh ($45 \mu\text{m}$).
- Apatitslig, 16,8 - 17,0 % P och < 1 % Fe_{tot} . Inget finlekskrav.

Som utgångsmaterial användes ett 60-tons bulkprov krossat minus 300 mm. Provets medelhalter uppgick till 32 % Fe_{tot} , 1,3 % P och 0,46 % S.

Studien omfattar inalles sju försök där betingelserna för autogen malning, magnetseparering, apatitflotation, sulfidflotation samt gravimetrisk anrikning undersökts i pilotanläggning vilken körts med en kapacitet av 0,6 t råmalm per h. Den totala drifttiden uppgick därvid till drygt 60 timmar. I anslutning härtill uttogs dels leveransprov av apatitslig för N. Hydros räkning och dels magnetitråvaror, d v s gravimetriskt koncentrat resp gravimetrisk restmagnetit för efterföljande upparbetning till superslig resp heavy-mediaslig i pilotanläggning.

Utredningen har visat att önskat produktsortiment kan tillverkas av malm av provets sammansättning genom användning av en kombination av magnetiska, gravimetriska och flotationstekniska processer. Ett komplett flytschema har utvecklats och sedan beskrivits i detalj i en tidigare rapport med titeln: "4621/1990-11-21 Processchema för anrikning av apatitförande magnetitmalm från Andörja". Schemat omfattar i princip följande delprocesser.

- Autogen, sluten-kretsmalning av råmalmen (-300 mm) varav hälften krossats till -20 mm. Magnetseparering i malkretsen för avskiljning av huvuddelen av det apatitförande godset. Malningsenergi 18 kWh/t råmalm.
- Primär magnetseparering av malprodukten.
- Gravimetrisk anrikning av det primära magnetitkoncentratet.

MP PO CZ, b]

- Höganrikning av det gravimetriska koncentratet i ett schema omfattande kulkvarnsmalning (~3 kWh/t koncentrat), sulfid-, fosfor- och silikatflotation samt magnetseparering.
- Efterbehandling av restmagnetiten med kulkvarnsmalning (6,5 kWh/t malprodukt) och magnetseparering för uttag av heavy-mediaslig.
- Utvinning av apatit ur de omagnetiska restprodukterna från malkretsen och primärsepareringen med ett schema omfattande sulfidflotation efterföljd av apatitflotation med högselektivt samlarreagens Berol ATRAC857.

Följande produktbalans gäller för anrikning av malmen enligt detta processchema.

Produkter	Vikt %	Halt %				Fe-fördeln %	Sligfinlek % <45 µm
		Fe	SiO ₂	P	S		
Superslig	6,0	71,5	0,21	0,006	0,006	13,4	32,0 79,4
Heavy-mediaslig	23,0	67,0	4,5	0,15	0,046	48,3	
S:a Magnetitslig	29,0	67,9				61,7	
Sulfidprod	0,8	56,6	ej anal	0,40	30,5	1,4	64,0
Apatitslig	6,0	0,83	0,91	17,3	0,050	0,2	
Restprod fr magnetitanr.	2,4	19,0		0,40		1,4	
Restprod fr apatitanr.	61,8	18,2		0,40	0,15	35,3	
S:a restprodukter	64,2	18,2				36,7	
Ingående malm ber	100,0	31,9		1,33		100,0	
Ingående malm anal		31,9		1,3			

Följande kommentarer kan göras till ovanstående resultat.

En förutsättning för att man skall klara haltspecifikationerna för supersligen är noggrann förseparering av magnetiten i gravimetriprocessen. Det gravimetriska koncentratets SiO₂-halt skall ej överskrida 0,5 %.

Vid ovanstående supersligtillverkning har grav.koncentratet malts till 45 % minus 45 µm. En finare malning till 50-55 % minus 45 µm bör efter flotation och magnetseparering ge lägre resthalter av såväl SiO₂ som P och S.

MP PO CZ, bj

Apatitsligens renhet vad avser fosfor- och järnhalt är mycket tillfredsställande. Även utbytet är gynnsamt, 78 % av malmens apatit innehåll har utvunnits. Sligen uppvisar låg kadmiumhalt, <0,001 % Cd. Halterna av klor och strontium är dock jämförelsevis höga, 0,23 % Cl och 0,65 % SrO.

Avslutningsvis kan konstateras att förutsättningarna är goda att av Andørja-malm tillverka apatitslig, superslig och heavy-media-slig i en kommersiell anläggning baserad på det utvecklade processschemat.

MP PO CZ, bj

På uppdrag av Ibestad Bergverk A/S, Arne Ekman, har en anrikningsteknisk undersökning utförts av provmaterial uttaget av en apatitförande magnetitmalm i Andørja. Syftet med utredningen har varit att undersöka malmens anrikningsegenskaper och sedan utforma ett processschema för tillverkning av superrent magnetitkoncentrat, ordinär magnetitslig samt apatitslig. Som mål uppställdes därvid följande kriterier att gälla för de tre produkterna.

Superslig

$<0,25 \% \text{ SiO}_2$, $<0,005 \% \text{ P}$ och $<0,005 \% \text{ S}$. Max 60 % minus 325 mesh (45 μm).

Magnetitslig (för heavy-media ändamål)

$\geq 67 \% \text{ Fe}$, ~80 % minus 325 mesh (45 μm).

Apatitslig

$\geq 16,8 \% \text{ P}$ och $<1 \% \text{ Fe}_{\text{tot}}$.

INLEDNING

Undersökningen igångsattes i början av augusti förra året. Som utgångsmaterial användes ett 60-tons bulkprov vilket vid ankomsten var krossat till minus 300 mm. Provets medelhalter uppgick till 32 % Fe_{tot} , 1,3 % P och 0,46 % S.

Efter cirka två månaders laboratoriearbeten redovisades försöksituationen i en delrapport, 4621/1990-10-11 med titeln: "Anrikningsteknisk undersökning av magnetitmalm från Andørja". Det rapporterades därvid

- att schema och teknik för autogen malning av malmen hade framtagits
- att denna metod fungerat helt tillfredsställande då kvarnen chargerats med lika delar grovkrossad ($<300 \text{ mm}$) och finkrossad ($<20 \text{ mm}$) malm samt körts med magnetseparering i malkretsen
- att de magnetiska och gravimetriska separationskretsarna i "supersligsschemat" provkörts med framgång i pilot plant skala
- att bänkförsök indikerat att superslig av tillfredsställande renhet borde kunna tillverkas genom omvänd flotation och magnetseparering av det nedmalda "gravimetri-koncentratet" ($\leq 1 \% \text{ SiO}_2$)

MP, PO, CZ, bj

- att process utvecklats i bänkskala för tillverkning av apatitkoncentrat
- att förutsättningarna rent allmänt var goda att uppnå önskade produktionsresultat.

Försöksarbetena fortsattes därefter i pilot plant skala med provningar av processerna för apatit- och magnetitanrikningen. I anslutning härtil framställdes också större provposter av de ifrågasvarande slutprodukterna. På grundval av de härvid framkomna resultaten utformades ett flytschema vilket sedan presenterades i en teknisk rapport med titeln: 4621/1990-11-21 "Processschema för anrikning av apatitförande magnetitmalm från Andörja". För fullständighetens skull har en kopia av den rapporten bilagts föreliggande utredning (bilaga 14).

Den försöksredovisning som ingår i denna slutrapport avser följaktligen de studier som genomförts efter delrapporteringen den 11/10 1990. Här ingår också en del försök vilka ej hade analyserats eller bearbetats då delrapporten sammanställdes.

FÖRSÖKSPROGRAM

Undersökningen omfattar följande försök i pilot plant skala.

Försök 5. Autogen malning av en malmblandning bestående av en del grovkrossad (-300 mm) och en del finkrossad (-20 mm) malm efterföljd av separering på fem magnettrummor i serie för uttag av primärt magnetitkoncentrat.

Sulfidflotation av det primära koncentratet med K-amylxantat i sur pulp (H_2SO_4 till pH = 5,0 - 5,5) och därefter avslamning i hydrocyklon före gravimetrisk separation på skakbord.

Omcyklonering av magnetitslammet med uttag av under- resp överloppsprodukt för individuell magnetseparering (D. Davis Tube) för att utreda om någon av dessa produkter kan användas som pigment.

Försök 6. Samma schema som i försök 5 för anrikning av magnetiten med uttag av restprodukt från skakbord inkl finkornigt magnetitslam (överloppsprodukt från skakbordscyklon) för senare upparbetning till "heavy media" slig.

Utvinning av apatitkoncentrat ur omagnetiska produkter från magnetseparatorerna genom flotation. Flotationsschemat omfattade ett primärsteg för avskiljning av järnsulfider efterföljt av ett sekundärsteg för uttag av apatit. Det sistnämnda innehöll råflotation och två koncentratrepeteringar.

Apatitkoncentrat uppsamlades och levererades senare till Norsk Hydro för utvärdering.

MP PO CZ, bj

Försök 7 (A och B). Två pilotförsök med skakbordskoncentrat från försök 6 omfattande kulkvarnsmalning, P-rening (flotation av restapatit), SiO_2 -rening (aminflotation) och magnetseparering på två trummor i serie.

Försök 8. Pilotförsök omfattande kulkvarnsmalning till ~80 % minus 325 mesh och separering på tre seriekopplade magnettrummor för tillverkning av "heavy-media" slig av restprodukter från gravimetrikretsen.

Försök 9. Pilotförsök omfattande autogen malning och magnetseparering som i försök 5 men efterföljd av gravimetrisk separering i tre steg med Humphrey spiraler i steg 1 och 2 samt skakbord i steg 3.

Försök 10-11. Pilotförsök för framställning av superslig ur skakbordskoncentratet från försök 9. Flytschemat omfattade kulkvarnsmalning till 40-45 % minus 325 mesh efterföljd av S-flotation, P-flotation, SiO_2 -flotation (ej i försök 11) samt efterrening på två seriekopplade magnettrummor.

PROVTAGNING - ANALYSERING

Samtliga försök utförda i pilotanläggningen har gjorts till föremål för detaljerade provtagningar vilka omfattat uttag av såväl analys- som kapacitetsprover.

Ett jämförelsevis stort antal kemiska analyser har erfordrats för utvärdering av försöksresultaten. Analysprogrammet har omfattat bestämningar av Fe_{tot} , P, S och SiO_2 . Slutprodukterna, d v s supersligen, heavy-media sligen och apatitsligen har gjorts till föremål för fullständig kemisk analysering.

Med ledning av provtagningarna och de kemiska analyserna har fullständiga produktbalanser inkl gods- och vattenflöden beräknats.

RESULTAT

Försöksresultaten redovisas i nedanstående bilagor och efterföljande kommentarer.

Bilaga 1	Försök 5. Provning av flytschemat för autogen malning, magnetseparering och skakbordsseparering.
Bilaga 2-3	Försök 6. Pilotförsök för framställning av apatitslig.
Bilaga 4	Försök 7A-7B. Pilotförsök för studier av superslig-tillverkningen.
Bilaga 5	Försök 8. Pilotförsök för tillverkning av heavy-media slig.
Bilaga 6	Försök 9. Pilotförsök för studier av gravimetrisk anrikning i tre steg, spiraler o skakbord.
Bilaga 7-8	Försök 10-11. Pilotförsök för framställning av superslig.

MP PO CZ, bj

Bilaga 9	Data och resultat från malningar i autogenkvarn och kulkvarnar.
Bilaga 10	Sammanställning av sikt- och kornklassanalyser.
Bilaga 11-13	Fullständiga kemiska analyser av de tre sligerna.
Bilaga 14	Rapport 4621/1990-11-21 Processchema för anrikning
Bilaga 15	Produktdata för flotationsreagens ATRAC 857.

KOMMENTARER

Som framgick av tidigare delrapport (4621/1990-10-11) fungerade den autogena malningen av malmen i det skick den mottagits (krossad till -300 mm) ej på önskat sätt. Energiförbrukningen var hög, 40 kWh/t och malprodukten blev extremt finkornig. Tendens till ackumulering av kritiska stenar i kvarnen förelåg också.

För att förbättra malningsverkningsgraden krossades 50 % av ingående gods till minus 20 mm. Kvarnen matades följaktligen med lika delar krossgods och ursprunglig malm. Detta resulterade i att energiförbrukningen minskade till 18,0 kWh/t ingående malm.

För att ytterligare avlasta kvarnen och samtidigt reducera produktionen av komplexa halvkorn vilka kunde antas försämra möjligheten att tillverka högre magnetitkoncentrat inkopplades en magnetseparator i malkretsen. Den placerades efter kvarnen men före den hydrocyklon vilken kördes i slutet krets med kvarnen. Den magnetitförande produkten avmagnetiserades före cykloneringen.

Magnetseparatoringen i malkretsen påverkade ej energiförbrukningen vilken bestämdes till 18,2 kWh/t. En betydligt bättre nedmalning erhöles dock och detta resulterade i en finkornigare och renare magnetitprodukt i efterföljande magnetseparatoring. Magnetitproduktens d_{90} -värde minskade från 160 μm till 110 μm samtidigt som andelen gods minus 45 μm ökade med drygt 10 procentenheter. (Se F:2 och F:3 i bilaga 9 och 10).

Efter en del provkörningar (Försök 3-4) utfördes ett fullständigt pilotförsök med användning av detta autogenmalningssystem. Utöver malningen kördes också magnetseparatoring, sulfidflotation och skakbordsanrikning enligt flytschemat i bilaga 1. Det bör observeras att överloppsprodukten finsiktats ($\sim 150 \mu\text{m}$) för avskiljning och ommalning av halvkorn +150 μm .

Som framgår av resultatredovisningen i samma bilaga erhöles vid förseparatoringen 32,2 % magnetitprodukt (Magn 5) med halterna 63,6 % Fe, 0,2 % P, 0,3 % S och 7,9 % SiO_2 samt 67,8 % omagnetiskt, apatitförande gods med halterna 17,4 % Fe, 1,8 % P och 0,5 % S. Av malmens apatitinnehåll återstod 95 % i den sistnämnda produkten.

MP PO CZ, bj

Vid efterföljande sulfidflotation av magnetitprodukten avskildes en skumprodukt vars halter uppgick till 57,6 % Fe och 17,8 % S. Magnetitproduktens svavelhalt minskade därvid från 0,3 till 0,07 % S.

Av skakbordssepareringen framgick sedan att cirka en tredjedel av magnetiten kunnat anrikas till 70,3 % Fe och 1,1 % SiO_2 . Skakbordsresten utgjordes av ett magnetitförande gods med halterna 59,9 % Fe och 11,7 % SiO_2 .

Omcykloneringen av den finkorniga magnetitprodukt vilken avskilts före skakbordssepareringen resulterade i en tredjedel sekundär överloppsprodukt med halterna 64,6 % Fe och 5,9 % SiO_2 och två tredjedelar sekundär underloppsprodukt med halterna 68,4 % Fe och 3,0 % SiO_2 . Tanken var att endera av dessa eller bägge, efter omsorgsfull magnetseparering, skulle kunna ge högre magnetitpigment. Analysering av de två produkterna i Davis Tube visade dock att detta icke var möjligt. Som framgår av tabellen längst ned på bilaga 1 återstod 1,8 resp 1,2 % SiO_2 trots den grundliga separationen.

I nästföljande försök provades det anrikningsschema som tidigare utvecklats i bänkskala för anrikning av apatiten (se delrapport 4621/1990-10-11 sid 9 under rubriken "Anrikning av apatiten"). Den ommalning av flotationskoncentratet efterföljd av starkmagnetseparering som där omtalas visade sig dock ej behövas.

I anslutning till apatittillverkningen kördes även magnetitschemat med skakbordsseparering för uttag av produkter för senare tillverkning av superslig och heavy-media slig. Den totala körtiden uppgick till 22 timmar i det ifrågavarande försök 6. Det fullständiga flytschemat återfinns i bilaga 2.

Ingående till flotationen utgjordes av omagnetiska gods från de bägge magnetsepareringarna. De uppgick till totalt 67,8 % av ingående malm och innehöll 1,9 % P, 17 % Fe och 0,5 % S. Godsets finlek var k_{90} ~140 μm och ~60 % minus 45 μm .

Godsets sulfidinnehåll avskildes i det första flotationssteget med K-amyloxantat (40 g/t råmalm). Som skumbildare tillsattes DOW 250 (10 g/t råmalm). Flotationen utfördes i naturlig pulpmiljö vid pH = 8,2. Godsets svavelhalt minskade från 0,49 till 0,14 % S. Den avskilda sulfidproduktens halter uppgick till 56,6 % Fe och 30,5 % S. Övriga halter var 0,18 % Cu, 0,024 % Ni och 0,015 % Co.

Apatiten floterades därefter med Berol Nobels ATRAC857 (totalt ~250 g/t råmalm) vilket är ett högselektivt samlarreagens för apatit. Dextrin (130 g/t) tillsattes för tryckning av järnmineralen. Flotationen genomfördes i svagt alkalisk pulp (pH ~9,5). Natronlut (80 g NaOH/t råmalm) användes som pH-modifierande reagens.

MP PO CZ, bj

Apatitflotationen karaktäriserades av utmärkt funktion. Några störningar eller svängningar i processen noterades ej. Apatiten floterade villigt och var lätt att anrika till hög renhet. Under försökskörningen tillverkades av ursprungsmalmen 6,0 % apatitkoncentrat med halterna 17,2 % P, 0,8 % Fe och 0,03 % S. Drygt 75 % av malmens apatitinnehåll utvanns i denna form (bilaga 3).

Apatitsligens föroreningshalter av järn, magnesium och kadmium ligger på helt acceptabla nivåer. Halterna av klor och strontium är dock rätt höga, 0,23 % Cl och 0,55 % SrO. Övriga halter framgår av fullanalysen i bilaga 13.

Under försöket tillverkades också skakbordskoncentrat samt sekunda magnetitprodukt för senare framställningar av superslig och heavy-media slig. Följande data gäller för de två produkterna.

- Skakbordskoncentrat, 11,1 % med halterna 70,3 % Fe och 1,1 % SiO_2 .
- Sekunda magnetit, 19,6 % med halterna 62,4 % Fe och 9,9 % SiO_2 .

Vidareförädlingen av skakbordskoncentratet till superslig lyckades ej helt. Efter malning till k_{90} ~60 μm och ~70 % minus 45 μm och därefter P-flotation, SiO_2 -flotation samt magnetseparering återstod i det bästa försöket 0,29 % SiO_2 . Ungefär hälften av magnetiten hade därvid förlorats i SiO_2 -flotationens skumprodukt (F:7 bilaga 4). Fraktionsanalys av slutkoncentratet visade på anmärkningsvärt jämn fördelning av SiO_2 . I finfraktionerna hade förväntats betydligt lägre haltnivåer (bilaga 10).

Av höganrikningsförsöken framgick att ett rosafärgat glasklart mineral ej floterat med aminreagenset. En senare utförd mineralogisk analys vid NTH visade att mineralet var granat. De renkrossade granatpartiklarna avskildes dock i efterföljande magnetseparering, i vilken SiO_2 -halten minskade från 0,34 % till 0,29 %.

Anrikningen av den sekunda magnetitprodukten (62,4 % Fe) omfattade nedmalning med 6,3 kWh/t (1,2 kWh/t råalm) och magnetseparering i tre steg. Som framgår av bilaga 5 erhöles därvid en magnetitslig med halterna 67 % Fe och 4,5 % SiO_2 (fullanalys se bilaga 12). Sligens finleksdata var 79,4 % minus 45 μm (325 mesh).

För att åstadkomma en superslig med en SiO_2 -halt mindre än 0,25 % krävdes uppenbarligen att den gravimetriska² försepareringen drevs till högre renhet. För att prova om så var fallet utökades gravimetrikretsen med två spiraler i serie före skakbordet (flytschema i bilaga 6). Som framgår av flytschemat utfördes den autogena malningen inklusive magnetsepareringen på samma sätt som tidigare. Sulfidflotationen utlämnades däremot eftersom den ej haft avsedd effekt i tidigare försök vid den ifrågavarande godsfinleken.

MP PO CZ. bJ

Av resultatredovisningen i bilaga 6 framgår att SiO_2 -halten minskar till 4,9 % på spiral 1, till 1 % på spiral 2 och slutligen till <0,5 % på skakbordet. Den sektionerade provtagningen av skakbordskoncentratet visar att drygt hälften utgörs av högren magnetit med en SiO_2 -halt mindre än 0,25 %.

Det skakbordskoncentrat som togs tillvara för senare superslig-tillverkning uppgick till 6,9 % med halterna 71,5 % Fe och 0,27 % SiO_2 .

Malningen av skakbordskoncentratet reducerades från tidigare 70 % till 40 resp 45 % minus 45 μm . Malningsenergin minskade därvid till 2,8 - 3,0 kWh/t (~0,2 kWh/t råmalm). Efter en process innehållande S-flotation, P-flotation, SiO_2 -flotation samt magnetseparering återstod 93,2 % (~6 % av ursprunglig råmalm) med halterna 71,5 % Fe, 0,21 % SiO_2 samt 0,006 % av resp P och S. Som framgår av fullanalys av sligen (bilaga 11) innehåller den låga halter av Mn och V. TiO_2 -halten är dock anmärkningsvärt hög, 0,41 %.

Den erhållna supersligen uppvisar en mycket samlad partikelstorleksfördelning med jämförelsevis ringa mängd gods mindre än 45 μm (32 %). Avnämarna accepterar dock normalt uppemot 55 % < 45 μm . Om skakbordskoncentratet därför mals något finare före slutanrikningen borde det vara möjligt att åstadkomma en ännu renare superslig. Utöver en lägre SiO_2 -halt torde därvid också S- och P-halterna kunna reduceras till <0,005 %. Med något finare förmalning kan man troligen slopa aminflotationen i vilken man gör den största magnetitförlusten, 5,5 % mot 0,2 resp 0,9 % i S- resp P-flotationerna samt 0,2 % i magnetsepareringen.

SLUTSATSER

Av försöksresultaten har framgått att uppställda produktionsmål kan uppnås vid anrikning av malm av den sammansättning som gjorts till föremål för undersökningen. Till det flytschema över processen som tidigare presenterats i en separat rapport kan följande kommentarer göras.

Autogen malning

Optimalfördelningen grovkrossad - finkrossad råmalm i ingående gods till kvarnen har ej kunnat utredas inom ramen för denna studie. Det är möjligt att efterföljande processer, gäller även apatitflotationen, kan tåla en något grövre nedmalning. Detta uppnås genom att öka andelen krossgods -20 mm till >50 % i den malm som kvarnen chargerats med.

Kontrollsiktnings av överloppsprodukten från kvarncyklonen för avskiljning av magnetitförande halvkorn är sannolikt av vital betydelse.

MP PO CZ, b]

Energiförbrukningen har uppgått till 18 kWh/t råmalm då autogenkvarnen chargerats med lika delar grovkrossad (<300 mm) och finkrossad (<20 mm) malm. Den cirkulerande kvarnbelastningen i form av underloppsprodukt från hydrocyklonen och grovt från kontrollsikten har legat omkring 225 %. Därav utgörs ~5 procentenheter av överkorn +0,15 mm från sikten.

Apatitflotationen

Till en början antogs det vara nödvändigt att kombinera flotationsprocessen med starkmagnetisk separation för att uppnå en tillräckligt järnfri (<1 % Fe_{tot}) apatitslig. Försöket i pilotplant visade dock att man genom kontrollerad tillsats av samlarreagenset (ATRAC 857) fick de svårt järnsmittade partiklarna att avskiljas i flotationsavgången.

Det bör i detta sammanhang framhållas att högselektivt reagens av typ A 857 sannolikt erfordras om man skall nå fram till en högvärdig apatitprodukt. Om det är möjligt att prestera samma resultat med billigare produkter såsom omättade fettsyror bör visserligen utredas men chansen att lyckas torde vara mycket liten.

Superslig

En förutsättning för att lyckas med sligkvaliteten är att magnetitens SiO₂-halt nedbringas till en nivå <0,5 % i det gravimetriska processteget. Kombinationen två-stegs spiralseparering efterföljd av slutrening på skakbord synes härvidlag vara den teknik man bör planera för.

Helt optimala processbetingelser för höganrikningssteget har ej åstadkommits vid försöken i pilotanläggningen. Det torde sålunda vara fördelaktigt att mala skakbordskoncentratet finare till omkring 50-55 % minus 45 µm och därefter utföra P- och S-flotation följt av magnetseparering. I en kommersiell anläggning bör man dock ha en viss reservkapacitet i flotationsavdelningen så att man på grund av variationer i malmråvaran vid behov också kan flotera magnetiten med avseende på SiO₂.

Heavy-media slig

Restmagnetiten från supersligprocessen kan utan problem anrikas till >67 % Fe om den mals i kulkvarn till cirka 80 % minus 45 µm före magnetsepareringen. I malsteget kommer härvid att förbrukas cirka 6,5 kWh/t, d v s 1,2 kWh/t råmalm.

MP PO CZ, bj

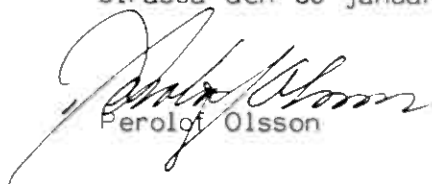
PROVLEVERANSER

Till Norsk Hydro, Porsgrunn 550 kg apatitslig 901025.

Till Norges Tekniska Högskola, Johannes Søyland

- | | |
|-------------------------|--------|
| a) 52 kg apatitslig | 901212 |
| b) 28 kg järnmalmsslig | 901212 |
| c) 150 kg järnmalmsslig | 910109 |
| d) 33 kg järnmalmsslig | 910118 |

Stråssa den 30 januari 1991



Per Olof Olsson

Christer Zedig

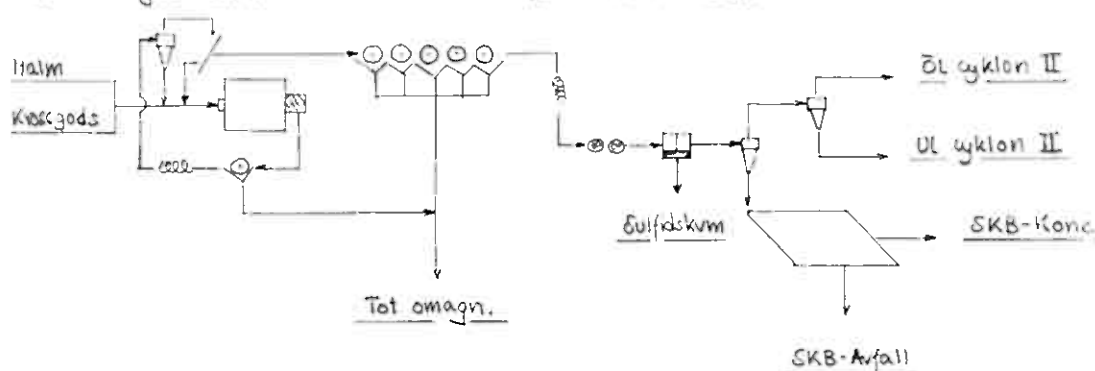
Försök 5

Sammanställning av data och resultat från pilotförsök

Försöksmaterial

50% Andöja malm - 300 mm + 50% Krossad malm - 20 mm.

Behandlingschema



Resultat

Process- steg	Produkter	Vikt- %	Halt - %				Förd. - %		Kapaciteter kg/h				Vikt- fast. gods
			Fe _{tot}	P	SiO ₂	S	Fe _{tot}	P	Gods	Pulp	Vatten	Tillsats- vatten	
Malning	Jng malmbländn.	100.0	32.3				100.0	100.0	595	595			100.0
	Grovt spaltisikt	11.1	36.6				12.6		66	138			47.7
	ÖL kvarncyklon	221.8	48.6				334.0		1320	1652			79.9
	Jng autogenkvarn	332.9	43.3				446.6		1981	2895		510	68.4
Primär magn. sep.	Utg autogenkvarn	332.9	43.3				446.6		1981	3519		624	56.3
	Primärmagn.	288.5	47.3				422.8		1717	2662			64.5
	Primäromagn.	44.4	17.3				23.8		264	857			30.8
Hydrocycl. av primär magnetit	Jng kvarncyklon	288.5	47.3				422.8		1717	2976		314	57.7
	ÖL kvarncyklon	66.7	43.0				88.8		397	1324			30.0
	UL kvarncyklon	221.8	48.6				334.0		1320	1652			79.9
Siktning av ÖL kvarn- cyklon	Jng spaltsikt	66.7	43.0				88.8		397	1324			30.0
	Fint spaltsikt	55.6	44.2				76.2		331	1186			27.9
	Grovt spaltsikt	11.1	36.6				12.6		66	138			47.7
Hagn. sep. av fint sikt	Jng magn. sep. 1-5	55.6	44.2				76.2		331	1186			27.9
	Hagn. 3	—	63.0				—		—	—			—
	Hagn. 5	32.2	63.6	0.20	7.9	0.29	63.4	5.0	192	568		2100	33.8
	Ölmagn. 1-5	23.4	17.6				12.8		139	2718			5.1
Sulfidflot av magn. 5	Jng blandare 1)	32.2	63.6	0.20		0.29	63.4		192	568			33.8
	Sulfidskum	0.4	57.6			17.8	0.7		3	57			5.3
	Utg sulfidflot.	31.8	63.7			0.072	62.7		189	511			37.0
Hydrocycl. av utg sulf- idflotation	Jng cyklon I	31.8	63.7	0.21	7.9	0.072	62.7		189	1261		750	15.0
	ÖL cyklon I	1.2	67.1	0.17	4.0	0.11	2.5		7	209			0.9
	UL cyklon I	30.6	63.5	0.21	8.0	0.071	60.2		182	452			40.3
Hydrocycl. av ÖL cykl. I	Jng cyklon II	1.2	67.1	0.17	4.0	0.11	2.5		7	809			0.9
	ÖL cyklon II 2)	0.4	64.6	0.27	5.9	0.14	0.8		2	666			0.3
	UL cyklon II 2)	0.8	68.4	0.11	3.0	0.093	1.7		5	143			3.5
SKB-avfall av UL cykl. I.	Jng Skalbord 3)	30.6	63.5	0.21	8.0	0.071	60.2		182	452			40.3
	SKB-Konc.	10.6	70.3	0.068	1.1	0.034	23.1		63	158		2250	39.2
	SKB-avfall	20.0	59.9	0.29	11.7	0.094	37.1		119	2544			4.7
	Primär omagn.	44.4	17.3				23.8		264	857			
	Omagn. 1-5	23.4	17.6				12.8		139	2718			
	Tot Omagn.	67.8	17.4	1.8	—	0.50	36.6	95.0	403	3575			11.3
	Jng malm Ber. Anal.	100.0	32.3 31.9	1.29 1.3	—	0.43 0.46	100.0	100.0	595	—	—	6548	—

1) Reagens g/t råmalm : KAX 34 g/t, H₂SO₄ 222 g/t, Dowfroth 250 13 g/t. pH ing. flot 5.0, utg. flot 5.5

2) Hagn. sep. på Davis Tub

3) Provtagn. av delkoncentrat på skalbord (Ack)

Produkter	Vikt- %	Halt - %			
		Fe _{tot}	P	SiO ₂	S
ÖL cyklon II Hagn. DT	91.9	49.4	0.039	1.8	0.094
UL cyklon II Hagn. DT	95.9	70.4	0.040	1.2	0.075

Produkter	Vikt- %	Halt - %			
		Fe _{tot}	P	SiO ₂	S
SKB-Konc 1	3.9	70.4	0.058	1.0	0.024
" " 1-2	6.9	70.2	0.061	1.2	0.026
" " 1-3	9.2	70.3	0.062	1.1	0.027

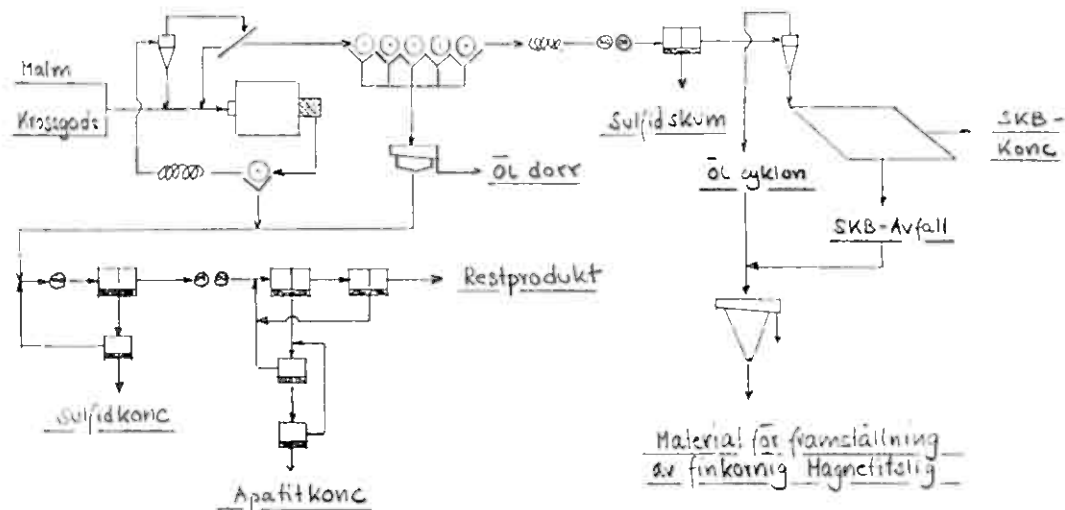
Försök 6

Sammanställning av data och resultat från pilotförsök för framställning av apatitkoncentrat.

Försöksmaterial

50% Andråja malm - 300 mm + 50% krossad malm - 20 mm.

Behandlingschema



Resultat

Process-steg	Produkter	Vikt-%	Halt-%				Förd-%		Kapacitetar kg/h				Vikt-% fast gods
			Fe tot	P	SiO ₂	S	Fe tot	P	Gods	Pulp	Vatten	Tillförs-vatten	
Malning	Jng malmblandn.	100.0	32.1	1.36			100.0		599	599	—		100.0
	Grovt spaltsikt	4.5	36.4				5.1		27	69	42		39.3
	Öl kvarncyklor	213.5	51.1				340.1		1279	1603	324		77.8
	Jng autogenkvarn	318.0	44.9				445.2		1905	2796	291	525	68.1
Primär magn. sep.	Utg autogenkvarn	318.0	44.9				445.2		1905	3306	1401	510	57.6
	Primär magn.	269.6	49.9				419.9		1615	2376	781		67.4
	Primär omagn.	48.4	16.8	1.8		0.45	25.3	64.1	290	910	620		31.9
Hydrocykl. av primär magnetit	Jng kvarncyklor	269.6	49.9				419.9		1615	2696	1021	300	57.9
	Öl kvarncyklor	56.1	45.6				79.8		336	1093	757		30.7
	Öl kvarncyklor	213.5	51.1				340.1		1279	1603	324		79.8
Siktning av Öl kvarncyklor	Jng spaltsikt	56.1	45.6				79.8		336	1093	757		30.7
	Fint spaltsikt	51.6	46.4				74.7		27	69	42		39.3
	Grovt spaltsikt	4.5	36.4				5.1		309	1024	715		30.2
Magn. sep. av fint sikt	Jng magn sep 1-5	51.6	46.4	0.15		0.41	74.7	35.9	309	1024	715		30.2
	Magn 5	31.2	65.0	0.19	6.8	0.29	63.3	4.4	187	412	225	1500	45.4
	Omagn 1-5	20.4	17.8	2.1		0.58	11.4	31.5	122	2112	1990		5.8
Sulfid flot av magn 5	Jng blandare 1-2	31.2	65.0	0.19	6.8	0.29	63.3	4.4	187	412	225		45.4
	Sulfid skum	0.5	52.7	0.19		16.0	0.8	0.1	3	77	74		3.9
	Utg sulfid flot.	30.7	65.2	0.19		0.034	62.5	4.3	184	335	151		54.9
Hydrocykl. av utg sulfid flot.	Jng cyklor	30.7	65.2	0.19	6.7	0.034	62.5	4.3	184	1085	901	750	17.0
	Öl cyklor	1.3	66.3	0.19	4.9	0.044	2.7	0.2	8	679	671		1.2
	Öl cyklor	29.4	65.2	0.19	6.8	0.033	59.8	4.1	176	406	230		43.4
SKB-anrikn. av Öl cyklor	Jng skakbord	29.4	65.2	0.19	6.8	0.033	59.8	4.1	176	406	230		43.4
	SKB-Konc	11.1	70.3	0.062	1.1	0.017	25.4	0.5	66	168	102	2250	39.4
	SKB-Avfall	18.3	62.1	0.27	10.2	0.094	35.4	3.6	110	2488	2378		4.4
	Öl cyklor	1.3	66.3	0.19	4.9	0.044	2.7	0.2	8	679	671		1.2
	SKB-Avfall	18.3	62.1	0.27	10.2	0.094	35.4	3.6	110	2488	2378		4.4
	S:a Material för finkorn. Magnetitlig	19.6	62.4	0.26	9.9	0.043	38.1	3.8	118	3167	3049		3.7
Förtyckn. av omagn. 1-5	Jng dorr förtyck.	20.4	17.8	2.1		0.58	11.4	31.5	122	2112	1990		5.8
	Öl dorr	1.0	17.6	2.1		0.48	0.6	1.6	6	1678	1672		0.4
	Öl dorr	19.4	17.9	2.1		0.59	10.8	29.9	116	434	318		26.7

Forts. på nästa bilaga

- Försök 6.

Fortsättning från föregående bilaga

Process- steg	Produkter	Vikt- %	Halt - %				Förd - %		Kapaciteter kg/h				Vikt- % fast gods
			Fe tot.	P	SiO ₂	S	Fe tot.	P	Gods	Pulp	Vatten	Tillagst- vatten	
Jng Apatitflotation	Primärsmagn Utdorr	48.4 19.4	16.8 17.9	1.8 2.1		0.45 0.59	25.3 10.8	64.1 29.9	290 116	910 434	620 318		31.9 26.7
	S:a Smagn. till flot.	67.8	17.1	1.89		0.49	36.1	94.0	406	1344	938		30.2
Sulfidrå- flotation	Omagn	67.8	17.1	1.89		0.49	36.1	94.0	406	1344	938		30.2
	S-Returgods	1.8	20.7	2.1		4.1	1.2	2.8	11	190	179		5.8
	Jng blandare 3	69.6	17.2	1.99		0.58	37.3	96.8	417	1534	1117		27.2
	S-råkonc Utg. S-flotation	2.6 67.0	31.8 16.8	1.6 1.9		12.5 0.14	2.6 34.7	3.0 93.8	16 401	203 1331	187 930		7.9 30.1
Sulfidrepe- tering	Sulfid konc ¹⁾	0.8	56.6	0.40		30.5	1.4	0.8	5	13	8		36.9
	S-Returgods	1.8	20.7	2.1		4.1	1.2	2.8	11	190	179		5.8
Apatitrå- flotation	Utg blandare 4-5	67.0	16.8	1.9		0.14	34.7	93.8	401	1331	930		30.1
	Scav. konc	5.7	9.4	8.5			1.7	35.6	34	140	106		24.3
	Returgods 1	6.4	6.0	10.8			1.2	50.8	38	309	271		12.3
	Jng. Apatitråflot.	79.1	15.3	3.1			37.6	180.2	473	1780	1307		26.6
Scavenger- flotation	Råkonc	12.4	3.5	13.9			1.3	126.7	74	192	118		38.5
	Hellanprodukt	66.7	17.4	1.1			36.3	53.5	399	1588	1189		25.1
	Scavenger konc	5.7	9.4	8.5			1.7	35.6	34	140	106		24.3
	Restprodukt	61.0	18.2	0.40		0.15	34.6	17.9	365	1448	1083		25.2
Apatit- repetering ¹⁾	Råkonc	12.4	3.5	13.9			1.3	126.7	74	192	118		38.5
	Returgods 2	4.8	2.5	15.0			0.4	52.9	29	269	240		10.7
	Jng. Rep 1	17.2	3.2	14.2			1.7	179.6	103	461	358		22.3
Apatit- repetering ²⁾	Konc 1	10.8	1.6	16.2			0.5	128.8	65	152	87		42.8
	Returgods 1	6.4	6.0	10.8			1.2	50.8	38	309	271		12.3
	Jng Rep 2 - Konc 1	10.8	1.6	16.2			0.5	128.8	65	347	222	195	18.7
	Konc 2 - Apatitkonc	6.0	0.8	17.2		0.026	0.1	75.9	36	78	42		46.1
	Returgods 2	4.8	2.5	15.0			0.4	52.9	29	269	240		10.8
	Jng Halm Ber. Anal.	100.0	32.1 31.9	1.36 1.3	—	0.43 0.46	100.0	100.0	599	—	—	6030	—

¹⁾ 0.18% Cu, 0.024% Ni, 0.015% Co.

Flotationsdata

Process- steg	Tillföresätälle	Volym L	Bländel (flot.tid min ²)	pH	Reagens g/t råmalm					
					KAX	ATRAc	DEXTRIN	H ₂ SO ₄	NaOH	Dow 250
Sulfidflot av magn S	Blandare 1	25	5.7	5.0				230		
	" " 2	25	5.7		34					
	Råapparat	2-40	18.3	5.4						16
Sulfidflot. av tot omagn.	Blandare 3	25	1.4	8.2	40					
	Råapparat	2-40	4.5	8.2						10
	Repeterar	40	2.2	8.2						
Apatitflot av tot omagn	Blandare 4	25	1.4	9.5			130		80	
	" " 5	25	1.4			180				
	Råapparat	2-40	4.5	9.4						
	Scav. apparat	2-40	4.5	9.0		62				
	Repeterar 1	40	2.2	8.7						
	" " 2	40	2.2	8.5						
2) Ber på ing rågods				Tot.	74	242	130	230	80	26

²⁾ Ber på ing rågods

Diverse data från övriga försök

Försök 4. Pilotförsök för studier av skakbordsanrikning av magn. 5

Behandlingsschema Som försök 3.

Resultat

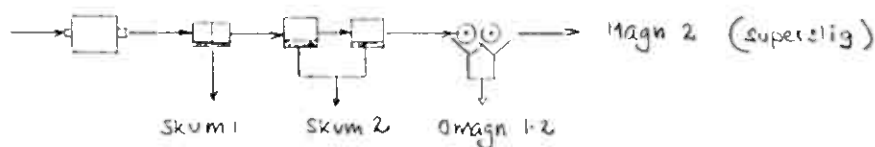
Process- steg	Produkter	Vikt- %	F _{tot} - %	
			Halt	Förd.
Autogen- malning och magn. 5	Jng malmblandn. Ber. Anal.	100.0	32.0 31.9	100.0
	Magn. 5	32.8	61.6	63.1
	Tot Omagn	67.2	17.6	36.9
SKB-Anrikn- ing av magn. 5	Jng. skakbord	32.8	61.6	63.1
	SKB-Konc 1	8.6	69.4	18.6
Sektionerad provtagning av SKB-Konc	- - - 1-2	15.2	69.2	32.8
	- - - 1-3	18.0	68.5	38.5
	- - - 1-4	20.2	68.5	43.2
	- - - 1-5	21.9	68.5	46.9
	SKB-Avfall	10.9	47.7	16.2

Försök 7A-B

Pilotförsök för studier av flotationsanrikning vid tillverkning av superslig skakbordskoncentrat från försök 6

Försöksmaterial

Behandlingsschema



Försök 7A

Produkter	Vikt- %	SiO ₂ - %		kg/h	Vikt-% fastgods	Tillsats - ställe	Volym L	Flottid min	pH	Reagens g/t mg.			
		Halt	Förd.							Jarocid	Dalit	Donnan	NaOH
Jng. Kulkvarn ¹⁾	100.0	1.1	100.0	98	66.6	Kvarn						420	305
Jng Apatitflot	100.0			98	40.8	Pump			10.6	195			
Apatithaltigt skum	1.6			~ 2	7.7	Röapp.	2x7.5	5.6	10.0		184		
Utg. Apatitflot	98.4			96	43.8	Pump							
Jng Silikatflot.	98.4	1.1	—	96	31.7	Röapp. 1	25	9.2	10.0				
Silikathaltigt skum	50.2			49	23.2	pump					61		
Utg Silikatflot.	48.2	0.34	14.9	47	29.7	Röapp. 2	25	9.2	9.7				
Jng Magn. sep	48.2	0.34	14.9	47	10.3								
Magn. 2	48.1	0.29	12.7	47									
Omagn 1-2	~ 0.1	—	2.2	~ 1						5.2	195	245	420 305

¹⁾ Utg kvarn magn Davis tub = 0.47 % SiO₂

Försök 7B

Jng Kulkvarn	100.0	1.1	100.0	99	65.1	Kvarn						409	21
Jng Apatitflot	100.0			99	39.3	Pump			10.5	224			
Apatithaltigt skum	3.6			3	8.3	Röapp.	2x7.5	5.2	10.1		170		
Utg. Apatitflot.	96.9			96	44.5	pump							
Jng Silikatflot.	96.9	1.1	—	96	32.0	Röapp. 1	25	8.7	10.1				
Silikathaltigt skum	41.5		77.2	41	36.0	pump					42		
Utg Silikatflot	55.4	0.46	23.2	55	29.6	Röapp. 2	25	8.7	9.6				
Jng magn. sep	55.4	0.46	23.2	55	11.3								
Magn. 2	55.3	0.38	19.1	~ 1	52.7								
Omagn 1-2	~ 0.1	—	4.1	55	—					5.2	224	217	409 217

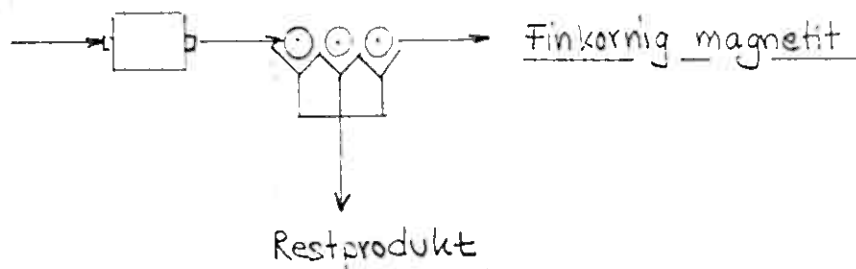
Försök 8.

Data och resultat från malning och magnetseparation vid tillverkning av finkornig magnetitslig

Försöksmaterial

Ö-lopp cylindern + Skakbordsavfall från försök 6

Behandlingsschema



Resultat

Produkter	Vikt - %		Fe tot %	Fe-förd. %		Kapaciteter kg/h				Vikt-% fast gods
	Sep.	Tot.		Sep.	Tot.	Gods	Pulp	Vatten	Tillsats vatten	
Utg. Kulkvarn	100.0	19.6	62.4	100.0	38.1	331	520	189	160	63.6
Ing. magn. sep.	100.0	19.6	62.4	100.0	38.1	331	1120	789	600	29.6
Magn. 1			66.2						810	
2			66.6							
3 1)	90.4	17.7	67.0	97.1	37.0	299	791	492		37.8
Omagn 1-3	9.6	1.9	19.0	2.9	1.1	32	1139	1107		2.8
Ing. gods Ber. Anal.	100.0	19.6	62.4	100.0	38.1	331	360	29	1570	92.0

1) Fullständig kemisk analys, se bilaga

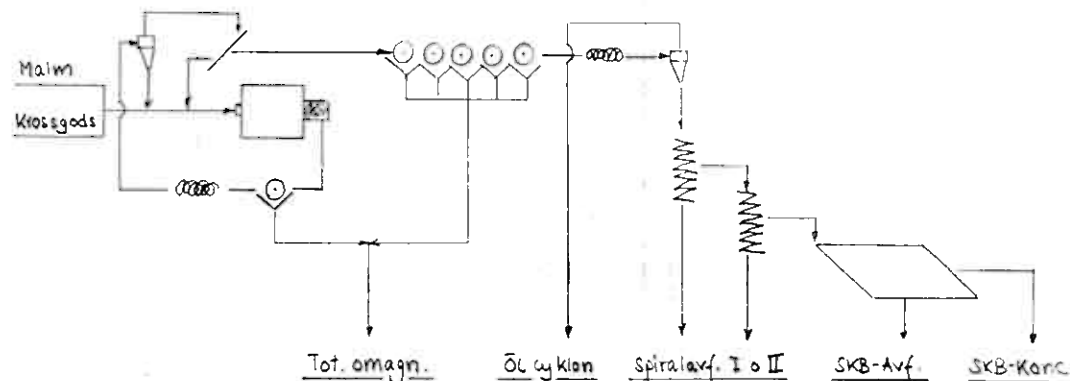
Försök 9

Sammanställning av data och resultat från pilotförsök för framställning av material för superslig tillverkning.

Försöksmaterial

50 % Andörja malm - 300 mm - 50 % krossad malm - 20 mm.

Behandlingsschema



Resultat

Process-steg	Produkter	Vikt-%	Halt - %				Fe-förd %	Kapaciteter Kg/h				Vikt / fact gods
			Fe _{tot.}	P	SiO ₂	S		Gods	Pulp	Vatten	Tillsats-vatten	
Magn sep av mal-produkten	Jng. malmblandn.	100.0	32.1				100.0	601			2800	
	Magn. 5	31.4	64.3				63.0	189	466	277		40.6
	Tot. omagn.	62.6	17.3				37.0	412	2935	2523		14.0
Cylonsring av magn. 5	Jng. cyklon	31.4	64.3				63.0	189	1216	1027	750	15.5
	Öl cyklon	1.3	66.1				2.7	8	745	737		1.1
	Ul cyklon	30.1	64.2		7.6		60.3	181	471	290		38.4
Spiral sep av Öl cyklon i 2 steg	Jng. Spiral I	30.1	64.2				60.3	181	1071	890	600	16.9
	Konc I	13.8	66.7		4.9		28.8	83	327	244	1500 ¹⁾	25.4
	Spiralavf. I	16.3	62.1				31.5	98	2244	2146		4.4
	Jng. Spiral II	13.8	66.8				28.8	83	927	844	600	9.0
	Konc II	9.7	70.7		1.0		21.4	58	275	217	1500 ¹⁾	21.1
	Spiralavfall II	4.1	57.5				7.4	25	2152	2127		1.2
	Spiralavfall I + II	20.4	61.2				38.9	123	4396	4273		2.8
	Jng. Skakbord	9.7	70.7				21.4	58	275	217		21.1
	SKB - konc 1-7	6.9	71.5		0.27		15.4	41	160	119	2075 ¹⁾	25.6
Skakbords-anrikn. av spiralkonc II	SKB - Avfall	2.8	68.7				6.0	17	2190	2173		0.8
	Jng. Skakbord	9.7		0.032	0.92	0.095						
	SKB - konc 1+2	0.8		0.007	0.20	0.019						
	" " 3	1.0		0.008	0.21	0.019						
	" " 4	1.2		0.009	0.22	0.021						
	" " 5	1.7		0.012	0.26	0.023						
	" " 6	1.0		0.015	0.30	0.029						
	" " 7	0.8		0.017	0.33	0.033						
	" " 8	1.7		0.026	0.49	0.050						
	" " 9	1.2		0.067	1.8	0.21						
Delprov-tagning av skakbordets koncentrat	SKB - konc 1-9	9.4		0.021	0.49	0.052						
	Öl cyklon	1.3	66.1				2.7	8	745	737		
	Spiralavfall I o II	20.4	61.2				38.9	123	4396	4273		
	SKB - Avfall	2.8	68.7				6.0	17	2190	2173		
	Ssa material för finkorn. magnetitlig	24.5	62.3				47.6	148	7331	7183		2.0
	Jng. Malm Ber. Anal.	100.0	32.1	1.3	1	0.46	100.0	601	—	—	9825	—
			31.9									

1) Spolvatten

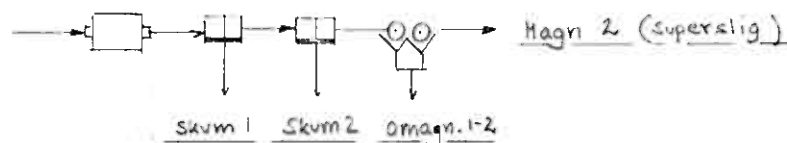
Försök 10-11.

Sammanställning av data och resultat från pilotförsök för framställning av superslig

Försöksmaterial

Skalbordskoncentrat från försök 9.

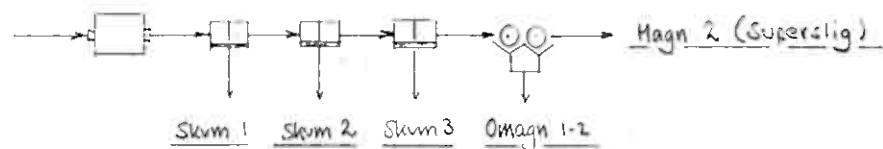
Behandlingsschema
Försök 10



Resultat

Produkter	Vikt-%	Halt - %				Förd. - %			Kapaciteter kg/h				Vikt % fast gods
		P_{tot}	P	SiO ₂	S	P	SiO ₂	S	Gods	Pulp	Vatten	Tillvals-vatten	
Jng. kul kvarn	100.0	71.3	0.016	0.33	0.031	100.0	100.0	100.0	99	153	54	50	67.6
Jng. Sulfidflot.	100.0		0.016	0.33	0.031	100.0	100.0	100.0	99	252	153	99	39.3
Sulfidhaltigt skum	0.2				10.8	0.2	~0.2	70.7	<1	31	31		~0.5
Utg Sulfidflot.	99.8				0.009	99.8	99.8	29.3	99	221	122		44.9
Jng. Apatitflot.	99.8		0.016		0.009	99.8	99.8	29.3	99	221	122		44.2
Apatithaltigt skum	0.8		1.13		0.25	56.5	~0.2	6.6	<1	16	15		5.2
Utg Apatitflotation	99.0		0.007	0.33	0.007	43.3	99.6	22.7	98	205	107		47.8
Jng magn sep.	99.0					43.3	99.6	22.7	98	505	407	300	19.4
Magn 2 - Superslig	98.8	71.4	0.007	0.24	0.007	43.2	71.8	22.6	98	419	321	300 ¹⁾	23.4
Omagn. 1-2	0.2		—	45.8	—	0.1	27.8	0.1	<1	386	326		<0.1
Jngående Ber. Anal.	100.0	71.3	0.016	0.33	0.031	100.0	100.0	100.0	99	103	4	749	96.2

Behandlingsschema
Försök 11



Resultat

Jng. kul kvarn	100.0	71.3	0.017	0.32	0.031	100.0	100.0	100.0	100	154	54	50	67.6
Jng. Sulfidflot	100.0		0.017	0.32	0.031	100.0	100.0	100.0	100	234	154	100	39.4
Sulfidhaltigt skum	0.2				11.1	0.2	~0.2	70.6	<1	27	27		~0.6
Utg Sulfidflotation	99.8				0.009	99.8	99.8	29.4	100	227	127		44.1
Jng. Apatitflot.	99.8		0.017		0.009	99.8	99.8	29.4	100	227	127		44.1
Apatithaltigt skum	0.9		1.12		0.22	60.3	~0.6	6.3	<1	17	16		5.3
Utg Apatitflotation	98.9		0.007	0.32	0.007	39.5	99.2	23.1	99	210	111		47.1
Jng Silikatflot	98.9		0.007	0.32	0.007	39.5	99.2	23.1	99	306	207	96	32.4
Silikathaltigt skum	5.5	69.7	0.018	0.96	0.030	5.9	16.5	5.2	55	46	40		12.0
Utg Silikatflotation	93.4		0.006	0.12	0.006	33.6	82.7	17.9	93.5	260	167		35.7
Jng magn sep	93.40		0.006	0.28	0.006	33.6	82.7	17.9	93.5	560	467	300	16.7
Magn 2 - Superslig	93.25	71.5	0.006	0.21	0.006	33.5	61.2	17.8	93.5	370	277	300 ¹⁾	25.3
Omagn. 1-2	0.15		—	45.8	—	0.1	21.5	0.1	<1	490	490		<0.1
Jngående Ber. Anal.	100.0		0.017	0.32	0.031	100.0	100.0	100.0	100	104	4	846	95.7

¹⁾ Spolvatten

Försök 10-11.

Fortsättning från föregående bilaga

Flotationsdata

Process- steg	Tillsatsetälle	Volym L	Flot- tid i min	pH		Reagens g/t ing. SKB-Konc											
				F:10	F:11	Försök 10					Försök 11						
						KAX	Safacid	DB14	Dextrin	NaOH	Dow 250	KAX	Safacid	DB14	Dextrin	NaOH	Dow 250
Spövelren- ing	Kulkvarn pump Råapparat	2x7.5	5.2	8.6	8.6	99					144	108					126
Fosforren- ing	Utg. Sulfid flot. pump Råapparat	2x7.5	5.2	10.6	10.6		249		390	180			252		405	168	
Siliket- vening	Pump Råapparat	25 ¹⁾	8.6 ¹⁾	1	9.9 9.7								156				
1) Endast försök 11		Totalt				99	249	—	390	180	144	108	252	156	405	168	126
		Reagens g/t råmaln				7	17	—	27	12	10	8	17	11	28	12	9

Resultat av Davis tub analyser på produkter från pilotförsöken

För- sök	Behandlad produkt	Produkt	Vikt %	Halt - %			Förd - %		
				P	SiO ₂	S	P	SiO ₂	S
10	Utg. Kul- kvarn	Magn. DT	99.2	0.009	0.24	0.015	55.2	72.1	48.0
		Omagn. DT	0.8						
		Jng.	100.0	0.016	0.33	0.031	100.0	100.0	100.0
11		Magn. DT	99.2	0.009	0.23	0.014	59.5	71.3	44.8
		Omagn. DT	0.8						
		Jng.	100.0	0.015	0.032	0.031	100.0	100.0	100.0
10	Magn. 2 (Superslig)	Magn. DT	99.4	0.006	0.24	0.006	85.2	—	85.2
		Omagn. DT	0.6						
		Jng.	100.0	0.007	0.24	0.007	100.0	100.0	100.0
11		Magn. DT	99.6	0.006	0.21	0.006	99.6	99.6	99.6
		Omagn. DT	0.4						
		Jng.	100.0	0.006	0.21	0.006	100.0	100.0	100.0

ANVÄNDNINGEN AV MAGNETIT MALM FRÅN AULZHA

Sammanställning av data och resultat från autogen- och kulkvärnsmalningarna

Kvarndata		Autogen kvarn	Kulkvärn 1 ¹⁾	Kulkvärn 2 ²⁾
Dimensioner	mm	∅ 1410 x 1200	∅ 600 x 900	∅ 400 x 600
Varvtal	r/min	24	36	
Varvtal	% av kritiska	70	66	79
Verkningsgrad utmaling	%	70	67	50
		gavelplattor med 4x15 mm öppn.	centrum	centrum
Spaltstekt	mm	0.15		
Hydrocyklon	typ	2 ^a Hosley		
Underloppsöppn.	mm	9		
Överloppsöppn.	mm	15		
Kvarnfyllnad	sort	malm	Kulor ∅ 30 mm	Kulor ∅ 20 mm
Kvarnfyllnad	kg	785	480	Förbruk 10, 60 kg ... 11, 75 kg

Malningsdata		Autogen kvarn						Kulkv. 1		Kulkvärn 2	
		F:1	F:2	F:3	F:4	F:5	F:6	F:7	F:8	F:10	F:11
Malning	kg/h	463 ³⁾	600	598	594	595	599	601	331	99	100
Malningstid	h	2.4	4.5	3.7	3.2	6.6	22.1	19.2	2.0	2.5	2.6
Underloppsöppn.	mm		1184	1085	4)	1320	1279	4)			
Grovt skt	kg/h					66	27				
Tot kvarnreor	kg/h		1184	1085		1386	1905				
Tot kvarnreor	% av inmat		197.3	181.4	~190	232.9	218.0	~220			
Kvarnenrugi	kwh brutto	34.6	69.3	57.7	49.3	103.0	367.4	299.5	6.24	1.37	1.56
Kvarneffekt	kwh brutto	14.4	15.4	15.6	15.4	15.6	16.4	15.6	3.12	0.55	0.60
Kvarneffekt	kwh netto	10.1	10.8	10.9	10.8	10.9	11.5	10.9	2.09	0.28	0.30
Energiförbrukn.	kwh/t netto ing.								6.3	2.8	3.00
Energiförbrukn.	kwh/t vadmalm	21.8	18.0	18.2	18.1	18.4	19.2	18.1	1.2	0.19	0.20
Pulplathet, kv.	vikt % fast gods	60	68.4	68.3	~68	68.4	68.1	~68	63.6	64.6	64.6
Chargevikt	kg							785		60	75
Chargevolym	% av kvarnvolym							20	40	--	--
Magn. 5	kg/mikron		160	110	115	90	80	85			
Magn. 5	minus 45 mikron		40	52	50	60	64	60			
Magn. 5	% Fe tot		59.2	62.4	61.6	63.6	65.0	64.3			

1) För framställning av finkornig magnetit
2) För supersligstillverkning

3) Inmatat gods 600 kg/h
4) ej provtaget

Sammanställning av sikt- och kornklassanalyser från pilotförsöken

Siktanalyser (angivna i ack - % (int gods)

Maskvidd i		FÖRSÖK 2		FÖRSÖK 3		FÖRSÖK 4		FÖRSÖK 5	
Mikron	Mesh	Öl - % - malprod. Inkörning	Magn. 6	Öl - % - Magn. 5	Öl - % - Magn. 5	Öl - % - Magn. 5	Öl - % - Magn. 5	Öl - % - Magn. 5	Fint sikt
595	30	99.8	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	
420	40	99.7	99.2	99.9	99.4	99.8	99.9	99.7	
297	50	99.0	98.7	99.5	98.7	99.3	99.6	99.6	
210	70	96.8	96.5	97.8	98.5	97.4	98.3	98.5	99.2
150	100	92.0	91.6	93.4	95.5	93.1	94.2	95.2	98.5
105	140	82.5	82.4	84.9	88.7	85.1	87.7	88.7	94.5
75	200	69.7	69.5	72.5	76.6	72.2	74.9	77.9	84.5
53	270	55.7	55.4	57.7	59.1	56.5	58.3	65.4	71.4
45	325	—	—	—	—	—	—	—	—
38	400	43.9	44.0	42.7	44.6	44.3	44.0	42.2	57.9

Maskvidd i		FÖRSÖK 5		FÖRSÖK 6				FÖRSÖK 7A	
Mikron	Mesh	Magn. 5	SKB - konc	Fint sikt	Magn. 5	SKB - konc	Jng Apa - H/flot.	Apalt konc	Utg kulkv. Magn. 2
595	30	—	—	—	—	—	99.9	—	—
420	40	—	—	—	—	—	99.4	—	—
297	50	—	—	—	—	—	97.3	99.9	—
210	70	99.8	—	99.9	99.9	—	92.0	99.6	—
150	100	98.4	99.8	98.9	99.1	99.9	81.3	98.1	99.9
105	140	94.2	97.8	95.7	95.7	98.6	66.3	89.8	95.0
75	200	83.4	89.6	87.7	87.2	90.1	52.4	74.3	69.8
53	270	67.7	70.2	77.6	75.2	72.1	—	—	55.6
45	325	—	57.8	—	—	60.4	—	—	—
38	400	50.7	43.0	64.4	55.0	48.8	40.6	48.5	33.4

Maskvidd i		FÖRSÖK 8		FÖRSÖK 9		FÖRSÖK 10		FÖRSÖK 11	
Mikron	Mesh	Jng Kulkv.	Magn. 3	Magn. 5	SKB - konc	Utg Kulkv.	Utg Kulkv.	Magn. 2 ³⁾	
210	70	99.8	—	99.9	—	—	—	—	—
150	100	98.5	—	99.1	—	—	—	—	—
105	140	93.8	99.8	95.3	99.8	99.9	99.9	—	—
75	200	83.9	95.9	85.4	95.3	95.7	97.9	74.9	—
53	270	69.8	86.2	69.3	53.6	13.8	67.8	53.8	—
45	325	62.5	79.4	57.5	29.1	40.5	44.6	32.0	—
38	400	52.7	69.2	49.5	8.3	19.4	22.0	17.9	—

¹⁾ Försök 6. Material för framställning av finkorniga produkter

²⁾ Superslig

Kornklassanalyser

Maskvidd i		FÖRSÖK 3 MAGN. 5			FÖRSÖK 5 SKB - konc			FÖRSÖK 6 Apalt konc			FÖRSÖK 7A Magn. 2		
Mikron	Mesh	Vikt - %	Fe _{tot} - %		Vikt - %	SiO ₂ - %		Vikt - %	Fe _{tot} - %		Vikt - %	SiO ₂ - %	
			Halt	Förd.		Halt	Förd.		Halt	Förd.		Halt	Förd.
150	100	4.5	26.9	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
105	140	6.8	34.6	3.8	2.2	3.6	7.1	1.9	3.6	8.3	3)	—	—
75	200	12.1	51.5	10.0	8.2	1.6	11.7	2.3	1.5	15.1	5.0	0.82	14.4
53	270	17.5	63.3	17.9	19.4	1.1	19.1	15.5	0.97	18.2	25.2	0.36	31.7
38	400	16.3	67.9	17.8	27.2	1.1	26.7	25.8	0.74	23.1	36.4	0.22	28.2
< 38	< 400	42.8	70.4	48.5	43.0	0.92	35.4	48.5	0.60	35.3	33.4	0.22	25.7
Ingårnde Ber. Anal.		100.0	62.1	100.0	100.0	1.1	100.0	100.0	0.8	100.0	100.0	0.29	100.0
			62.4			1.1			0.8			0.29	

³⁾ Fraktionen < 45 mikron 0.24 % SiO₂

Fullständig kemisk analys av SUPERSLIG

	Halt %
FeO	31,6
Fe ₂ O ₃	67,2
SiO ₂	0,21
P ₂ O ₅	0,014
MnO	0,03
CaO	0,02
MgO	0,04
Al ₂ O ₃	0,53
TiO ₂	0,41
V ₂ O ₅	0,03
S	0,006
Na ₂ O	<0,01
K ₂ O	<0,01
LOI	0,2
Summa	100,29
Fe _{tot}	71,50
P	0,006
Mn	0,02
V	0,017
Cu	0,001
Zn	0,003
Pb	0,003
Ni	0,003
Co	0,004

Fullständig kemisk analys av MAGNETITSLIG

	Halt %
FeO	31,1
Fe ₂ O ₃	61,3
SiO ₂	4,5
P ₂ O ₅	0,34
MnO	0,05
CaO	0,58
MgO	0,49
Al ₂ O ₃	0,84
TiO ₂	0,40
V ₂ O ₅	0,03
S	0,046
Na ₂ O	0,04
K ₂ O	0,04
LOI	0,3
Summa	100,06
Fe _{tot}	67,05
P	0,15
Mn	0,04
V	0,015
Cu	0,001
Co	0,004
Zn	0,003
Pb	0,004
Ni	0,005

Fullständig kemisk analys av APATITSLIG

(Prov levererat till Norsk Hydro)

	Halt %
FeO	0,6
Fe ₂ O ₃	0,5
SiO ₂	0,91
MnO	0,06
CaO	53,4
CaF ₂	1,3
MgO	0,19
Al ₂ O ₃	0,07
TiO ₂	0,01
V ₂ O ₅	0,01
S	0,050
As	0,002
Cl	0,23
CO ₂	1,8
Na ₂ O	0,06
K ₂ O	0,01
P ₂ O ₅	39,7
SrO	0,65
Summa	99,55
Fe _{tot}	0,83
P	17,3
Mn	0,05
V	0,004
F	0,65
Ca _{tot}	38,8
Cd	<0,001
Sr	0,55