

WIESŁAW OLSZYŃSKI

Mineralizacja kruszcowa w skałach osłony granitoidów strzelińskich

ORE MINERALIZATION AT THE CONTACT ZONE OF THE STRZELIN GRANITOID MASSIF (LOWER SILESIA)

STRESZCZENIE: W marmurach i skałach krzemianowych z Przeworna i Gębzcyc, w osłonie metamorficznej granitoidowego masywu strzelińskiego, stwierdzono występowanie minerałów kruszczowych utworzonych w wyniku procesów hydrotermalnych. Ponieważ zespół tych minerałów wykazuje podobieństwo do pomagmowych utworów kruszczowych występujących w samych granitoidach strzelińskich, przypuszczać można, że pomagmowe procesy kruszczowe związane z waryscyjską intruzją granitoidową miały szeroki zasięg i objęły także metamorficzną osłonę granitoidów.

WSTĘP

Procesy mineralizacji kruszczowej w granitoidach masywu strzelińskiego i skałach jego metamorficznej osłony nie były poprzednio dokładnie badane. W starszych pracach wspomniano jedynie o występowaniu w granitoidach piryty i molibdenitu (Traube 1888, Behr 1921, Kowalski 1967), zaś w skałach osłony odnotowano oprócz piryty (Rose 1867, Schumann 1936, Borkowska 1961, Wójcik 1968) pirotyn, magnetyt i hematyt (Schuhmacher 1878). Dopiero podjęte przez autora (Olszyński 1972) badania wykazały, że w granitoidach strzelińskich występują liczne minerały siarczkowe utworzone w wyniku procesów pomagmowych. Podobne minerały stwierdzono także w rozmaitych skałach metamorficznej osłony granitoidów, głównie w Przewornie i Gębzcycach, co jest przedmiotem niniejszej pracy.

Autor składa serdeczne podziękowanie doc. dr hab. E. Zimnoch za wskazówki udzielone w czasie przygotowywania pracy oraz dr J. Głazkowi za dyskusję dotyczącą geologii okolic Przeworna i dostarczenie niektórych próbek.

WYSTĘPOWANIE MINERAŁÓW KRUSZCOWYCH

Występowanie minerałów kruszcowych stwierdzono w marmurach i skałach wapienno-krzemianowych wchodzących w skład kompleksu łupkowo-gnejsowego okrywającego granitoidy. Kompleks ten przykryty jest łupkami kwarcytowymi i kwarcytami serii jęglowskiej (Oberc 1966, Wójcik 1968). J. Behr (1921), a także M. Borkowska (1961) i B. Bereś (1969) przypuszczają, że większość skał wapienno-krzemianowych i marmurów



Fig. 1

Szkic geologiczny masywu strzelińskiego (wg Oberca 1966, Sawickiego 1967, i in.) z lokalizacją opisywanych stanowisk minerałów kruszcowych

1-2 prekambry: 1 łupki lyszczykowe, gnejsy, granitognejsy, amfibolity; 2 skały wapienno-krzemianowe i marmury; 3 dewon: kwarcyty i łupki lyszczykowe; 4 górny paleozoik: granitoidy; 5 trzeciorzęd i czwartorzęd; 6 uskoki. Strzałkami oznaczono kamieniołomy w Przewornie i Gębzycach

Geologic sketch of the Strzelin massif (after Oberc 1966, Sawicki 1967, and others) showing the location of the sites of ore minerals

1-2 Precambrian: 1 schists, gneisses, granite-gneisses, amphibolites; 2 carbonate-silicate rocks and marbles; 3 Devonian: quartzites and schists; 4 Upper Paleozoic: granitoids; 5 Tertiary and Quaternary; 6 faults. Arrows indicate the quarries at Przeworno and Gębzyce

metamorficznej osłony masywu strzelińskiego utworzyła się w wyniku kontaktowego oddziaływania waryscyjskiej intruzji granitoidowej na węglanowe serie osadowe. J. Oberc (1966) wiąże natomiast powstanie tych skał z procesami proterozoicznego metamorfizmu regionalnego.

Minerały kruszcowe występują w szczególnie dużych ilościach w marmurach i skałach krzemianowych odsłaniających się w Przewornie i Gębzycach (fig. 1).

W Przewornie okruszczowane są głównie marmury czarne, natomiast marmury białe, pasiaste (pl. 1, fig. 1) oraz szare zawierają jedynie pojedyncze skupienia kruszców. Minerały kruszcowe koncentrują się w dwóch

partiach marmuru czarnego i związane są z drobnymi żyłami kalcytowo-kwarcowymi (fig. 2). Żyły te mają miąższość od 2 mm do 5 cm i przecinają skałę w poprzek lub wzdłuż laminacji (pl. 1, fig. 2). W większych ilościach minerały kruszcowe gromadzą się w soczewkowatych rozszerzeniach żył, składających się głównie z kalcytu. W grubszych żyłach zbudowanych na brzegach z kalcytu, a w partiach centralnych z białego lub szarego kwarcu, występują jedynie pojedyncze skupienia minerałów kruszczowych o wymiarach dochodzących miejscami do 2 cm (pl. 2, fig. 1).

Występujący w pobliżu żył czarny marmur impregnowany jest minerałami kruszczowymi, które niekiedy stanowią kilka procent objętości skały. Skupienia kruszcowe mają tutaj najczęściej wymiary 1—2 mm i rozmieszczone są bezładnie, choć często układają się także zgodnie z laminacją. Występują one przeważnie w pobliżu licznych w tych partiach marmuru słupków minerałów z szeregu aktynolitu, a także towarzyszą blaszkom łyżczyków. W miarę oddalania się od strefy występowania żył kalcytowo-kwarcowych minerały kruszcowe stopniowo zanikają, choć pojedyncze ziarna kruszcowe są w marmurze czarnym prawie zawsze obecne.

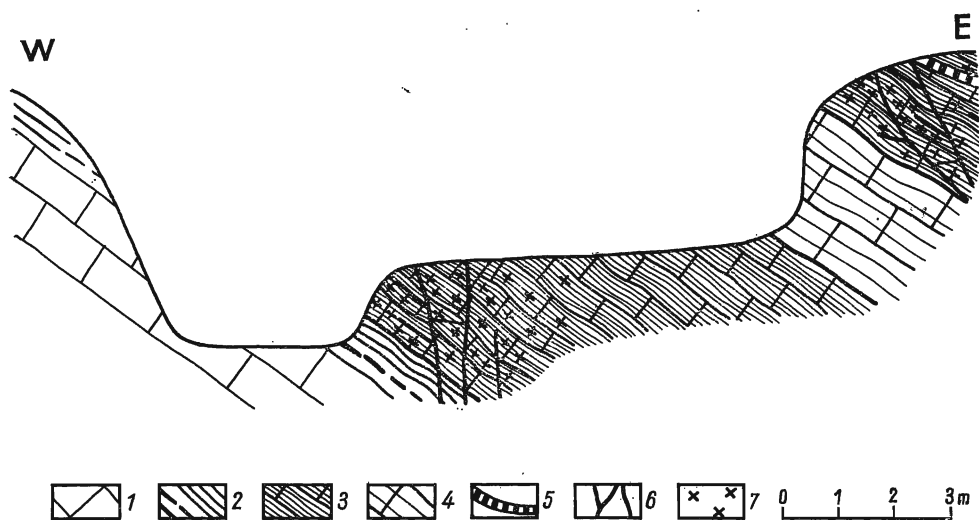


Fig. 2

Przekrój geologiczny przez kamieniołom w Przewornie

1—4 prekambry: 1 marmury białe, 2 marmury pasiaste, 3 marmury czarne, 4 marmury szare;
5—6 górny paleozoik: 5 apłit, 6 żyły kalcytowo-kwarcowe; 7 nagromadzenia minerałów kruszczowych

Geological section of the Przeworno quarry

1—4 Precambrian: 1 white marbles, 2 banded marbles, 3 black marbles, 4 gray marbles;
5—6 Upper Paleozoic: 5 aplite, 6 calcite-quartz veins; 7 concentrations of ore minerals

Skupienia kruszcowe występujące w żyłach kalcytowo-kwarcowych oraz w marmurach czarnych zbudowane są głównie z pirotynu i pirytu oraz niewielkiej ilości melnikowit-pirytu, chalkopirytu i sfalerytu. W marmurze białym stwierdzono natomiast jedynie piryt, a w marmurze szarym drobne ziarna pirotynu i pirytu gromadzące się w pobliżu sporadycznie występującego epidotu.

W Gębczycach minerały kruszcowe występują rzadziej niż w Przewornie i w znacznie większych ilościach pojawiają się jedynie w marmurach oraz w skale diopsydowo-granatowej (fig. 3). W pozostałych odmianach skał wapienno-krzemianowych, charakteryzujących się przeważnie daleko posuniętymi procesami wietrzenia, świeże ziarna minerałów kruszczowych spotykane są rzadko, natomiast dość często występują drobne grudki wtórnych tlenków żelaza.

W marmurach z Gębczyc minerały kruszcowe tworzą kilkumilimetrowe wprysnięcia występujące prawie zawsze w pobliżu smug minerałów krzemianowych (pl. 2, fig. 2), a w skale diopsydowo-granatowej wydłużone skupienia lub ślepo zakończone żyłki kruszcowe zablizniają drobne spękania skały.

W skałach z Gębczyc skupienia kruszcowe mają taki sam skład mineralny jak skupienia występujące w żyłach kalcytowo-kwarcowych i czarnych marmurach z Przeworna. Dodatkowo stwierdzono występowanie tutaj drobnych ilości melnikowitu.

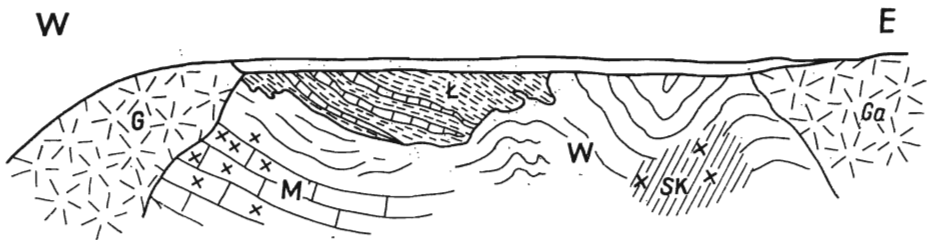


Fig. 3

Profil północnej ściany kamieniołomu w Gębczycach (wg Schuhmachera 1878 i Bereś 1969) z zaznaczeniem występowania minerałów kruszczowych

M marmury, W skały wapienno-krzemianowe, SK skała diopsydowo-granatowa, Ł łupki łuszczyczkowe z apłitami, G granit biotytowy, Ga granit aktynolitowy; krzyżkami zaznaczono występowanie minerałów kruszczowych

Profile of the northern wall of the Gębczyce quarry (after Schuhmacher 1878 and Bereś 1969) showing the occurrence sites of ore minerals

M marbles, W carbonate-silicate rocks, SK diopside-garnet rock, Ł schists with aplites, G biotite-bearing granite, Ga actinolite-bearing granite; ore mineral sites indicated by oblique crosses

CHARAKTERYSTYKA MINERAŁÓW KRUSZCOWYCH

Pirotyn tworzy w skałach z Przeworna i Gębzcyc samodzielne skupienia lub występuje razem z pirytem, chalkopirytem i sfalerytem, które gromadzą się na brzegach skupień kruszcowych. Kontakty pomiędzy pirotynem a chalkopirytem i sfalerytem wskazują na równoczesne powstawanie tych minerałów. Niekiedy jednak pirotyn jest nieco wcześniejszy, co przejawia się zaznaczoną miejscami nieznaczną korozją jego ziarn przez chalkopiryt i sfaleryt. W skałach z Gębzcyc obserwowano również wyraźne współwystępowanie pirotynu z pirytem. W Przewornie stosunek tych dwóch minerałów jest bardziej skomplikowany, ponieważ piryt tworzył się tutaj również jako minerał późniejszy od pirotynu.

Poszczególne ziarna w niektórych skupieniach pirotynu zbudowane są z ułożonych na przemian pasów różniących się odcieniem barwy oraz siłą odbicia światła, a także intensywnością efektów dwójodbicia i anizotropii. Ziarna takie stanowią przerosty heksagonalnej i jednoskośnej odmiany pirotynu (*por.* Arnold 1969).

W żyłach kalcytowo-kwarcowych z Przeworna pirotyn tworzy paromilimetrowe skupienia lub drobne żyłki. Stanowią one równoziarnisty agregat hipautomorficznych ziarn, a w centralnych partiach ziarna te wykazują skłonność do wykształceń automorficznych. Na brzegach skupień pirotyn wnika zatokowo między ziarna kalcytu lub rzadziej kwarcu, a czasami koroduje również czarny marmur (pl. 2, fig. 3). W żyłkach kalcytowo-kwarcowych występują również, widoczne tylko pod mikroskopem, ksenomorficzne ziarna pirotynu wypełniające przestrzenie między słupkami sporadycznie występującego tremolitu (pl. 2, fig. 4).

Skupienia pirotynu w marmurze czarnym są znacznie mniejsze od skupień w żyłach kalcytowo-kwarcowych i stanowią pojedyncze ziarna lub też składają się z dwóch lub trzech ksenomorficznych ziarn. Najczęściej są one postrzępione na brzegach (pl. 2, fig. 3) i wnikają rozgałęzieniami i zatokami między ziarna kalcytu. Pirotyn tworzy również drobne listewki ułożone między słupkami minerałów z szeregu aktynolitu (pl. 3, fig. 1) lub też występuje w formie cienkiej powłoczki wokół tych minerałów.

W marmurach z Gębzcyc skupienia pirotynu osiągają wielkość kilku milimetrów. Z reguły hipautomorficzne ziarna budujące te skupienia mają znaczne wymiary, dochodzące niekiedy do dwóch milimetrów. Minerał ten wnika szerokimi zatokami między ziarna kalcytu (pl. 3, fig. 2) i zamyka jego wrostki.

W skale diopsydowo-granatowej pirotyn tworzy drobne żyłki wnikające ślepo zakończonymi rozgałęzieniami pomiędzy poszczególne jej minerały.

We wszystkich skałach z Gębzcyc pirotyn jest często popekany (pl. 3, fig. 2—3), a spękania zabliznione są wtórnym kalcytem. W pobliżu tych spękań bardzo często obserwuje się kolomorficzne skupienia melnikowitu (pl. 3, fig. 4) oraz melnikowit-pirytu i markasytu. Zastępują one w znacznym stopniu, a nieraz całkowicie, niektóre ziarna lub całe skupienia pirotynu. Podobne struktury zastępowania obserwowano również w pirotynie z Przeworna.

Piryt tworzy w skałach z Przeworna samodzielne skupienia, a rzadziej występuje w towarzystwie sfalerytu i chalkopirytu oraz pirotynu.

W żyłach kalcytowo-kwarcowych i czarnym marmurze z Przeworna piryt tworzy ziarniste agregaty lub pojedyncze kryształy wykształcone w postaci dwunastościanu pięciokątnego oraz sześciianu lub rzadziej w kombinacjach tych dwóch postaci. W ziarnach i kryształach pirytu występują liczne wrostki minerałów niekruszcowych, a czasami pojawiają się również owalne skupienia pirotynu oraz chalkopirytu (pl. 4, fig. 1).

W białym marmurze z Przeworna piryt gromadzi się jako jedyny minerał kruszcowy na powierzchniach spękań międzylawicowych, gdzie tworzy dobrze wykształcone sześciiany o krawędziach dochodzących czasami do dwóch centymetrów.

W Gębzcycach piryty występują najczęściej we wspólnych skupieniach z pirotynem, chalkopirytem i sfalerytem, tworząc w tych skupieniach pojedyncze ziarna lub też agregaty ziarn. Ziarna piryty najczęściej mają postać dwunastościanu pięciokątnego, a krawędzie na kontakcie z pirotynem są równe (pl. 3, fig. 3). Często ziarna piryty, podobnie jak pirotynu, są popękane, a spękania zabiżniają kalcyt.

Chalkopiryty tworzy skupienia o wymiarach rzędu dziesiątych części milimetra, a sporadycznie również skupienia większe dochodzące do jednego milimetra. Mineral ten zwykle towarzyszy pirotynowi, pojawiając się prawie wyłącznie na brzegach skupień kruszcowych (pl. 3, fig. 2), lub rzadziej występuje samodzielnie. Ziarna chalkopiryty są w porównaniu z ziarnami pirotynu kilkakrotnie mniejsze, a jedynie w marmurze z Gębzcyc czasami dorównują im wielkością (pl. 4, fig. 2). Zarówno drobne jak i większe ziarna chalkopiryty mają na kontakcie z kalcytem nierówne brzegi i wnikają między jego ziarna.

Chalkopiryty niekiedy wykazuje dość intensywne efekty anizotropii. Interesującym zjawiskiem jest również występowanie niezmiennych ziarn chalkopiryty w agregatach pirotynu zastąpionych melnikowitem i melnikowit-pirytem (pl. 4, fig. 2).

Sfaleryt w utworach kalcytowo-kwarcowych i czarnym marmurze z Przeworna tworzy samodzielne skupienia o wymiarach od jednego do trzech milimetrów, a rzadziej w drobnych ilościach towarzyszy pirotynowi i pirytowi. W skale diopsydowo-granatowej z Gębzcyc mineral ten wchodzi w skład żyłek pirotynowo-chalkopirytowo-pirytowych. Ziarna sfalerytu są hipautomorficzne (pl. 4, fig. 3) i zawierają czasami drobne wrostki skały otaczającej. Ziarna takie są przeważnie bardzo słabo przeświecające i wykazują czerwonoobrazowe refleksy wewnętrzne. Sfaleryt ulegał intensywnemu popękaniu, a spękania zabiżnione zostały kalcytem.

Melnikowit obserwowany był w utworach kruszcowych z Gębzcyc, gdzie tworzy półkolisty koncentrycznie ułożone skupienia (pl. 3, fig. 4) o typowych kolomorficznym teksturalach. Skupienia te występują wśród partii intensywnie zmienionego pirotynu charakteryzujących się jaśniejszą barwą i słabszymi efektami anizotropii w porównaniu z pirotynem świeżym. Tego rodzaju utwory uważa się (Ramdohr 1960) za produkt pośredni pomiędzy pirotynem a melnikowitem. Proces powstawania melnikowitu zachodził szczególnie intensywnie na brzegach ziarn pirotynu oraz w pobliżu zabiżnionych kalcytem spękań. Melnikowit powszechnie ulega rekrystalizacji, przechodząc w melnikowit-piryty i melnikowit-markasyt.

Melnikowit-piryty występuje w pirotynie (pl. 3, fig. 4), lub też tworzy skupienia, w których zachowują się relikty melnikowitu a także pirotynu (pl. 4, fig. 2). Relikty te szczególnie często obserwowane były w melnikowit-pirytycie występującym w skałach z Gębzcyc, natomiast w Przewornie występują rzadko. Melnikowit-piryty wykazuje nieraz typową po-pirotynową łupliwość oraz ślady koloidalnych struktur melnikowitu (pl. 4, fig. 4).

Markasyt występuje we wspólnych agregatach z melnikowit-pirytem. Tworzy on w pobliżu melnikowitu drobnoziarniste przerosty z melnikowit-pirytem, a w miarę oddalania się od melnikowitu wielkość ziarn zwiększa się. Ziarna markasytu są przeważnie izometryczne a rzadziej listewkowate.

UWAGI O ROZWOJU MINERALIZACJI KRUSZCOWEJ

Utwory kruszcowe z Przeworna i Gębzcyc charakteryzują się identycznym składem mineralnym oraz wykazują podobne cechy strukturalno-teksturalne, zaś wchodzące w ich skład poszczególne minerały kruszcowe tworzyły się w tej samej kolejności (fig. 4) oraz ulegały podobnym

przemianom. W rozpatrywanym zespole najwcześniej powstawał pirotyt, który początkowo tworzył się jako jedyny minerał kruszcowy. W wyniku dalszego rozwoju procesów kruszcowych obok pirotytu zaczął powstawać piryt, chalkopiryt oraz sfaleryt. Po zakończeniu mineralizacji piryto-
-chalkopirytowo-sfalerytowej kontynuowała się w dalszym ciągu mineralizacja pirytowa. W wyniku rozładowywania się naprężeń tektonicznych o nieznacznym natężeniu, minerały kruszcowe ulegały popękaniu, a spękania zbliżniał kalcyt. Po utworzeniu tych spękań zachodziło intensywne zastępowanie pirotytu melnikowitem, który ulegał rekrystalizacji i przeszedł w melnikowit-piryt oraz markasyt.

Fig. 4

Schemat kolejności powstawania minerałów kruszcowych w skałach z Przeworna i Gębzyce
Diagram of succession of ore minerals in the Przeworno and Gębzyce rocks

Minerał	Sukcesja mineralna
Pirotyt	██████████
Piryt	██████████
Chalkopiryt	—
Sfaleryt	—
Melnikowit	██████████
Melnikowit-piryt	██████████
Markasyt	—

Obserwacje mikroskopowe utworów kruszcowych z Przeworna i Gębzyce dostarczyły stosunkowo skąpego materiału pozwalającego precyzyjnie ustalić warunki powstawania tych kruszców.

Występujące w pirotycie przerosty heksagonalnej i jednoskośnej odmiany tego minerału powstają najczęściej w wysokich temperaturach (Ramdohr 1960, Arnold 1962). Ostatnie badania eksperymentalne (Arnold 1969, Yund & Hall 1969) wykazały jednak, że odmiany te tworzą się w szerokim zakresie temperatur i nie mogą być używane jako termometr geologiczny.

Ciemna barwa sfalerytu oraz czerwono-brązowe refleksy wewnętrzne wskazujące na wysoką zawartość żelaza pozwalają przypuszczać, że mineralizacja kruszcowa powstawała w stosunkowo wysokich temperaturach, zbliżonych do 250° C.

Kolejność wytrącania się siarczków żelaza świadczy o początkowym niedoborze, a następnie stopniowym zwiększaniu się stężenia jonów siarki w roztworach kruszcowych. Zwiększona zawartość jonów siarki była również przyczyną zastępowania pirotytu melnikowitem, a proces ten zachodził już w niskich temperaturach. Zastępowanie pirotytu melnikowitem, według P. Ramdohra (1960), najczęściej ma miejsce w warunkach hipergenicznych. W rozważanym przypadku należy jednak wykluczyć możliwość hipergenicznego powstawania melnikowitu, ponieważ minerał ten występuje w towarzystwie chalkopiryty, który nie ulega zastępowaniu minerałami wtórnymi. Podobne endogeniczne procesy zastępowania

pirotynu melnikowitem obserwowane były wielokrotnie przez A. G. Bechtina (1964).

Utworki kruszcowe Przeworna i Gębzcyc wykazują znaczne podobieństwo do pomagmowych utworów kruszczowych występujących w granitoidach strzelińskich (por. Olszyński 1972). Podobieństwa te wyrażają się występowaniem pirotynu z charakterystycznymi przerostami odmiany heksagonalnej i jednoskośnej, anizotropowego chalkopiryty, żelazistego sfalerytu oraz piryty. Wymienione minerały powstawały tutaj w podobnej kolejności. Podobnie też w obu typach utworów powstałe w kruszczach szczeliny zabiłniał kalcyt, a pirotyn ulegał endogenicznemu zastąpieniu melnikowitem, melnikowit-pirytem i markasytem. W utworach kruszczowych Przeworna i Gębzcyc, w przeciwieństwie do takich utworów z granitoidów strzelińskich, nie występuje molibdenit, bizmut rodzimy, waleryt i kubanit, a także brak jest struktur rozpadu sfalerytu i chalkopiryty.

Dość daleko idące podobieństwa paragenez kruszczowych z Przeworna i Gębzcyc oraz paragenez z samych granitoidów sugerują, że minerały kruszczowe utworzyły się również tutaj w wyniku oddziaływania pomagmowych roztworów związanych z waryscyjską intruzją granitoidów strzelińskich. Procesy kruszczowe w marmurach i skałach krzemianowych miały charakter hydrotermalnych procesów średnio- i niskotemperaturowych, natomiast nie uwidoczniły się etapy wyższych temperatur, które w samych granitoidach odznaczały się znacznym natężeniem.

W Gębzcycach rozważane utworki kruszczowe występują w skałach, w których zaznaczyły się procesy kontaktowego oddziaływania magmy granitowej (Bereś 1969). Prawdopodobnie analogiczne procesy zachodziły również w marmurach Przeworna, o czym może świadczyć obecność epidotu oraz minerałów z szeregu aktynolitu.

Nagromadzenie się minerałów kruszczowych w skale diopsydowo-granatowej oraz wyraźny przestrzenny związek kruszców w marmurach Gębzcyc ze smugami minerałów krzemianowych, a w marmurach Przeworna z minerałami szeregu aktynolitu sugeruje, że hydrotermalne procesy kruszczowe stanowiły kontynuację procesów kontaktowych. W świetle dyskusyjnych poglądów na pochodzenie skał osłony masywu strzelińskiego udowodnienie genetycznego związku opisywanej mineralizacji kruszczowej z procesami kontaktowymi wymaga jednak szerszych badań petrograficznych.

*Instytut Geologii Podstawowej
Uniwersytetu Warszawskiego*

*02-089 Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93
Warszawa, w marcu 1973 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- ARNOLD R. G. 1962. Equilibrium relations between pyrrhotite and pyrite from 325 to 743°C. — *Econ. Geol.*, vol. 57, no. 1. Lancaster.
- 1969. Pyrrhotite phase relations below $304 \pm 6^\circ\text{C}$ at < 1 atm total pressure. — *Ibidem*, vol. 64, no. 4.
- BEHR J. 1921. Erläuterungen zur Geologischen Karte v. Preussen. Blatt Strehlen. — Preuss. Geol. Landesanstalt. Berlin.
- BEREŚ B. 1969. Petrografia granitu Strzelina i okolicy (Petrography of granite of the environments of Strzelin). — *Arch. Miner.*, vol. 27, no. 2. Warszawa.
- BETECHTIN A. G. & *al.* 1964. Strukturno-tekturnye osobennosti endogenykh rud. Nedra. Moskva.
- BORKOWSKA M. 1961. Note on the lime-silicate rocks from Sambrowiczki in the Strzelin Granite Massif (Lower Silesia). — *Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. Géogr.*, vol. 9, no. 1. Varsovie.
- KOWALSKI W. 1967. Geochemia potasu, sodu, wapnia, rubidu, ołowiu, baru i strontu w granitoidach sudeckich i ich pegmatytach (Geochemistry of potassium, sodium, calcium, rubidium, lead, barium, and strontium in Sudetic granitoids and their pegmatites). — *Arch. Miner.*, vol. 27, no. 1. Warszawa.
- OBERC J. 1966. Geologia krystaliniku Wzgórz Strzelińskich (Geology of crystalline rocks of the Wzgórz Strzelińskie hills, Lower Silesia). — *Studia Geol. Pol.*, vol. 20. Warszawa.
- OLSZYŃSKI W. 1972. Pomagmowa mineralizacja kruszcowa w granitoidach Strzelina (Post-magmatic ore mineralization on the Strzelin granitoids, Lower Silesia). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 22, no. 1. Warszawa.
- RAMDOHR P. 1960. Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Berlin.
- ROSE G. 1867. Beitrag zur Stratigraphie, Paläogeographie und Tektonik des nordmährischen Devons. In: Erläuterungen zu der geognost. Karte von niederschlesischen Gebirge usw. *Justus Roth*. Berlin.
- SCHEUMANN K. H. 1936. Sudetische Studien III. Konglomerattektonite und ihre Begleitgesteine in der epizonalen Schieferscholle südlich von Strehlen in Schlesien. — *Miner. Petrogr. Mitt.*, Bd. 48. Leipzig.
- SCHUHMACHER E. 1878. Die Gebirgsgruppe des Rummelsberges bei Strehlen. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, Bd. 30. Berlin.
- TRAUBE H. 1888. Die Mineralien Schlesiens. Wrocław.
- WOJCIK L. 1968. The Strzelin granitoid massif and its cover. — *Biul. Inst. Geol.* 227. Warszawa.
- YUND R. A. & HALL H. T. 1969. Hexagonal and monoclinic pyrrhotites. — *Econ. Geol.*, vol. 64, no. 4. Lancaster.

SUMMARY

ABSTRACT: Among the marbles and silicate rocks in the metamorphic cover of the Strzelin granitoid massif (Lower Silesia), the occurrence has been observed of ore minerals formed in result of hydrothermal processes. Since the assemblage of these minerals resembles the post-magmatic ore products encountered in the Strzelin granitoids, it seems reasonable to suppose that the postmagmatic ore processes here were widespread and also involved the metamorphic cover of the granitoids.

Among the rocks of the metamorphic cover of the Strzelin granitoids in Lower Silesia, the presence has been noted of ore minerals, the greatest concentrations of which occur in some of the marbles and silicate rocks exposed at Przeworno and Gębozyce (Fig. 1).

At Przeworno black marbles subjected to the strongest mineralization (Fig. 2), while only isolated ore grains have been observed in white, banded (Pl. 1, Fig. 1) and gray marbles. The ore minerals occur in small calcite-quartz veinlets (Pl. 1, Fig. 2; Pl. 2, Fig. 1) and impregnate the neighboring black marble (Fig. 2).

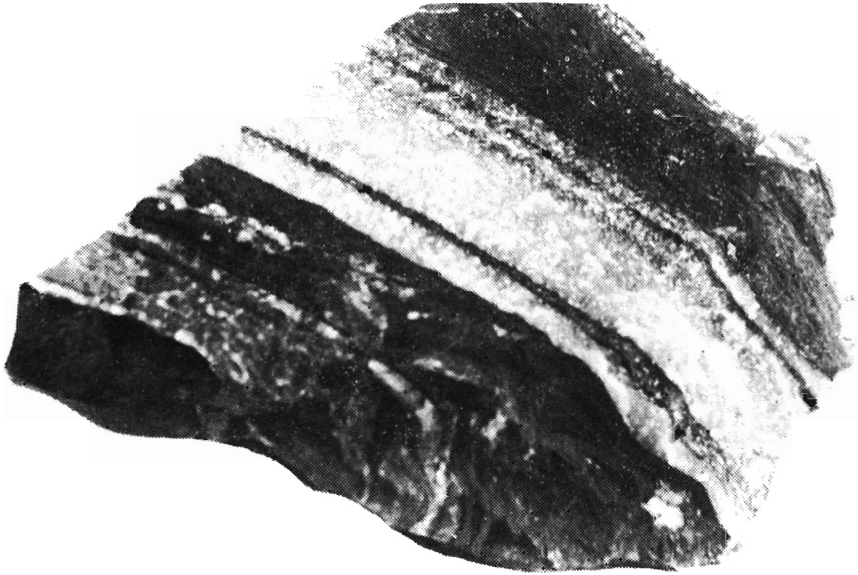
At Gębczyce the ores have been found in marbles and in a diopside-garnet rock. In marbles, the ore concentrations accompany streaks of silicate minerals (Pl. 2, Fig. 2), while in the diopside-garnet rock they heal the smaller fissures.

The main constituents of the ore-mineral assemblages at Przeworno and Gębczyce are: pyrrhotite (Pl. 2, Figs 3—4; Pl. 3, Figs 1—4), pyrite (Pl. 3, Figs 1, 3; Pl. 4, Fig. 1), while chalcocopyrite (Pl. 3, Fig. 2; Pl. 4, Figs 1—2), sphalerite (Pl. 4, Fig. 3), melnicovite-pyrite (Pl. 3, Figs 3—4; Pl. 4, Figs 2, 4) and marcasite occur in smaller amounts. Melnicovite (Pl. 3, Fig. 4) is, moreover, reported from Gębczyce.

Within the assemblage considered, pyrrhotite (Fig. 4) was the earliest and initially the only ore mineral to be formed. In result of the further progress of ore mineralization, pyrite, also chalcocopyrite and sphalerite were formed besides pyrrhotite. The mineralization of pyrite continued after the completion of that of pyrite-chalcocopyrite-sphalerite. In result of a slackening of the minor tectonic stresses, the ore minerals were cracked and the fissures healed by calcite (Pl. 3, Fig. 3). The formation of these fissures was followed by strong replacement of pyrrhotite by melnicovite which underwent recrystallization and passed into melnicovite-pyrite and marcasite.

The assemblage of the presented ore minerals strongly resembles the post-magmatic ores encountered in the Strzelin granitoids (cf. Olszyński 1972); it formed owing to hydrothermal, medium and low temperature processes which probably continued the contact processes. This indicates that the post-magmatic processes, associated with the Variscan intrusion of the Strzelin granitoids, involved the granitoids as well as their metamorphic cover.

*Institute of Geology
of the Warsaw University
02-089 Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93
Warsaw, March 1973*



1



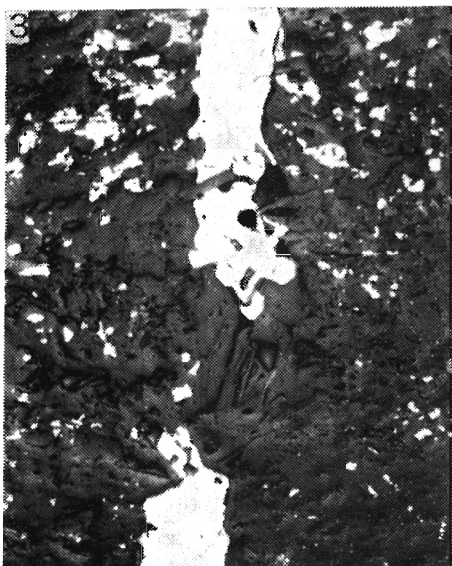
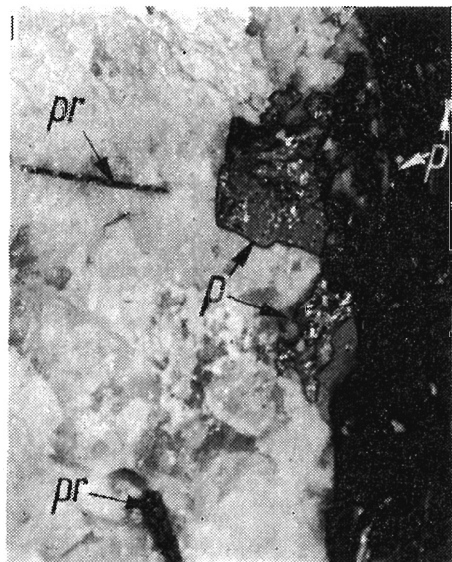
2

1 — Marmur pasiasty z Przeworna; w. nat.

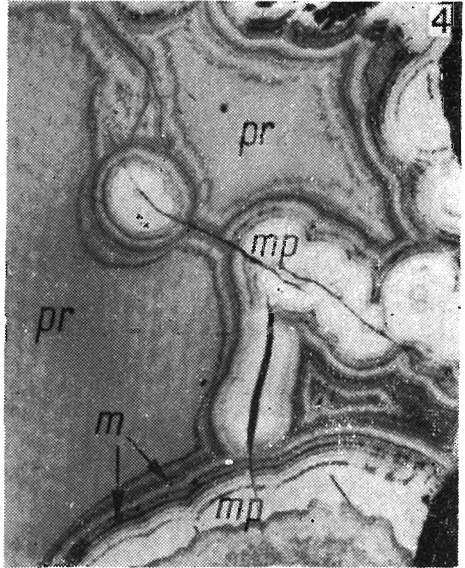
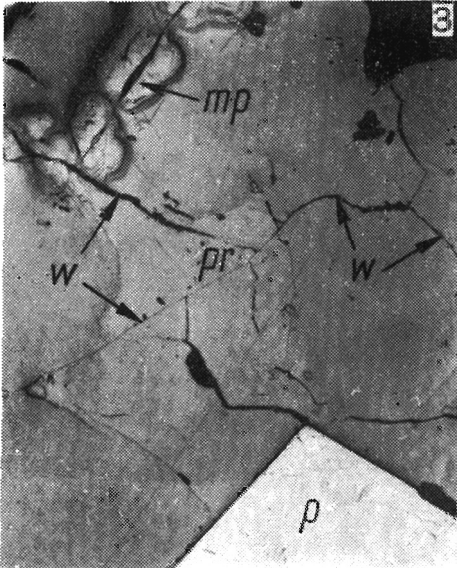
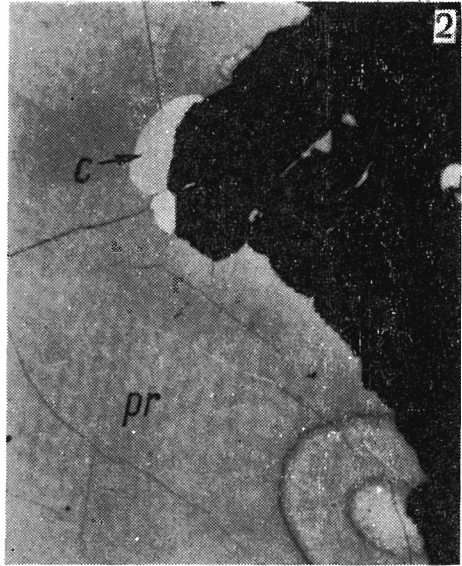
2 — Marmur czarny z Przeworna z żyłami kalcytowo-kwarcowymi; w. nat.

1 — Banded marble from Przeworno; nat. size.

2 — Black marble from Przeworno with calcite-quartz veins; nat. size.



- 1 — Piryt (*p*) i pirotyn (*pr*) w żyłę kalcytowo-kwarcowej i czarnym marmurze z Przeworno; $\times 1.5$.
 - 2 — Minerale kruszcowe (*k*) w marmurze z Gębczyce; w. nat.
 - 3 — Pirotyn (*biały*) w żyłę kalcytowo-kwarcowej oraz w marmurze czarnym z Przeworno; światło odbite, $\times 100$.
 - 4 — Pirotyn (*biały*) pomiędzy słupkami tremolitu w żyłę kalcytowo-kwarcowej z Przeworno; światło odbite, $\times 370$.
-
- 1 — Pyrite (*p*) and pyrrhotite (*pr*) in a calcite-quartz vein and in black marble from Przeworno; $\times 1.5$.
 - 2 — Ore minerals (*k*) in Gębczyce marble; nat. size.
 - 3 — Pyrrhotite (*white*) in a calcite-quartz vein and in black marble from Przeworno; reflected light, $\times 100$.
 - 4 — Pyrrhotite (*white*) among tremolite in a calcite-quartz vein from Przeworno; reflected light, $\times 370$.



1 — Pirotyn (*pr*) i piryt (*p*) w marmurze czarnym z Przeworna; światło odbite, X 150.

2 — Pirotyn (*pr*) i chalkopiryt (*c*) w marmurze z Gębczyce; światło odbite, X 370.

3 — Pirotyn (*pr*), piryt (*p*) i melnikowit-piryt (*mp*) w marmurze z Gębczyce; spękania w pirotynie zabliźnione kalcylem (*w*); światło odbite, X 100.

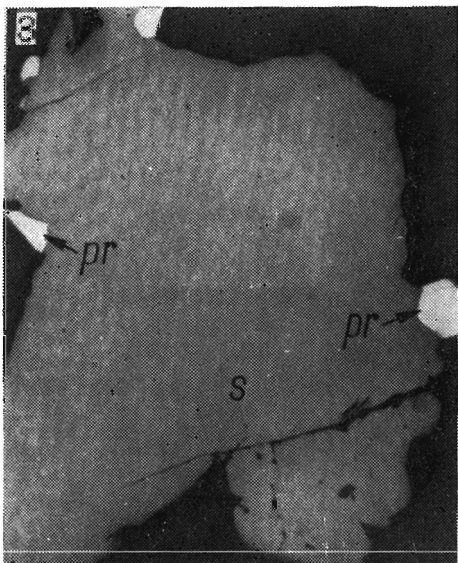
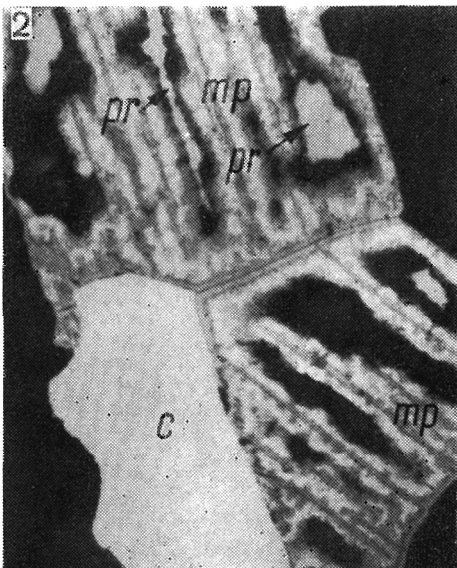
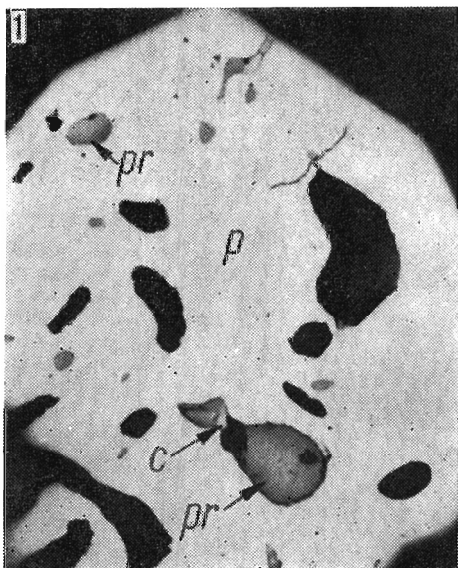
4 — Melnikowit (*m*) zastępowany melnikowit-pirytem (*mp*) w pirotynie (*p*), występujące w marmurze z Gębczyce; światło odbite, X 150.

1 — Pyrrhotite (*pr*) and pyrite (*p*) in black marble from Przeworna; reflected light, X 150.

2 — Pyrrhotite (*pr*) and chalcopyrite (*c*) in Gębczyce marble; reflected light, X 370.

3 — Pyrrhotite (*pr*), pyrite (*p*) and melnicovite-pyrite (*mp*) in Gębczyce marble; cracks in pyrrhotite healed by calcite (*w*); reflected light, X 100.

4 — Melnicovite (*m*) replaced by melnicovite-pyrite (*mp*) in pyrrhotite (*p*) in Gębczyce marble; reflected light, X 150.



- 1 — Piryt (*p*) z wrostkami minerałów niekruszcowych (czarne) oraz skupieniami pirotynu (*pr*) i chalkopirytu (*c*) w żyłę kalcytowo-kwarcowej z Przeworna; światło odbite, $\times 150$.
 - 2 — Melnikowit-piryt (*mp*) z relikdami pirotynu (*pr*) oraz chalkopirytem (*c*) w marmurze z Gębczyc; światło odbite, $\times 150$.
 - 3 — Sfaleryt (*s*) z pirotynem (*pr*) w żyłę kalcytowo-kwarcowej z Przeworna; światło odbite, $\times 150$.
 - 4 — Melnikowit-piryt (*biały*) w marmurze z Przeworna; światło odbite, $\times 100$.
- 1 — Pyrite (*p*) with inclusions of non-ore minerals (black) and with pyrrhotite (*pr*) and chalcopyrite (*c*) aggregates in a calcite-quartz vein from Przeworno; reflected light, $\times 150$.
 - 2 — Melnicovite-pyrite (*mp*) with relics of pyrrhotite (*pr*) and chalcopyrite (*c*) in Gębczyce marble; reflected light, $\times 150$.
 - 3 — Sphalerite (*s*) with pyrrhotite (*pr*) in a calcite-quartz vein from Przeworno; reflected light, $\times 150$.
 - 4 — Melnicovite-pyrite (*white*) in Przeworno marble; reflected light, $\times 100$.