

## Spinele skał metamorficznych z Horczak i Krynek

Metamorficzne skały zawierające spinele nawiercono w trzech otworach w miejscowości Horczaki oraz w Krynkach.

W pierwszym otworze z Horczak skały zawierające spinel żelazawo-żelazowy występują w pakiecie nachylonym pod kątem  $70^\circ$  i miąższości rzeczywistej około 8 m. Spinel ten, w ilości od 9 do 28%, obecny jest w dwu typach skał.

Pierwszy typ stanowią skały amfibolowe o charakterystycznej dla nich strukturze nematoblastycznej (W. Ryka, 1961b). Charakterystyczna jest poligonalna budowa skały, której zarysy utworzone są z paciorkowato ułożonych ziarn magnetytu (tabl. I, fig. 1). Skład mineralny tej skały obrazuje tabela 1. Tekstura skał jest równoległa, co podkreślone jest przez występowanie lamin bogatych w granat i magnetyt oraz ułożenie wydłużonych skupień tego ostatniego minerału (tabl. II, fig. 3).

Drugim typem skał zawierających spinel żelazawo-żelazowy są łupki złożone z kwarcu, magnetytu, kummingtonitu, biotyту, chlorytu z granatami i apatytem o wyjątkowo wyraźnej równoległej teksturze. Skład mineralny w procentach objętościowych jest następujący: kwarc — 52,9, biotyt — 7,6, amfibol — 12,5, magnetyt — 23,7, apatyt — 3,3. Skała jest laminowana. Laminy różnią się składem mineralnym:

- kwarcowo-magnetytowo-kummingtonitowe z apatytem, w których magnetyt występuje w skupieniach o długości 5 mm, a szerokości do 1 mm, co jeszcze bardziej podkreśla kierunkowość skały;
- chlorytowe z kwarcem i granatem;
- chlorytowo-kwarcowe.

Magnetyt wykształcony jest w przeważającej części ksenomorficznie. Zazębia się on i przerasta z innymi minerałami tych skał. Na przykład granat posiada wrostki magnetytu i otacza ziarna magnetytu, magnetyt zaś posiada wrostki granatu (tabl. III, fig. 6). W laminach o teksturze bezładnej magnetyt występuje w izometrycznych skupieniach, natomiast laminy o uporządkowanej teksturze zawierają wydłużone skupienia tego minerału.

W skałach pierwszego otworu z Horczak magnetyt występuje w trzech generacjach:

Magnetyt pierwszej generacji, obecny w obu wymienionych wyżej typach skał, jest składnikiem równorzędnym i równowiekowym z innymi

minerałami. Tworzy zgrupowania kryształów ksenomorficznych do 0,5 cm długości.

Magnetyt drugiej generacji obecny jest w skałach amfibolowo-magnetytowo-kwarcowych o budowie poligonalnej. Kryształy magnetytu tej generacji są znacznie mniejsze, rzędu 0,01÷0,1 mm. Są one automorficzne, otoczone ziarnami kwarcu i tworzą zarysy poligonalne skały, które wypełnione są fibrolitycznie ułożonymi słupkami amfibolu (tabl. I, fig. 1 i tabl. II, fig. 4).

Magnetyt trzeciej generacji tworzy drobne (rzędu 0,001) kryształy, zgrupowane wewnątrz kummingtonitu — produktu przeobrażeń starszych minerałów (piroksenu bądź amfibolu rombowego). Magnetyt ten występuje w niewielkich ilościach.

Tabela 1

Skład skał amfibolowych w procentach objętościowych

Minerały	P r ó b k i			
	25	31	35	37
kwarc	8,4	27,7	11,9	11,1
amfibol	21,3	23,2	62,3	—
magnetyt	11,8	27,7	24,9	9,0
węglany	53,1	29,2	—	72,4
biotyt	0,8	—	—	7,5
apatyt	0,4	2,3	0,2	0,1

Magnetyt trzech wymienionych generacji podlegał wraz ze skałą następującym przemianom:

1. Syderytyzacji (procesowi temu ulegają amfibole), w czasie której magnetyt ulega spękaniu. Spękania wypełnione zostają syderytem, który jednocześnie lekko koroduje magnetyt. Podobnie jak magnetyt zachowuje się kwarc, granat i apatyt (tabl. II, fig. 3; tabl. III, fig. 6). Struktura skały nie zostaje zmieniona. Proces ten nie obejmuje całej skały, lecz pewne jej partie w górnej części profilu. Słaby uzysk rdzenia nie pozwala na ilościowe określenie tego procesu.

2. Następnym zjawiskiem jest pojawienie się kalcytu, który bardziej aktywnie wypiera magnetyt. Kalcyt tworzy żyłki przenikające skałę. Prawdopodobnie z procesem tym należy wiązać pojawienia się pirytu i związanego z nim chalkopirytu, które impregnują skałę wzdłuż pewnych płaszczyzn o kierunku zbliżonym do żyłek kalcytowych. Proces ten jest wyraźnie obserwowany w skałach z otworu trzeciego z Horczak.

3. Ostatnim procesem związanym ze spękaniem skały jest utlenienie i uwodnienie magnetytu. Działanie tych procesów zaczyna się od krawędzi minerałów, szczelin i spęknięć, a postępuje równolegle do ścian (111) i (110). Produktem tych reakcji jest hematyt i hydrohematyt. Zjawiska te nie zachodzą na tak dużą skałę jak w łupkach krystalicznych, nawierconych w otworze drugim z Horczak.

Tabela 2

Skład lamin kwarcowo-magnetytowo-kummingtonitowych w procentach objętościowych

Minerały	P r ó b k i			
	2	13	9	10
kwarc	45,6	39,8	15,0	53,7
magnetyt	29,6	28,8	31,0	20,3
agregaty kummingtonitowo- -kwarcowo-węglanowe	24,8	31,4	54,0	26,0

W otworze drugim z okolic Horczak, odległym o 20 m od pierwszego otworu, nawiercono skały zawierające również spinel żelazawo-żelazowy. Są to łupki krystaliczne o wyraźnej laminacji, zapadające pod kątem około 70°; miąższość tych utworów wynosi około 2 m. Skały te — to łupki kwarcowo-kummingtonitowo-magnetytowo-hornblendowo-biotytowo-epidotowe z apatytom. Mineralami wtórnymi są: syderyt, kalcyt, ankeryt, piryt, chalkopiryt, mikroklin. Łupki te są skałą wybitnie laminowaną. Poszczególne laminy różnią się grubością (od 3 cm do 2 mm) i składem mineralnym. Można w nich wyróżnić laminy o następujących zespołach mineralnych:

- kwarc, magnetyt, kummingtonit, biotyt;
- kwarc, biotyt;
- epidot, hornblenda, kwarc;
- hornblenda, kwarc;
- kwarc, magnetyt, hornblenda;
- kwarc, magnetyt, hornblenda, kummingtonit;
- kwarc, magnetyt, biotyt;
- kwarc, kummingtonit, magnetyt.

Przeważają laminy kwarcowo-magnetytowo-kummingtonitowe o większej grubości i rozciągłości (tabl. I, fig. 2). Magnetyt w tych skałach wykształcony jest ksenomorficznie, tworzy wydłużone, o nieprawidłowych kształtach skupienia, dochodzące do 3 cm długości i 3 mm grubości. Zawiera wrostki pozostałych minerałów. Mniejsze kryształy, o średnicy do 0,1 mm, mają postacie automorficzne. Ten typ magnetytu odpowiada I generacji z otworu pierwszego i podobnie jak tam powstał z żelaza nagromadzonego jeszcze w skałach osadowych.

Druga generacja magnetytu — to drobne (rzędu 0,01 mm) kryształy skupione wewnątrz agregatów kummingtonitowo-kwarcowych (tabl. III, fig. 7). Kryształy te ułożone są równolegle do tekstury skały.

Magnetyt ulegał następującym przemianom, które nie obejmują całej skały, lecz część lamin. Podobnie jak w skałach z pierwszego otworu będą to:

1. Syderytyzacja amfibolu i jednoczesne wnikanie węglanu w szczeliny magnetytu oraz reakcje wypierania tego minerału. Proces ten nie obejmuje wszystkich lamin.

2. Wnikanie w skałę żył granitoidowych. Przykładem jest szary granitoid (o miąższości 2 cm) przecinający łupki prawie prostopadłe do

laminacji. Na kontakcie z nim następuje wzbogacanie skały w magnetyt. Wśród lamin pojawiają się również zgodne żyłki mikroklinu, które powodują blastezę hornblendy i biotyty.

3. W laminach bardziej spękanych następuje utlenienie i uwodnienie magnetytu. Działanie tego procesu zaczyna się od szczelin, spękań i brzegów minerałów i postępuje równolegle do ścian (111) i (110). Produktem tych przemian jest hematyt i hydrohematyt (tabl. III, fig. 8). Spotyka się laminy, w których utlenienie magnetytu następuje prawie całkowicie, lecz są też laminy, w których magnetyt jest zupełnie świeży. Należy dodać, że magnetyt ulega również martytyzacji. Zjawisko to zaobserwowałem we wszystkich okazach, ale na niewielką skalę. Wzdłuż płaszczyzn (111) i (110) magnetytu powstają drobne lamelki martytytu rzędu 0,001 mm (tabl. III, fig. 9).

4. Skała poprzecinana jest prostopadle do laminacji siecią żyłek kalcytowo-ankerytowych, tnących skałę ostro, to znaczy bez reakcji kontaktowych z otaczającymi minerałami (tabl. III, fig. 10).

W otworze trzecim występuje mała nieregularna żyłka na granicy dwóch typów gnejsów o strukturze oczkowej: gruboziarnistego i drobnoziarnistego, ciemniejszego. Żyłka przecina skałę pod kątem 70°. Skład mineralny żyłki jest następujący: magnetyt, ilmenit, biotyt, kwarc, ksenotym, cyrkon, apatyt. Minerale te wzajemnie przerastają się.

Magnetyt wykształcony jest ksenomorficznie, podobnie jak ilmenit, natomiast cyrkon, ksenotym i apatyt — automorficznie. Zaobserwowałem odmieszanie hematytu od ilmenitu w postaci drobnych wydzielen emulsyjnych i drobno lamelkowanego hematytu. W skałe otaczającej widoczne jest wypieranie magnetytu przez plagioklaz.

Następną generację minerałów tworzą: kalcyt, piryt i chalkopiryt obecne w postaci nieregularnych żyłek, przecinających prostopadle żyłkę magnetytową. Piryt występuje w postaci oddzielnych kryształów lub tworzy drobne żyłki wśród magnetytu, kalcytu i minerałów nierudnych. Chalkopiryt tworzy z pirytem mozaikowe, nieregularne przerosty. Prawdopodobnie w tym czasie powstaje hematyt i hydrohematyt jako produkt utlenienia magnetytu.

W wierceniu w Krynkach spinele reprezentowane są przez dwa rodzaje: żelazawo-żelazowy i magnezowo-żelazowy. Występują one w amfibolitach, w skałach plagioklazowo-hiperstenowych i gnejsach mikroklino-wo-biotytowo-koorderytowych lub sylimanitowych (W. Ryka 1961a). Z gnejsów tych dla porównania ze spinelem z miejscowości Horczaki pobrano okazy z lamin bogatych w te minerały. W laminach tych jest do 4% magnetytu. Występuje on w kryształach hipautomorficznych, przerasta się z biotytem, sylimanitem i drugim spinelem — zielonym hercynitem, którego kryształy dochodzą do 0,06 mm średnicy.

Wśród magnetytu występuje ilmenit z odmieszanym hematytem i hematyt z odmieszanym ilmenitem (tabl. III, fig. 11). W strefach zmylonityzowanych spinele występują w postaci rozartego pyłu, podobnie jak biotyt czy kwarc (tabl. II, fig. 5). Analizy chemiczne magnetytów dały wyniki (według analiz W. Pałyski) zestawione w tabeli 3.

Według analizy facjalnej, którą przeprowadził W. Ryka (1961c), zmetamorfizowane skały z miejscowości Horczaki przedstawiały pierwotnie

kompleks skał osadowych, reprezentowany głównie przez osady piaszczysto-mułowcowe z licznymi wkładkami wapieni, margli, syderytów i piaskowców żelazistych. Osady te zostały zmetamorfizowane w trzech głównych etapach. Odbiło się to oczywiście na pochodzeniu i wykształceniu magnetytu.

W pierwszym etapie powstaje magnetyt pierwszej generacji, tworzący wydłużone zgrupowania kryształów skupione w laminach. W trakcie postępującej blastezy, na granicy powstających kryształów — prawdopodobnie amfibolu rombowego bądź piroksenu, wydziela się magnetyt drugiej generacji, którego kryształy tworzą obecnie wśród skały poligonalne zarysy.

Tabela 3

## Wyniki analiz chemicznych

Lokalizacja		Fe <sub>II</sub>	Fe <sub>III</sub>	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr	Ni	Co
Horczaiki	1	23,62	48,40	0,96	0,03	0,002	0,001	0,000
	2	19,62	52,30	0,16	0,02	0,001	0,001	0,000
	3	22,60	48,93	0,58	0,11	0,003	0,003	0,003
Krynki		19,60	51,45	0,62	0,08	0,002	0,005	0,002

W czasie drugiego etapu metamorfizmu w warunkach subfacji sylimanitowo-almandynowej, jak to wykazał W. Ryka, laminy bogate w amfibole lub pirokseny zostają przebudowane. Ich struktura staje się bezładna, tworzą się agregaty kummingtonitowo-kwarcowo-magnetytowo-węglanowe z magnetytem trzeciej generacji. Procesy te zakończone zostały uruchomieniem kwarcu, który „zatopił” te agregaty.

W trzecim etapie metamorfizmu, w którym zaznaczyły się procesy granityzacji i reomorfizmu, wśród lamin pojawiają się zgodne żyłki mikroklinu, które powodują blastezę hornblendy i biotyту. Z etapem tym należy wiązać powstanie żyłki metasomatycznej na granicy dwu typów gnejsów oczkowych w otworze trzecim z Horczak. Parageneza magnetytu z cyrkonem i ksenotymem zbliżniaczonym z cyrkonem świadczy, że żyłka ta powstała w temperaturach odpowiadających granicy geofaz epimagnetytowych i pneumatolitycznych, czyli około 600°C (K. Smulikowski, 1952). Rozpad systemu ilmenit — hematyt również wskazuje na temperaturę około 600°C (E. Ingerson, 1955). Na zakończenie tego etapu w skały wnikały żyły granitoidowe, które powodowały przemieszczenia magnetytu i skupienie się go na granicy z żyłkami.

Następne procesy, a więc syderytyzacja, utlenianie i uwadnianie magnetytu oraz przecinanie skał siecią żyłek kalcytowo-ankerytowych, należy wiązać z wyniesieniem skał w strefę facji zeolitowej.

Tak więc magnetyt skał metamorficznych z pierwszego i drugiego otworu wiertniczego z Horczak powstał w trakcie metamorfizowania bogatych w żelazo skał osadowych i wraz ze skałą przechodził szereg zmian. Podobnego charakteru jest magnetyt z otworu wiertniczego Krynki. Magnetyt z otworu trzeciego z Horczak jest pochodzenia meta-

somatycznego i powstał w strefie złuźnień tektonicznych na granicy dwu typów gnejsów oczkowych. Materiałem doprowadzającym żelazo były sąsiednie skały, z których magnetyt został częściowo wyparty przez skałenie. Analizy chemiczne potwierdzają również ten obraz (F. Hegeman, F. Albrecht, 1954). W omawianych 4 otworach pierwiastki śladowe występują w tych samych ilościach we wszystkich skałach o większej koncentracji magnetytu.

\*  
\*            \*  
\*

Na zakończenie chciałbym podziękować dr W. Ryce za pomoc i cenne uwagi udzielane mi w toku opracowywania tego tematu.

Zakład Żył Rud Żelaza  
Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 27 lutego 1964 r.

#### PIŚMIENNICTWO

- HEGEMAN F., ALBRECHT F. (1954) — Zur Geochemie oxydischer Eisenerze. *Chemie der Erde*, **79**, p. 81—103, nr 2. Jena.
- INGERSEN E. (1955) — Methods and problems of geologic thermometry. *Econ. geol. Fiftieth Anniversary Volume*, p. 341—410. New Haven.
- RYKA W. (1961a) — Skały metamorficzne podłoża północno-wschodniej Polski (Kruszynie, Krynki, Mielnik). *Kwart. geol.*, **5**, p. 241—268, nr 2. Warszawa.
- RYKA W. (1961b) — Skały metamorficzne podłoża północno-wschodniej Polski (Sokółka). *Kwart. geol.*, **5**, p. 269—298, nr 2. Warszawa.
- RYKA W. (1961c) — O problemach podłoża prekambryjskiego północno-wschodniej Polski w świetle badań petrograficznych skał metamorficznych z Sokółki, Kruszynian i Mielnika. *Kwart. geol.*, **5**, p. 497—525, nr 3. Warszawa.
- SMULIKOWSKI K. (1952) — *Geochemia. Prac. spec. PIG*, **1**. Warszawa.

Яцек СЕМЕНТКОВСКИ

#### ШПИНЕЛИ В МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОДАХ ИЗ ХОРЧАК И КРЫНЕК

##### Резюме

Исследованиями были охвачены породы содержащие шпинели. В двух скважинах в местности Хорчаки магнетит встречается в двух разновидностях пород: 1) в слоистых амфибол-магнетитово-кварцевых образованиях с гранатами, апатитом и биотитом; 2) отчетливо слоистых кварцево-магнетитово-амфибол-

-эпидотовых сланцах с биотитом, гранатом и апатитом. Тонкие прослои отличаются друг от друга минералогическим составом и пропорцией содержащихся в них минералов. В этих породах магнетит встречается в трех генерациях, отвечающих очередным этапам изменения породы.

Магнетит первой генерации в обоих типах пород образует ксеноморфные, часто удлинённые скопления кристаллов, переслаивающиеся с первичными минералами породы. Этот магнетит одновозрастный с этими минералами и пороодообразующий.

Магнетит второй генерации, присутствующий в амфибол-магнетитово-кварцевых породах с полигональным строением, образует значительно меньшие кристаллы, которые порастают с кварцем и окружают фибролитовые скопления куммингтонита.

Магнетит третьей генерации это мелкие включения среди куммингтонита — продукта изменения более древних минералов.

Вторая и третья генераций магнетита образуют небольшую часть всего находящегося в породе этого минерала.

Сидеритизация, пропитывание и пересечение пород гранитоидными образованиями, окисление и гидратация магнетита и пересечение пород кальцитово-анкеритовыми прожилками — это процессы, приводящие к изменениям образовавшихся раньше метаморфических пород.

В буровой скважине Крынки магнетит и герцинит встречаются в амфиболитах, плагиоклаз-кордиеритовых (силлиманитовых) породах в качестве акцессорного компонента.

Магнетит из следующей буровой скважины в местности Хорчаки метасоматического происхождения встречается в небольшом неправильной формы прожилке, который состоит из магнетита и биотита, а также из кварца, циркона, ксенотима, апатита и ильменита.

Магнетит метаморфических пород из двух следующих буровых скважин в местности Хорчаки и Крынки образовался в процессе метаморфизации осадочных пород и совместно с породой протерпел ряд изменений. Магнетит из третьей скважины Хорчаки метасоматического происхождения; он образовался в зоне тектонических ослаблений, на границе двух типов очковых гнейсов. Источником железа послужили смежные породы, из которых магнетит был частично вытеснен полевыми шпатами.

Jacek SIEMIATKOWSKI

## SPINELS IN METAMORPHIC ROCKS FROM HORCZAKI AND KRYNKI

### Summary

The paper deals with the study on rocks containing spinels. In two bore holes at Horczaki magnetite was found to occur in two types of rocks: 1) in laminated amphibole-magnetite-quartz rocks with garnets, apatite and biotite, and 2) in distinctly laminated quartz-magnetite-amphibole-epidote schists with biotite, garnets and apatite. The laminae differ in their mineral compositions and in

proportions of minerals they contain. In these rocks magnetite occurs in three generations corresponding to the successive stages of rock metamorphism.

The magnetite of first generation forms, in two rock types, xenomorphic often elongated groups of crystals intergrown with the original minerals of the rock. In relation to these minerals it is of the same age and of equal rank.

The magnetite of second generation, which is found in the amphibole-magnetite-quartz rocks of polygonal structure, forms considerably smaller automorphic crystals that intergrow with quartz and embrace cummingtonite columns arranged in fibrolite-like manner.

The magnetite of third generation occurs in the shape of small ingrowths among cummingtonite that is a product of alteration of older minerals. Both the second and the third generations of the magnetite constitute only a slight part of the magnetite occurring in the rock.

Sideritization, penetration and crossing of the rocks by granitoid formations, as well as oxidation and hydration of the magnetite and crossing of the rocks by calcite-ankerite veinlets, are processes leading to changes of the earlier formed metamorphic rocks.

In bore hole at Krynki both magnetite and hercynite occur in amphibolites, in plagioclase-cordierite (sillimanite) rocks, as accessory constituents.

In another bore hole at Horczaki, magnetite is of metasomatic origin. It occurs in a small irregular veinlet. This latter is made up of magnetite and biotite, as well as of quartz, zircon, xenotime, apatite and ilmenite.

The magnetite of metamorphic rocks from the two bore holes at Horczaki and from bore hole at Krynki was formed during the metamorphism process of sedimentary rocks, and together with the rock underwent various changes. The magnetite from the third bore hole at Horczaki is of metasomatic origin. It was formed within the zones of tectonical loosening at the boundary of two types of eye gneisses. The material, of which iron was supplied, derived from the adjacent rocks in which magnetite was partly displaced by feldspars.

#### TABLICA I

Fig. 1. Magnetyt drugiej generacji tworzący zarysy poligonalne wśród skały amfibolowej o strukturze nematoblastycznej; pow. 40 X, nikiel skrzyżowane

Magnetite of second generation forming polygonal outlines within amphibole rock of nematoblastic structure; enl. X 40, crossed nicols

Fig. 2. Magnetyt pierwszej generacji wśród laminy łupku kwarcowo-magnetytowo-kummingtonitowego, przeciętego żyłką kalcytowo-ankerytową; pow. 8 X, nikiel równoległe

Magnetite of first generation among laminae of quartz-magnetite-cummingtonite schist cut by a calcite-ankerite veinlet; enl. X 8, parallel nicols



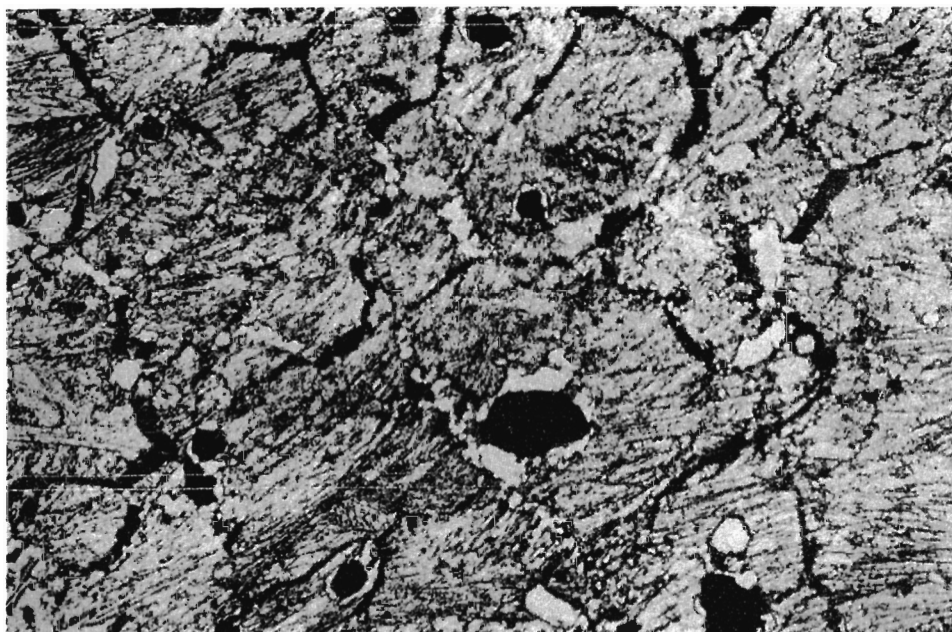


Fig. 1

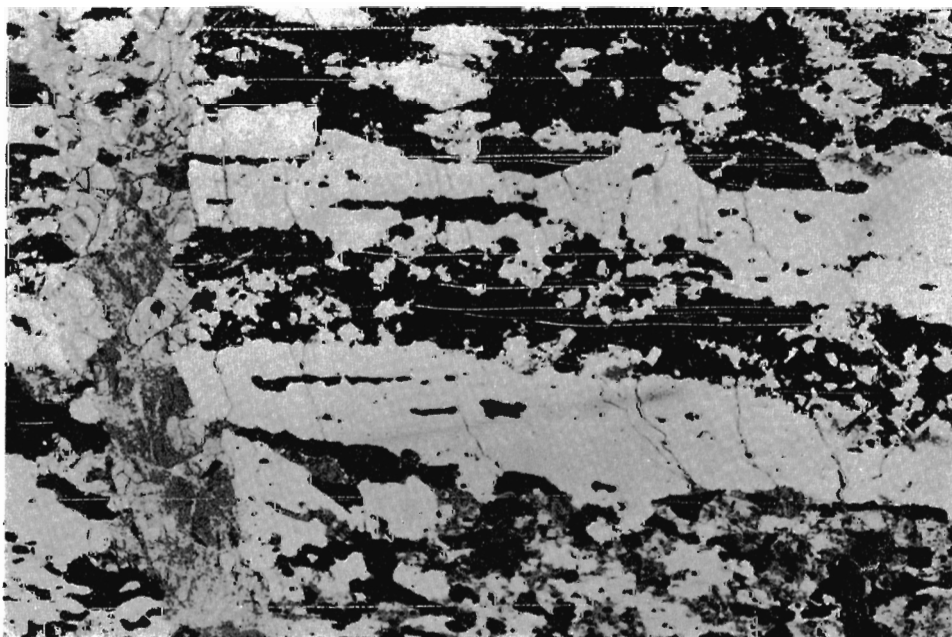


Fig. 2

## TABLICA II

- Fig. 3. Magnetyt pierwszej generacji wśród zsyderyzowanej skały amfibolowo-magnetytowo-kwarcowej; pow. 68 ×, nikole równoległe  
Magnetite of first generation within sideritized amphibole-magnetite-quartz rock; enl. × 68, parallel nicols
- Fig. 4. Magnetyt pierwszej i drugiej generacji w skale amfibolowej; pow. 52 ×, nikole równoległe  
Magnetite of both first and second generations in amphibole rock; enl. × 52, parallel nicols
- Fig. 5. Strefa zmylonityzowana z gnejsu mikroklinowo-biotytowo-syllimanitowego — Krynki; pow. 52 ×, nikole równoległe  
Mylonitized zone of microcline-biotite-sillimanite gneiss, Krynki; enl. × 52, parallel nicols

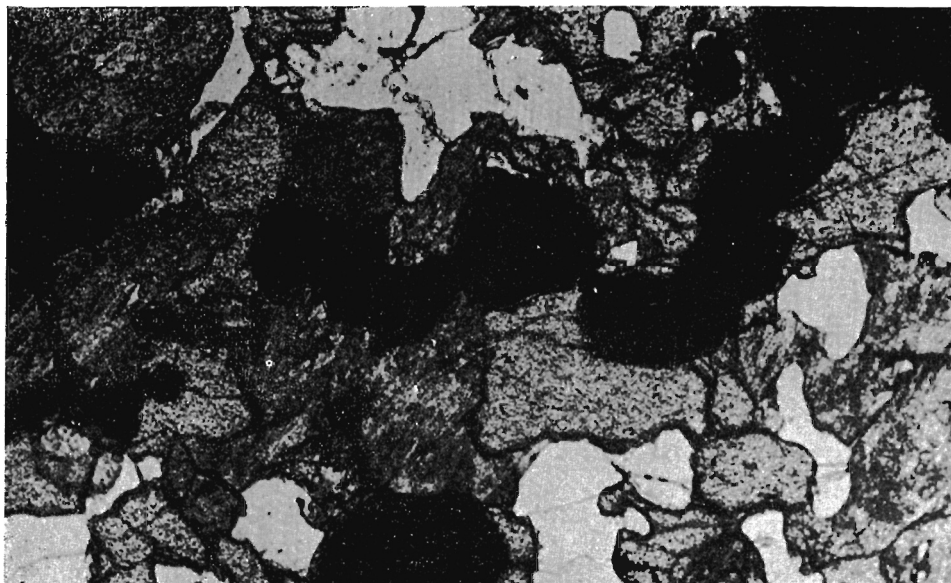


Fig. 3



Fig. 4

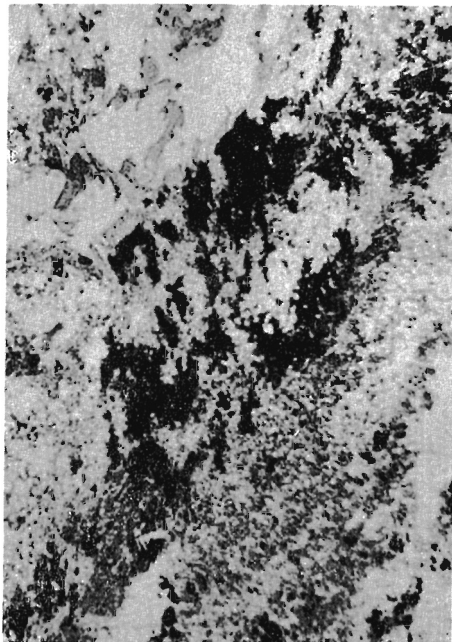


Fig. 5

### TABLICA III

- Fig. 6. Magnetyt przerastający się z granatem i poprzecinany żyłkami syderytu; pow. 51 ×, nikole równoległe  
Magnetite intergrown by garnet and cut by siderite veinlets; enl. × 51, parallel nicols
- Fig. 7. Kummingtonit i magnetyt trzeciej generacji w agregacie kummingtonito-wo-kwarcowo-magnetytowo-węglanowym; pow. 51 ×, nikole równoległe  
Cummingtonite and magnetite of third generation in cummingtonite-quartz-magnetite-carbonate aggregate; enl. × 51, parallel nicols
- Fig. 8. Magnetyt ulegający utlenieniu i uwodnieniu; pow. 200 ×, światło odbite, imersja, nikole równoległe  
Magnetite yielded to oxidation and hydration; enl. × 200, reflected light, immersion, parallel nicols
- Fig. 9. Martytyzacja magnetytu; pow. 350 ×, światło odbite, imersja, nikole równoległe  
Martilization of magnetite; enl. × 350, reflected light, immersion, parallel nicols
- Fig. 10. Żyłki kalcytowo-ankerytowe przecinające lamine magnetytowo-kwarcową; pow. 18 ×, nikole równoległe  
Calcite-ankerite veinlets cutting magnetite-quartz lamina; enl. × 18, parallel nicols
- Fig. 11. Przerosty hematytu z odmieszanym ilmenitem i przerosty ilmenitu z odmieszanym hematytem — Krynki; pow. 350 ×, światło odbite, imersja, nikole równoległe  
Intergrowths of hematite, with exsolution ilmenite and of ilmenite with exsolution hematite, Krynki; enl. × 350, reflected light, immersion, parallel nicols

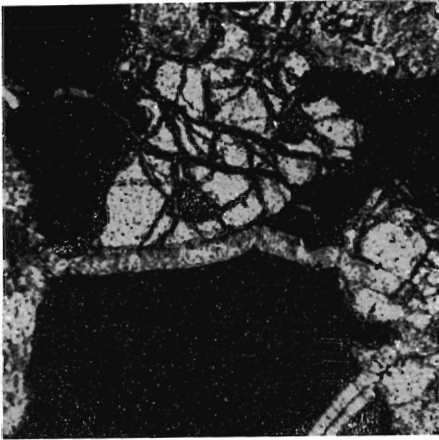


Fig. 6



Fig. 7

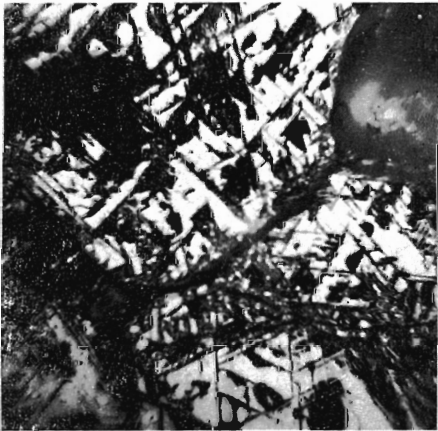


Fig. 8

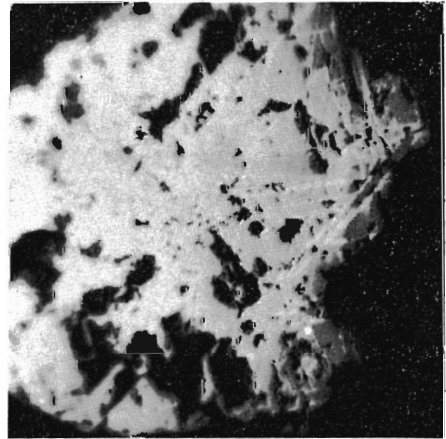


Fig. 9

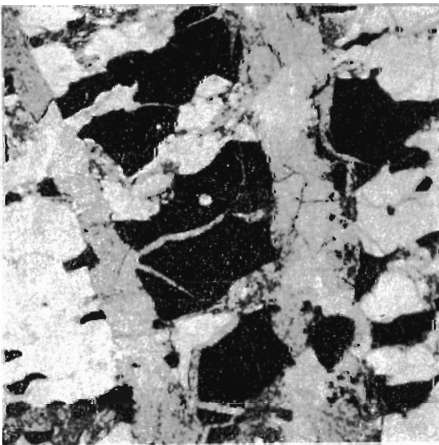


Fig. 10

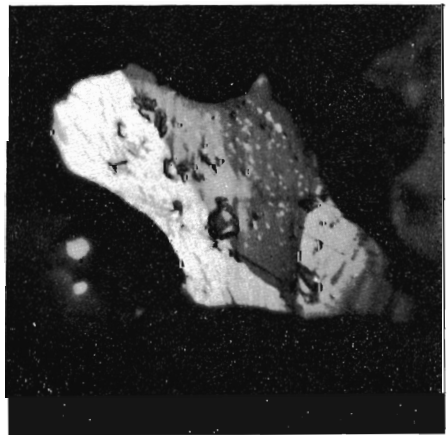


Fig. 11