

Ms. mottatt 15. des. 1944.

INNHALDET AV KOBOLT I SVOVELKIS FRA NORSKE NIKKELMALMER

AV

HARALD BJØRLYKKE

Med 1 figur i teksten. English Summary.

De primære sulfidminerale i de norske nikkelmalm er etter krystallasjonsrekkefølgen: Svovelkis, magnetkis, pentlandit og kopperkis. I malm fra Ertelien gruve, Ringerike, er det videre ifølge J. H. L. Vogt (6) påvist små mengder koboltglans, zinkblende og blyglans.

Som sekundære minerale er bravoit (violarit) funnet av S. Foslie (3) i malm fra Lillefjellklumpen i Grong, og millerit av H. Bjørlykke (1) i malm fra Flåt gruve i Evje.

Svovelkisen som er det først utkrystalliserte mineral opptrer i nikkelmalmene ofte som skarpkantete krystaller begrenset av oktaeder [111] og terning [100].

Allerede Th. Kjerulf og T. Dahll (4, s. 194) var oppmerksom på at svovelkisen i flere av våre nikkelmalm holdt betydelige mengder kobolt. Likeledes har T. Lassen i sin beskrivelse av nikkelmalmen på Ringerike (5) angitt betydelige koboltgehalter i svovelkis fra Langdal gruve.

J. H. L. Vogt (6) angir analyser av idiomorf svovelkis fra Erteli gruve med 1,19 % Co og 0,13 % Ni og fra Meinkjær med 1,07 % Co og 0,11 % Ni.

Den kjemiske analyse av kobolt byr imidlertid på mange vanskeligheter og det er dessuten meget vanskelig å få plukket ut rene prøver av svovelkis som er tilstrekkelig store til en kjemisk analyse, idet krystallene oftest inneholder inneslutninger av fremmedsubstans. Til mine undersøkelser har jeg derfor anvendt røntgenspektralanalyse fordi det til denne behøves så lite substans. Et par mg til hver analyse er tilstrekkelig. Det materiale som ble anvendt ble utplukket under binokularmikroskop.

Spektrogrammene ble opptatt med en vakuumspektrograf diam. 119 mm med steinsalt krystall.

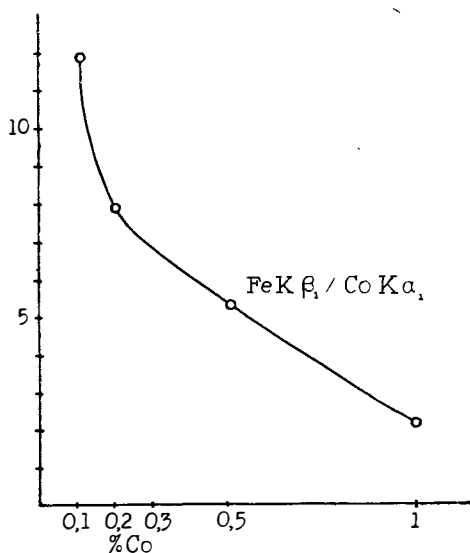


Fig. 1.

forløp ved innhold mellom 0,2 og 1 % Co og metoden skulde derfor innen dette område gi meget pålitelige resultater. For gehalten mindre enn 0,2 % Co blir forskjellen i intensiteter mellom FeKβ₁ og CoKα₁ for stor så nøyaktigheten derved blir mindre. For innhold under 0,2 % bør man derfor tilsette passende mengder av en sammenlikningsubstans for å oppnå større nøyaktighet.

Av kurven (fig. 1) ble uttatt prosentinnholdet av Co for de undersøkte prøver etter at intensitetsforholdet mellom linjene FeKβ₁ og CoKα₁ var målt fotometrisk. En rekke utførte kontrollanalyser viste meget gode overensstemmelser.

Resultatet av analysene er framstilt i tab. 1 og viser at innholdet av Co for de undersøkte svovelkiser fra nikkelmalm ligger mellom 0,47 og 1,25 %. For Flåt gruve viser gjennomsnittet av 7 prøver en gehalt av 0,77 % Co.

I tabellen er der til sammenlikning anført røntgenspektrografiske analyser av svovelkis fra andre typer av forekomster. En analyse av svovelkisen fra Nyseter, Grua, som er en kontaktdannelse dannet ved forholdsvis høy temperatur, viser at denne inneholder like meget Co som mange prøver av svovelkis fra nikkelmalm. Svovelkis fra nikkelmalm i Lillefjellklumpen i Grong, som etter en analyse angitt av S. Foslie (3, s. 20) skulde være meget fattig på kobolt, viste seg ved

Koboltgehalten i svovelkisen ble bestemt ved intensitetsforholdet mellom linjene FeKβ₁ og CoKα₁, idet faktoren for disse linjers intensiteter på forhånd var fastsatt ved tilfaste sammenlikningssubstanser. Disse ble laget på den måte at koboltfri svovelkis ble tilsatt avveide mengder Co i form av koboltkarbonat.

Intensitetsforholdet FeKβ₁ til CoKα₁ for de lagete sammenlikningssubstanser ble målt med et Zeiss Spektrallinienphotometer og resultatet ble oppstilt i en kurve (fig. 1). Kurven viser et tilnærmet rettlinjert

	% Co	Ni-linje	Cu-linje
Flåt grube, Evje Setesdal: (1.—7.)			
1. Oktaedriske svovelkiskrystaller	0,62	0	0
2. Svovelkis i finkornet Ni-rik malm, 402	0,60	0	0
3. — uten krystallbegrensning	0,92	sv.	0
4. — i finkornet malm	1,00	0	0
5. — i impregnasjonsmalm	0,88	st.	0
6. — fra 402 benk 19	0,60	0	0
7. — uten krystallbegrensning	0,80	0	0
8. Svovelkis [111] [100] Lomtjern, Iveland	0,55	0	0
9. — kopperholdig, Lomtjern, Iveland	0,47	0	st.
10. — stykke av stor krystall, Øvre Paasche- skjerp, Iveland	0,87	0	0
11. — krystaller i magnetkis, Mølland, Iveland	0,87	sv.	0
12. — stor krystall, Orreknappen, Iveland ...	0,98	0	st.
13. — stor krystall, Orreknappen, Iveland ...	1,00	0	0
14. Svovelkiskrystall, Meinkjær grube	0,88	0	0
15. — Erteli grube	0,70	0	0
16. — Kornbrekke	1,25	0	0
17. Svovelkis uten krystallbegr., Lien, Hosanger ...	0,79	sv.	sv.
18. — i offsetmalm, Nonås, Hosanger	0,48	sv.	sv.
19. — i offsetmalm, Nonås, Hosanger	0,54	0	0
21. Svovelkis, Lillefjellklumpen, Grong	0,55	0	sv.
22. Svovelkis i zinkblende, Nyseter, Grua	0,70	0	0
23. — granitpegmatit, Frikstad 9, Iveland ...	0,33	0	0
24. — Nygruben, Fosdalen	0,18	0	0
25. Svovelkis fra yngre gang som gjennomsetter malmen, Erteli	<0,05	0	0
26. — i gullførende kvarts, Eidsvoll	<0,05	0	0
27. — i leirskifer, Hovind	<0,05	0	0
28. Svovelkisknoller i skifer, Bygdøy	<0,05	0	0

den røntgenspektrografiske analyse å inneholde en normal koboltmengde, nemlig 0,55 %.

Svovelkis fra granitpegmatit i Iveland viste 0,33 og fra Nygruben, Fosdalen, 0,18 % Co.

En prøve av hydrotermalt dannet svovelkis fra en yngre gang som gjennomsetter nikkelmalmen på Erteli viste ingen synlige linjer av kobolt og innholdet må derfor ligge under 0,05 %. Det samme gjelder svovelkis fra den gullførende kvartsgang på Eidsvoll og svovelkis fra leirskifer fra Hovind og fra Bygdøy ved Oslo.

Ifølge C. W. Carstens' analyser av kis fra våre kisforekomster (2) viser disse 0,01—0,1 % Co for gangkis og < 0,001 for de sedimentære kiser (vasskis).

Etter de utførte analyser synes det således å være et karakteristisk trekk for svovelkisen fra våre nikkelmalmers at de inneholder over 0,4 % Co og de skiller seg derved fra de svovelkiser som er dannet ved lavere temperatur. Det er derfor sannsynlig at innholdet av kobolt i svovelkis er betinget av svovelkisens dannelsesstemperatur og at kobolt inngår isomorft for jern i svovelkisens gitter.

Foruten koboltlinjene fantes også i enkelte spektrogrammer linjer av nikkel og kopper i intensiteter som tilsvarte en størrelsesorden opptil et par tiendedels prosent. Disse elementer opptrådte imidlertid etter spektrogrammene i meget vekslende mengder selv i svovelkis fra samme forekomst, så det er derfor naturlig å forklare disse ved at de skyldes mekaniske forurensninger i svovelkisen.

SUMMARY

X ray spectral analyses of Co in pyrites have been carried out for 19 samples of pyrite from Norwegian nickel ores, by means of the relative intensities of the lines $\text{FeK}\beta_1$ and $\text{CoK}\alpha_1$. The values found vary from 0,47 to 1,25 % Co. An average of 7 samples from Flåt nickel mine, Evje, Southern Norway, showed 0,77 % Co.

A sample of pyrite in sphalerite from the contact zinc deposit Nyseter, Grua in the Oslo region contained 0,70 % and pyrite from a granite pegmatite in Iveland, Southern Norway had a content of 0,33 % Co.

A spectrogram of pyrite from a younger hydrothermal dike that intersects the nickel ore in Ertelien mine showed no lines of $\text{CoK}\alpha_1$ and thus had a content of Co less than 0,05 %. This also applies to pyrite from a goldbearing quartz dike from Eidsvoll and two samples from Cambrosilurian shales.

Weak lines of $\text{CaK}\alpha_1$ and $\text{NiK}\alpha_1$ have been found in some of the spectrograms and are supposed to be due to inclusions of foreign minerals in the pyrites.

The analyses seem to indicate that high contents of Co are characteristic of pyrites formed at high temperatures and that the Co thus must substitute for the Fe in the lattice of the pyrite.

LITTERATUR

1. Bjørlykke, H. Milleritt i norske nikkelmalm. Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Forh. B. 13, Nr. 45, p. 181.
 2. Carstens, C. W. Über den Co-Ni-Gehalt norwegischer Schwefelkiesvorkommen. Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Forh. B. XV, Nr. 43.
 3. Foslie, S. og Johnson Høst. Platina i sulfidisk nikkelmalm. N. G. U. Nr. 134, 1932.
 4. Kjerulf, Th. og Dahll, T. Om Kongsberg ertsdistrikt. Nyt Mag. f. Naturv. B. 11, p. 173—207, 1861.
 5. Lassen, T. Om nikkelmalmen på Ringerige. Nyt Mag. f. Naturv. B. 21, H. 4, p. 273—278.
 6. Vogt, J. H. L. Bildung von Erzlagerstätten durch Differentiationsprocesse in basischen Eruptivmagmata. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1893.
-