ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Nr 37 Górnictwo z.3 1961

JAN KUHL

ŁAWICOWY SYDERYT ILASTY Z WARSTW ORZESKICH W GÓRNOŚLĄSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

Syderyty ilaste wykształcone w postaci sferosyderytów ilastych są rudami ogólnie znanymi w karbonie. Sferosyderyty występują we wszystkich poziomach stratygraficznych karbonu produktywnego. C.Gaebler (1909) (strona 241) zauważa, że sferosyderyty występują najliczniej w bogatych w skały ilaste warstwach górnorudzkich i orzeskich. Spostrzeżenia C.Gaeblera potwierdzić należy w zupełności.

Autor ten wymienia miejscowości Orzesze, Bujaków, Jaśkowice, w których sferosyderyty ilaste, występujące w warstwach orzeskich stanowiły przedmiot skwapliwej eksploatacji. Eksploatowane tam sferosyderyty wykazywały często ciężar około jednego cetnara. Grubość ławic łupków, w których występują sferosyderyty określa Gaebler w granicach 0,15-1,04 m. Zawartość Fe w eksploatowanych syderytach miała się wahać od 17-42%.

Gaebler opisuje jednak tylko złoża sferosyderytów, nie wspomina jednak nigdzie o ławicowych (pokładowych) syderytach ilastych. Natomiast opisuje on sferosyderyty, występujące w samych pokładach węglowych, które w odróżnieniu od sferosyderytów ilastych występujących w skałach towarzyszących pokładom węglowym, nazywa syderytami węglowymi. Syderyty węglowe występują w postaci kulistych lub elipsoidalnych konkrecji wielkości 3-8 mm. Budowa ich jest odśrodkowo-promienista. Niekiedy spotyka się je w postaci soczew o grubości 0,2-0,3 m i długości do 3 m. Syderytów węglowych w postaci uwarstwionych wkładek w pokładach węglowych znanych w Anglii pod nazwą Blackband i występujących także w Zagłębiu Ruhry, dotychczas nie stwierdzono w Zagłębiu G.Śląska. Wedle Gaeblera zawartość Fe w syderytach węglowych waha się od 20-35%.

R.Michael (1913) uzupełnia w pewnym stopniu opis karbońskich rud żelaza w naszym Zagłębiu, podanym przez Gaeblera. Między innymi podaje on (str.86) skład chemiczny syderytu węglowego z pokładu Jakub (410/411). Skład ten jest następujący: SiO_2 0,14, Fe_2O_3 43,50, MnO 0,69, CaO 5,83, MgO 5,97, CO_2 37,03, P_2O_5 0,48, części organiczne 8,0, H_2O 0,22%. Przy opisie sferosyderytów ilastych podaje Michael, że w niektórych miejscach występowania wymiary ich buł osiągają 1 m grubości i 2 m długości. Autor ten wspomina również o syderytach pokładowych utrzymując, że ich występowanie ogranicza się do grupy łękowej ("Das flözartige Auftreten der Toneisensteine ist auf die Muldengruppe beschränkt, str.88). Genezy sferosyderytów ilastych, syderytów węglowych i tzw. pokładowych syderytów, obydwaj wymienieni autorzy nie tłumaczą.

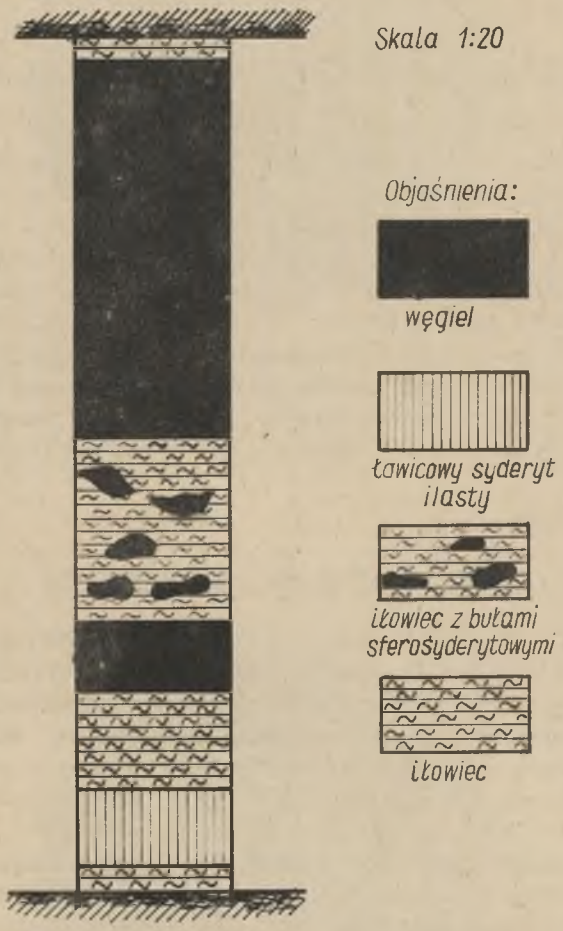
W czasie wykonywania pracy nad skałami towarzyszącymi pokładom węgla, zebrałem szereg próbek sferosyderytów ilastych z różnych poziomów stratygraficznych, które zostały przeanalizowane w Zakładzie Petrografii Stosowanej GIG (1957). Z analiz wynika, że skład chemiczny sferosyderytów ilastych jest różny. Zawartość w nich Fe, które występuje jako Fe^{2+} i Fe^{3+}, wykazuje wahania od 23,54 do 39,06%. Pewna część $FeCO_3$ jest zastąpiona izomorficznie przez $MgCO_3$.

Pod koniec 1957 r. stwierdziłem w budującej się płytkiej kopalni w obszarze Brady, występowanie ławicowego syderytu ilastego. Mikroskopowe i chemiczne badania tej rudy, stanowią przedmiot niniejszej pracy.

Opis występowania ławicowego syderytu ilastego

Profil złoża odsłoniętego chodnikiem kopalni, w którym występuje ławica syderytu ilastego, przedstawia rysunek 1. Z rysunku tego widzimy, że w stropie chodnika występują iłowce, przechodzące po rozciągłości w piaskowce. Skały te odsłonięte są zaledwie w kilku miejscach chodnika. O ich grubości nie można nic powiedzieć z powodu braku wyższych odsłonięć. Bezpośrednio pod tymi skałami leży pokład węgla o zmiennej grubości 100-120cm, który wedle przyjętej identyfikacji ma mieć numer 308. Pod pokładem węgla spotyka się ławicę iłowców o grubości wahającej się od 40 do 80 cm (przeciętnie około 50 cm),

w której tkwią miejscami mniejsze lub większe skupienia sferosyderytów. Pod opisaną ławicą iłowców leży znowu cienki pokładzik węgla o grubości 10-20 cm, który przykrywa ławicę iłowców grubości 15-40 cm (a nawet 50 cm).



Rys.1. Schematyczny profil przez pokład węgla i ławicę syderytu ilastego

Iłowce te przykrywają ławicę syderytu ilastego o zmiennej grubości 10-15-20-25-30 cm. Pod ławicą syderytów leżą znowu iłowce, których grubości nie pomierzono, ze względu na brak odpowiednio głębszego odsłonięcia.

Z powyższego opisu najbardziej istotnym jest ten szczegół, że ławica syderytowa występuje przeciętnie 90 cm poniżej eksploatowanego pokładu węgla, co może być ważne przy ewentualnym opracowaniu projektu jej eksploatacji.

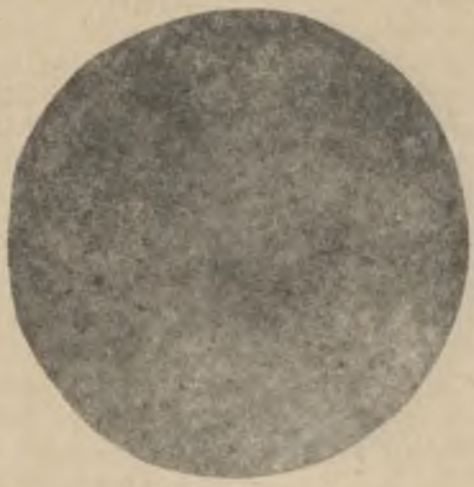
Megaskopowa charakterystyka ławicowego syderytu

Ławicowy syderyt ilasty jest skałą barwy ciemnoszarej, względnie szarobrunatnawej. Barwa szarobrunatna występuje wyraźniej, gdy syderyt znajduje się przez pewien czas pod działaniem czynników utleniających np. wody. Uwarstwienie występuje na nim bardzo niewyraźnie. W dotyku jedne próbki są mniej, inne bardziej szorstkie. Twardość wedle skali Mohsa 4-5. Przełam zazwyczaj nierówny, muszlowaty. Pod silnym uderzeniem rozdrabnia się nieprawidłowo. Zdarzają się jednak próbki, które rozpadają się pod uderzeniem wedle płaszczyzn uwarstwienia. Gęstość zmienia się w pionie i po rozciągłości ławicy od 3,2 do 3,7.

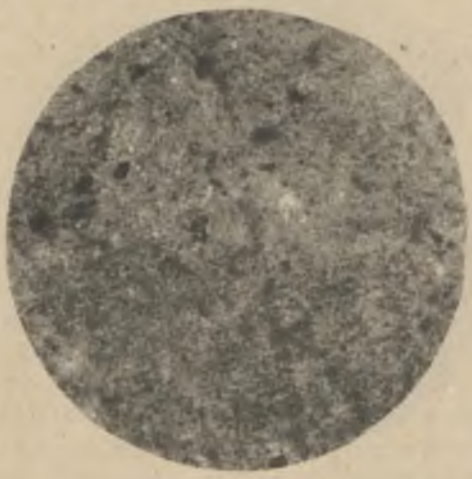
Charakterystyka mikroskopowa

Badany pod mikroskopem w płytkach cienkich syderyt ławicowy nie wykazuje stale jednakowej struktury. Syderyty o małej zawartości minerałów towarzyszących np. kwarcu, wykazują z reguły strukturę zbitą, częściowo nawet amorficzną lub bardzo drobnoziarnistą o wielkości ziarn $<0,02$ mm (rysunki 2,3). Przy zastosowaniu dużego powiększenia (około 800 razy), dostrzega się, że węglany żelaza otoczone są blado brunatnawą masą, słabo przeświecającą, bardzo mało reagującą przy skrzyżowanych nikolach. Masę tę uważam za żelazisty żel, czyli za limonit.

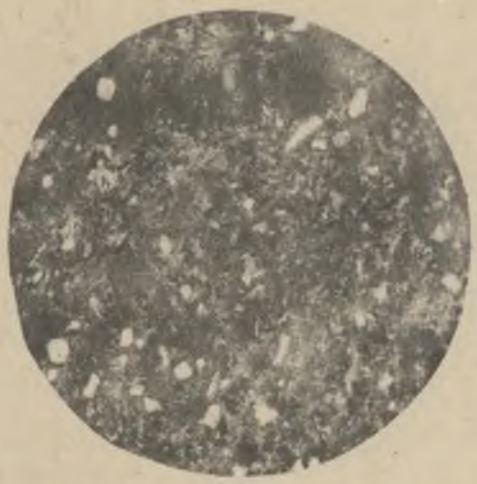
Syderyty o większej zawartości kwarcu wykazują strukturę bardziej ziarnistą. Należy jednak zaznaczyć, że ziarnistość ta nie dotyczy substancji syderytycznej, która jest stale zbita lub bardzo drobnoziarnista, ale minerałów towarzyszących. Wraz z zawartością minerałów towarzyszących wzrasta porowatość syderytów. W miarę zwiększania się zawartości minerałów towarzyszących syderyt staje się tak dalece podobny do skały piaszczystej, że zachodzi pytanie, czy nazywać go syderytem piaszczy-



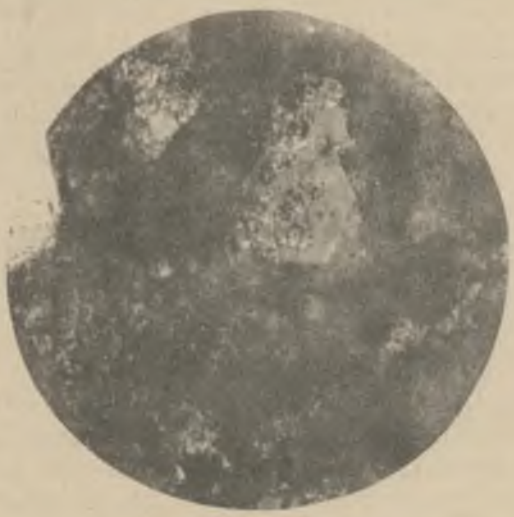
Rys.2. Zbita, częściowa amorficzna struktura syderytu. Światło spolaryzowane, nikole skrzyżowane, powiększenie 80 x.



Rys.3. Bardzo drobnoziarnista struktura syderytu. Światło spolaryzowane, nikole skrzyżowane, powiększenie 80 x



Rys.4. Syderyt piaszczysty (piaskowiec syderytyczny). Białe (często klinowato wykształcone) ziarna kwarcu. Światło spolar., nikole skrzyż., powiększenie 80 x



Rys.5. Ziarna kwarcu resorbowane przez substancję syderytową. Światło spolar., nikole skrzyż., powiększenie 80 x

stym, czy piaskowcem syderytowym (rysunek 4). Skład mineralny omawianych syderytów przy powierzchownym badaniu wydaje się być prosty. Obok syderytu stwierdza się pewne ilości kalcytu, kwarc, chalcedon, muskowit, rzadko schlorytyzowany biotyt, skalenie, hematyt, względnie hydrohomatyt, limonit, zniszczone makro i mikrospory, detrytus humityczny oraz charakterystyczne ciała izotropowe, których dokładniejszą charakterystykę podam poniżej.

Opisane wyżej minerały jak kwarc, skalenie, chalcedon są oblepione substancją syderytową a czasem także substancją humityczną, skutkiem czego ich dokładniejszy opis w szlifie cienkim staje się niemożliwy. Na szczególną uwagę zasługują pola widzenia w mikroskopie, w których kwarc jest wyraźnie resorbowany a nawet wypierany przez syderyt (rysunek 5). Zrosty syderytu z kwarcem są bardzo ścisłe (rysunek 6).

W celu dokładniejszego opisu minerałów towarzyszących postanowiłem je wydzielić przez kruszenie do 0,3 mm, a następnie przez rozdzielenie w cieczach ciężkich na 3 frakcje, a mianowicie o gęstości $<2,7$, $>2,7<3,4$ i $>3,4$. Jako ciecze ciężkie stosowałem bromoform (produkcji krajowej) i jodek metylenu.

Skład mineralny frakcji 2,7

W frakcji $<2,7$ stwierdzono: kwarc, chalcedon, skalenie, kaolinit, gips, ciała izotropowe (szkliwo), detritus węglowy, szczątki mikro i makrospor.

Kwarc

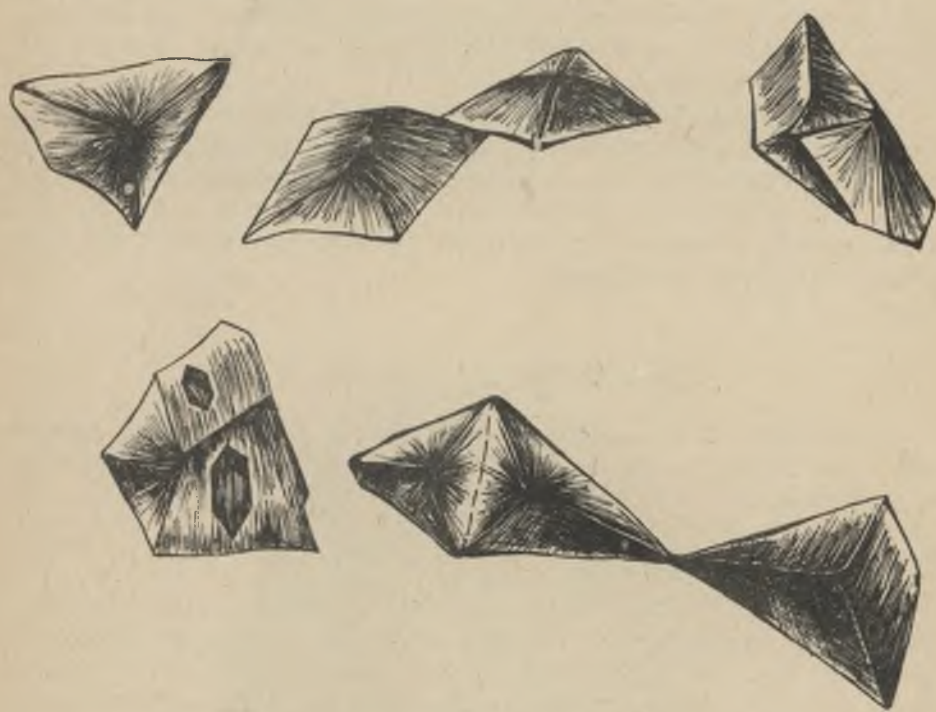
Kwarc w ziarnach łatwo oddzielających się od masy syderytowej występuje w niewielkich ilościach. Przeważnie jest on, jak to zobaczymy przy opisie frakcji cięższej, ściśle z nią pozrastany. Ziarna kwarcu oddzielające się łatwiej od masy syderytowej, nie są zupełnie czyste. Przeważnie pokryte są one osadem huminów, które barwią je oliwkowo-brunatno lub węglanami żelaza. Te pokrywy huminowo-syderytowe utrudniają poważnie rozpoznanie morfologii ziarn kwarcowych a także innych minerałów, jak skaleni. Aby to uczynić, należało pokrywy te usunąć. W tym celu frakcję $<2,7$ poddałem trawieniu w gorącym 10% HCl przez 4 godziny. Po upływie tego czasu, osad odsączałem i po przemyciu i wysuszeniu poddawałem ją mikro-

skopowemu badaniu. W oczyszczonej HCl frakcji stwierdziłem, że występujący w niej materiał należy podzielić na 3 grupy: kwarc detrytyczny (alochtoniczny) kwarc autogeniczny, chalcedon i opal.

W grupie kwarcu detrytycznego wyróżnia się 2 rodzaje ziarn:

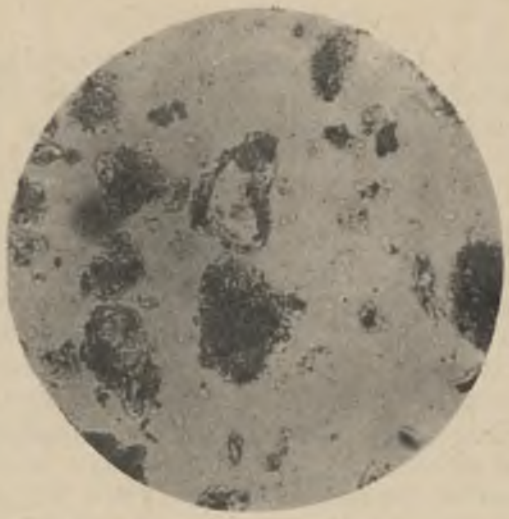
1) Ziarna otoczone, częściowo zregenerowane o wielkości 0,04-0,11 mm, mające cechy kwarcu granitowego.

2) Ziarna o charakterystycznych ostrych krawędziach i jak gdyby wyłupanych ścianach (rysunek 7).



Rys.7. Ziarna kwarcu pirogenicznego. Na jednym ziarnie widoczne wrostki cyrkonu. Powiększenie 300 x

Ziarna te zawierają często wrostki gazowe, ciekłe jak również minerałów akcesorycznych - najczęściej cyrkonu (rysunek 7). Ten rodzaj kwarcu uważam za kwarc pirogeniczny. Kwarc autogeniczny wykazuje średni współczynnik załamania 1.550 (a więc odpowiadający raczej chalcedonowi). Ziarna jego są przeźroczyste bez wrostków.



Rys.6. Oddzielone w cieczy ciężkiej zrosty kwarcu z substancją syderytową. Jasne części ziarn - kwarc, ciemniejsze - syderyt. Światło spolar., nikole skrzyż., powiększenie 80 x

Rys.8. Chalcedon o budowie włóknistej (ziarno w środku pola widzenia). Światło spolaryzowane, nikole skrzyżowane, powiększenie 160 x

Chalcedon

Minerał ten spotyka się rzadko. Występuje on w postaci kulistych konkrecji. Stwierdzono także parę osobników o budowie włóknistej (rysunek 8).

Skalenie

Wśród skaleni wyróżniono: ortoklaz oraz albit. Stwierdzono ortoklaz detrytyczny (alochtoniczny) i autogeniczny. Ten ostatni występuje w zupełnie świeżych, idiomorficznych kryształkach wielkości około 0,3 mm. Te same spostrzeżenia dotyczą również albitu. Stwierdzono, że autogeniczny albit powstał w ostatniej fazie tworzenia się ławicy syderytowej. Rysunek 9 przedstawia wypieranie syderytu przez albit. Podobnego rodzaju albityzację dolomitów kaukaskich opisują N.I.Jegorow i A.S.Marfunin 1958.

Kaolinit

Minerał ten występuje w postaci drobnych łusek wykazujących niską dwojłomność i średni współczynnik załamania 1,560. Spotykamy go w większych ilościach w bardziej piaszczystych partiach ławicy syderytowej.

Ciała izotropowe

Prawie w każdej z badanych próbek stwierdzono ciała barwy żółtozielonej o nieforemnych, ostrokrawędzistych pokrojach, które przy nikolach skrzyżowanych są albo zupełnie izotropowe, albo lekko anizotropują. Wielkość tych ciał dochodzi do 0,1 a nawet do 0,2 mm. Wiele z tych ciał wykazuje zmętnienie i pewien rozkład. Współczynniki załamania światła tych ciał wykazują wahania od 1,530 do 1,580. Opisywane izotropowe ciała uważam za szkliwo wulkaniczne. Szkliwo to odpowiadałoby współczynnikami załamania i gęstością szkliwa takich skał jak andezyty względnie tefryty leucytowe (Frank F.Grout, str. 114, 1932). Niektóre szkliwa mają postać drobnych kuleczek wielkości 0,02-0,04 mm. Ciała te są zupełnie przeźroczyste. Przy nikolach skrzyżowanych wykazują one jednak charakterystyczne krzyże interferencyjne. C.S.Ross i R.L.Smith 1955 wykazali, że szkliwa zawierają także pewne ilości wody oraz pierwiastki gazowe, jak F,Cl. Współczynników załamania światła tych ciał nie zdołałem określić. Zawartość szkliwa obliczyłem tylko planimetrycznie.

Opal

Minerał ten występuje bardzo rzadko w postaci bezbarwnych izotropowych ziarn o współczynniku załamania światła 1,45. Nie ująłem go ilościowo w tablicy II.

Gips

Minerał ten stwierdziłem tylko w dwóch próbkach w postaci wydłużonych tabliczek o niższych od balsamu kanadyjskiego współczynnikach załamania światła i dużym kącie ściemniania c/z = 52°. Optycznie (+).

Skład mineralny frakcji > 2,7 < 3,4

W frakcji > 2,7 < 3,4 stwierdzono następujące minerały: kalcyt, zrosty kwarcu względnie szkliwa z syderytem, muskowit, chloryt (biotyt), apatyt i ciała izotropowe (szkliwo).

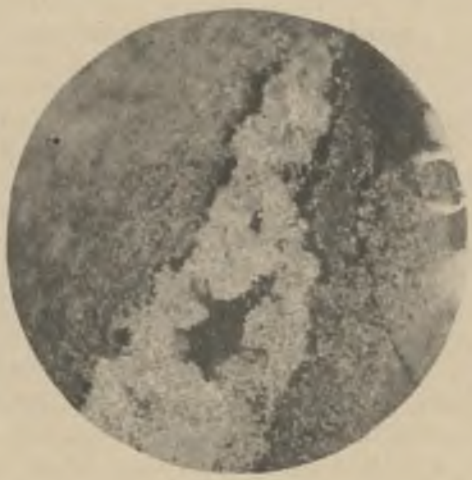
Kalcyt

Minerał ten występuje przeważnie w postaci nieforemnych skupień wielkości 0,05-0,2 mm, które tworzą wypełnienia porów i próżni w masie syderytowej (rysunek 10). Od syderytu wyróżnia się o wiele jaśniejszą barwą, grubszą strukturą, a przede wszystkim znacznie niższymi współczynnikami załamania światła.

Zrosty kwarcu względnie szkliwa z syderytem

Zrosty kwarcu z syderytem są najbardziej charakterystyczne w składzie mineralnym badanych syderytów. Najczęściej pozrastane ze syderytem są ziarna o wymiarach 0,01-0,1 mm. Ziarna grubsze bywają rzadziej pozrastane. Na zrostach tych widać wyraźnie, że syderyt osadzał się na ziarnach kwarcowych (rysunki 5,6) względnie okruchach szkliwa, przy czym ziarna te uległy poważnemu ponadgryzaniu a nawet prawie całkowitemu rozpuszczeniu. Oddzielanie mechaniczne syderytu od kwarcu w drobnych zrostach tj. poniżej 0,1 mm w skali przemysłowej jest bardzo trudne i z punktu widzenia ekonomiki może okazać się nieopłacalne. Genezę tych zrostów omówię poniżej.

Rys.9. Albit (ziarno w środku pola widzenia o wielokrotnych prążkach bliźniaczych) wypierający substancję syderytową. Nikole skrzyż., powiększenie 160 x



Rys.10. Żyłka kalcytowa (jasna podłużna plama) w syderycie. Światło spolaryzowane, nikole skrzyżowane, powiększenie 40 x

Muskowit

Muskowit występuje w postaci wydłużonych blaszek długości od 0,02 do 0,3 mm, zwyczajnie w stanie bardzo świeżym (rysunek 11).

Chloryt (biotyt)

Chloryt występuje raczej rzadko, spotkano go tylko w jednej próbce.

Apatyt (fosforyt)

Apatyt występuje w postaci zazwyczaj wydłużonych beleczek wielkości 0,06 mm, barwy zielonawo-żółtej lub bezbarwnych, o charakterze optycznym (-) i średnim współczynniku załamania światła 1.640. Dwójłomność niska.

Ciała izotropowe (szkliwo)

Występujące ciała izotropowe są barwy brunatno-żółtawej o wielkości ziarn około 0,06 mm i współczynniku załamania światła 1,618. Ciężar właściwy i współczynniki załamania wskazują, że izotropowe ciała tej frakcji należałoby uważać za szkliwo bazaltowe (palagonitowe).

Skład mineralny frakcji > 3.4

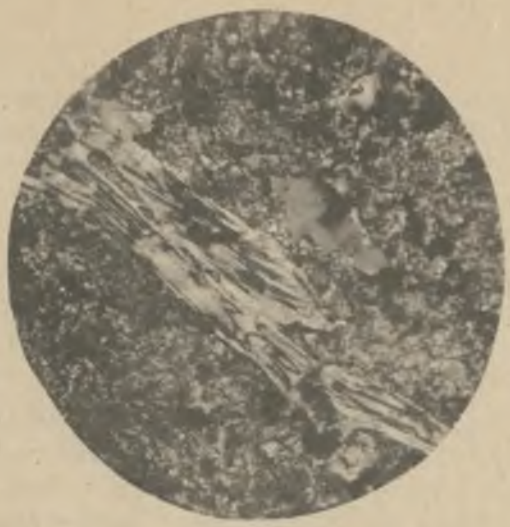
W frakcji > 3,4 wyróżniono: syderyt, hematyt (hydrohematyt), limonit, piryt, cyrkon oraz ciała izotropowe.

Syderyt

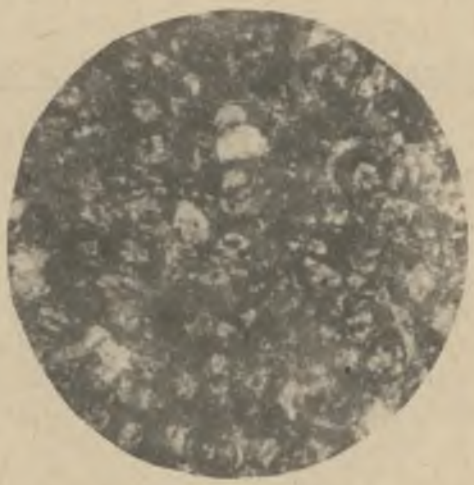
Minerał ten, jak już wspomniano, występuje w nieforemnych skupieniach o budowie prawie bezpostaciowej, zbitej lub bardzo drobnoziarnistej. Budowa oolitowa tego minerału charakterystyczna dla niego w częstochowskich złożach jurajskich (rysunek 12), występuje tu bardzo rzadko.

Hematyt

Występuje bardzo rzadko i w bardzo małych ilościach, tak że nie ująłem go nawet w analizach mineralnych, podanych na tablicy II.



Ryś.11. Wydłużona blaszka muskowitu w syderycie. Światło spolaryzowane, nikole skrzyżowane, powiększ. 150 x



Rys.12. Syderyt o budowie oolitowej z jurajskiego złoża syderytów (kop. Jerzy, obszar częstochowski). Światło spolar., nikole skrzyż., powiększ. 40 x

Limonit

Występujący w badanych syderytach limonit dzielę na pierwotny i wtórny. Pierwotny stanowi rodzaj tła (spoiwa) między ziarenkami syderytu, wtórny wypełnia spękania i szczeliny. Wtórny ma barwę brunatnoczerwoną, pierwotny bladobrunatnawą.

Piryt

Minerał ten występuje w badanych syderytach na ogół rzadko. Stwierdziłem go tylko w jednej próbce.

Cyrkon

Należy również do rzadko spotykanych minerałów. Stwierdza się go przede wszystkim w syderytach bardziej piaszczystych.

Apatyt

W opisywanej frakcji występuje rzadko.

Ciała izotropowe

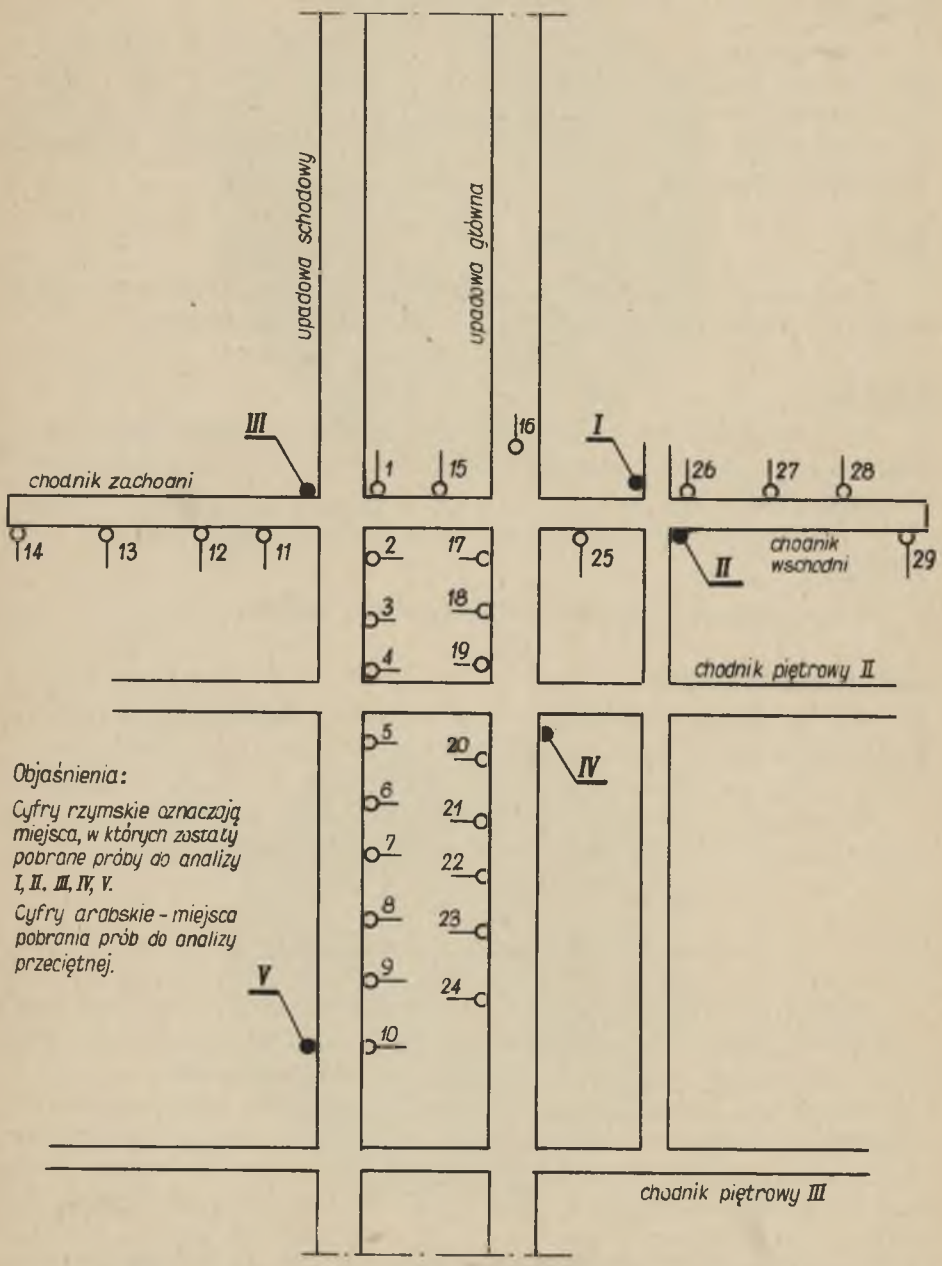
Tj. szkliwo stwierdza się rzadko. Zazwyczaj ciała te zrośnięte są z syderytem. Barwa i własności optyczne tych ciał są takie same jak w frakcji $> 2,7 < 3,4$.

W żadnej z frakcji nie stwierdziłem węglanu, który by odpowiadał swoimi cechami optycznymi magnezytowi.

Badania chemiczne

Badania mikroskopowe syderytów wykazały, że ich skład mineralny jest zmienny. Można było przewidzieć, że badania chemiczne potwierdzą badania mikroskopowe.

Do badań chemicznych pobrano 5 próbek punktowych (każdą o ciężarze około 3 kg) z pięciu miejsc oznaczonych na rysunku 13 cyframi I, II, III, IV, V oraz próbę przeciętną o ciężarze około 130 kg, którą utworzono z 29 próbek o ciężarze około 4,5 kg. Próbki te zebrano na chodnikach kopalni w miejscach znaczonych na rysunku 13 cyframi arabskimi 1-29. Miejsca pobieranych próbek oddalone były od siebie 5-6 m. Tablica I przedstawia skład chemiczny syderytów z próbek punktowych I, II, III, IV, V (analizy o tej samej numeracji) oraz z próby przeciętnej.



Rys. 13. Miejsca pobrania prób w upadowej B II

Z podanych analiz wynika, że badane syderyty zawierają obok Fe^{+2} także znaczne ilości Fe^{+3}. Stosunek Fe^{+2} do Fe^{+3} ma się stale tak, jak 2,0:1. Obecność Fe^{+3} potwierdza spostrzeżenia mikroskopowe, wykazujące istnienie wokół ciał syderytycznych żelowatych ciał limonitycznych. Ważnym pod względem genetycznym i technicznym składnikiem w badanych syderytach jest krzemionka SiO_2. Jej zawartość stwierdzono w granicach od 11,83 do 24,79%. W próbce średniej zawartość jej wynosi 21,73%. Zawartość S jest znikoma a właściwie żadna, co należy uważać za bardzo dodatnią właściwość rudy. Również i zawartość fosforu jest niewielka. Przeciętna zawartość CaO wynosi 2,30%, zaś MgO 2,98%.

Za charakterystyczny składnik w opisywanych syderytach należy uważać Cl, który związany jest w postaci halitu. Na (sód) oznaczono w wyciągu wodnym z syderytu. Stałą domieszką w syderytach jest substancja organiczna C. Przeciętna jej zawartość wynosi 0,12%.

Wyniki analiz chemicznych przeliczono na faktycznie zawarty w danej próbce skład mineralny, stwierdzony mikroskopowo. Skład mineralny poszczególnych próbek i próby przeciętnej podano na tablicy II. Przy zawartościach magnezytu $MgCO_3$ postawiono znak zapytania, a to dlatego, ponieważ minerału tego nie stwierdzono mikroskopowo.

Wyniki badań natury geochemicznej względnie geologicznej

1) Stwierdzona niewielka zawartość halitu w badanych syderytach wskazuje, że są one utworem limnicznym. Epigeniczne powstanie halitu nie jest wykluczone.

2) Morfologiczne formy ziarn kwarcu, chalcedonu oraz alochtonicznych skaleni jak też ich zrosty z substancją syderytową wykazują, że minerały te osadziły się pierwsze w badanej ławicy syderytowej.

3) Charakterystycznym składnikiem badanych syderytów jest szkliwo wulkaniczne o cechach fizycznych znamionujących szkliwa skał typu zasadowego.

4) W badanych syderytach stwierdzono oolitowe formy charakterystyczne dla syderytów jurajskich z okolic Częstochowy, opracowanych przez St.Jaskólskiego tylko bardzo rzadko.

5) Badaniami chemicznymi a częściowo też mikroskopowymi stwierdzono, że obok Fe^{2+} występuje Fe^{3+}, przy czym ich stosunek ma się tak jak 2,0:1.

6) Badaniami mikroskopowymi nie stwierdzono w omawianych syderytach $MgCO_3$, w postaci heterogenicznego minerału.

7) Stwierdzono mikroskopowo autogeniczne kryształki ortoklazu i albitu. Niektóre kryształki albitu wypierają syderyt.

8) Badania mikroskopowe wykazały heterogeniczne ziarna kalcytu tworzące wypełnienia porów i próżni w skale syderytowej.

9) Substancja organiczna określona chemicznie i mikroskopowo jest składnikiem charakterystycznym dla badanych syderytów.

Wyniki badań natury technicznej

1) Badany syderyt ławicowy jest rudą żelaza zawierającą przeciętnie Fe 33,89%, SiO_2 21,73%, CaO 2,30% i MgO 2,98%.

2) SiO_2 występuje w badanych syderytach głównie w postaci kwarcu. Pewne jej ilości zawarte są także w postaci glinokrzemianów jak skaleni i łyszczyków.

3) Zrosty kwarcu z syderytem są bardzo ścisłe. Ich rozluzowanie mogłoby prawdopodobnie nastąpić dopiero po skruszeniu poniżej 0,06 mm. Przy kruszeniu przemysłowym do 1 mm, rozluzowanie następuje tylko częściowo i po wzbogaceniu na stołach koncentracyjnych otrzymuje się produkt o zawartości około 18% SiO_2. Zawartość zatem SiO_2 w tym produkcie jest tylko o niecałe 4% mniejszą niż w próbce przeciętnej.

Wnioski natury geochemicznej względnie geologicznej

I. Powstawanie ławicy opisywanego syderytu odbywało się najprawdopodobniej w zbiorniku wodnym charakteru lagunowego, w sposób fazowy.

W pierwszej fazie osadzał się kwarc alochtoniczny (detrytyczny i pirogeniczny) oraz szkliwo nanoszone wodami lub wiatrem. Istniał także dopływ stałych części humitycznych oraz kwasów huminowych. Środowisko to miało zatem charakter kwaśny - niskie pH. Pod wpływem działania kwasów huminowych ulegały rozpuszczaniu pył kwarcowy, glinokrzemiany i szkliwo. Tworzyły się żele, z których wytrącała się krzemionka krystalizując później w postaci kwarcu i chalcedonu. Podobnie opisuje K.Hoehne (1949) zjawisko powstawania kwarcu w pokładzie węglowym Zagłębia Ruhry.

W drugiej fazie przy podwyższonym pH 6-6,5 (podaję za Bhattacharya 1958) i bardziej ruchliwym stanie wody występowały koloidalne zawiesiny wodzianów żelaza.

W trzeciej fazie po podniesieniu się pH do 7,5 wytworzyła się zwana przez Borcherta (1952) strefa CO_2, w której doszło do wytrącania się węglanu żelaza. Część żelaza pozostała jednak w postaci wodorotlenku, ponieważ ilość substancji redukcyjnych (organicznych) była za mała, aby całe żelazo przeprowadzić w dwuwartościowe. Jak wynika z przeprowadzonych badań, wytrącanie się syderytu czyli syderytyzacja przebiegała nierównomiernie w ławicy. O stopniu jej świadczy pozostałość minerałów krzemionkowych, której ilość pozostaje do niej w odwrotnym stosunku. Z badań Hubera 1958 wynika, że syderyt tworzy się w środowiskach średnio względnie słaboredukcyjnych. Na podstawie nieznacznych zawartości humitycznych substancji w badanych syderytach można wnioskować jak już wspomniano, że ich redukcyjny wpływ na środowisko sedymentacyjne, był raczej mały. Wniosek ten popiera także prawie zupełny brak pirytu w badanych syderytach. Piryt bowiem wedle badań Hubera tworzy się w środowiskach średnio względnie silnie redukcyjnych.

W czwartej fazie tworzenia się ławicy syderytowej doszło do powstania kalcytu i najprawdopodobniej także skaleni - ortoklazu i albitu.

II. W czasie trwania trzeciej fazy doszło przy wzrastającej koncentracji węglanów żelaza i magnezu do wypierania a nawet prawie całkowitego rozkładu utworzonych w fazie pierwszej utworów krzemionkowych. Eckhardt i Gaertner (1955) opisali podobne zjawisko wypierania kwarcu i albitu przez dolomit w piaskowcach karbońskich Zagłębia Ruhry.

III. Proces tworzenia się skaleni, a zwłaszcza albitu w osadach węglanowych nie jest nieznanym w osadach węglanowych. Jegorow i Marfunin (1958) opisali niedawno proces albityzacji dolomitów kaukaskich.

IV. Badaniami mikroskopowymi nie stwierdzono w omawianych syderytach $MgCO_3$ jako minerału heterogenicznego. Nasuwa się wobec tego wniosek, że $MgCO_3$ jest w nich związany izomorficznie z $FeCO_3$ i że badane syderyty mają charakter syderoplezytowy o wzorze $(Fe,Mg)CO_3$. Przyszłe badania rentgenograficzne wykażą, czy teza odnośnie podanego wzoru jest słuszna. Do badań rentgenograficznych będzie należeć również stwierdzenie jak powiązana jest w omawianych syderytach substancja limonityczna z syderytyczną. Z interpretacji badań mikroskopowych i chemicznych wynikałoby bowiem, że te dwie substancje zupełnie się przenikają, tworząc ciała o przypuszczalnie następującym wzorze:

$$Fe,Mg)CO_3 \cdot HFeO_2 \cdot aqu$$

Istnienie obok siebie tlenków i węglanów żelaza w formie bardzo ścisłej udowadnia Huber (1958) równaniami termodynamicznymi.

V. Rozciągłość ławicy opisywanego syderytu, będącego utworem limnicznym, jakkolwiek została stwierdzona robotami górniczymi na znacznej powierzchni, to jednak jest ona niewielka w porównaniu do podobnych ławic pochodzenia morskiego. Celem stwierdzenia wielkości powierzchni jej występowania oraz obliczenia zasobów, należałoby przeprowadzić dodatkowe prace poszukiwawcze w postaci wierceń zarówno na nadaniu kopalni jak i na terenach sąsiednich.

Wnioski natury technicznej

Ze względu na wyjątkowo korzystne pod względem górniczym występowanie opisanej ławicy syderytu ilastego oraz ze względu na wystarczająco dobrą jej jakość, powinna ona zostać wyeksploatowaną. Koszt jej eksploatacji powinien być znacznie niższy od kosztów eksploatacji rudy

Tablica I

Skład chemiczny ławicowych syderytów ilastych

	Analiza I		Analiza II		Analiza III		Analiza IV		Analiza V		Analiza przeciętna	
	% wag.	stos. molek. x10000	% wag.	stos. molek. x10000	% wag.	stos. molek. x10000	% wag.	stos. molek. x10000	% wag.	stos. molek. x10000	% wag.	stos. molek. x10000
SiO_2	11,83	1969	14,37	2392	22,20	3696	24,79	4127	18,34	3053	21,73	3618
TiO_2	0,72	90	0,32	40	0,40	50	0,53	66	0,38	47	0,24	30
Al_2O_3	1,15	112	1,85	181	0,41	40	8,53	836	2,77	271	2,47	242
P_2O_5	0,81	57	0,95	60	0,54	38	0,61	42	0,53	37	0,48	32
Fe_2O_3	13,84	866	16,42	1028	19,46	1218	11,61	702	13,42	840	15,13	947
FeO	38,54	5364	31,37	4366	16,40	3683	23,50	3271	33,35	4642	30,02	4178
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgO	3,44	852	3,98	987	3,64	905	3,76	932	2,68	664	2,98	739
CaO	1,50	267	3,75	668	3,40	606	3,30	588	2,00	356	2,30	410
Na	0,12	54	0,10	43	-	-	0,11	47	0,14	60	0,10	43
Na_2O	0,33	53	0,30	48	0,14	22	0,39	62	0,48	77	0,26	42
K_2O	0,54	37	0,23	24	0,20	21	0,53	56	0,50	53	0,50	53
SO_3	-	-	-	-	0,32	39	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	0,15	46	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	0,11	91	0,15	124	0,15	124	0,12	99
CO_2	26,43	6005	25,75	5851	22,09	5019	20,50	4658	24,42	5548	23,00	5226
$H_2O < 110^o$	0,31	172	0,40	222	0,50	277	0,34	188	0,25	138	0,24	133
$H_2O > 110^o$	0,28	155	0,29	161	0,22	122	1,30	722	0,45	250	0,51	283
Cl	0,20	56	0,15	42	-	-	0,17	47	0,20	56	0,15	42
S u m a:	100,04	1,6129	100,23	1,6113	100,18	1,5873	100,12	1,6468	100,06	1,6216	100,23	1,6116
Ogólna zawartość Fe	39,88	-	35,84	-	34,11	-	26,36	-	35,28	-	33,89	-

Pierwiastki śladowe w próbce przeciętnej: Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Ga, Ge, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Th, Us, V, Zn.

Współczynnik zasadowości $\frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$

	Analiza I	Analiza II	Analiza III	Analiza IV	Analiza V	Analiza przeciętna
	0,38	0,47	0,31	0,21	0,22	0,22

Tablica II

Skład mineralny ławicowych syderytów ilastych
w % objętościowych

Minerał	Analiza I	Analiza II	Analiza III	Analiza IV	Analiza V	Analiza przeciętn.
Albit	2,6	2,4	1,1	1,5	3,8	2,0
Apatyt	1,4	1,5	0,9	1,0	0,9	0,8
Biotyt (chloryt)	4,8	-	-	-	-	-
Gips	-	-	1,0	-	-	-
Halit	0,7	0,5	-	0,6	0,7	0,5
Kalcyt	1,2	6,1	5,8	5,6	3,0	4,0
Kaolinit	-	1,8	-	15,0	2,0	2,3
Kwarc	5,8	11,4	21,7	13,5	12,9	17,8
Limonit	7,0	7,6	10,0	5,8	6,7	7,0
Magnezyt	6,7	12,2	11,4	11,3	8,6	9,1
Muskowit	1,8	1,8	-	2,1	2,2	2,2
Ortoklaz	1,4	-	1,0	1,4	1,1	1,1
Piryt	-	-	0,4	-	-	-
Syderyt	66,6	54,3	46,1	39,7	56,7	51,9
Szkliwo	-	0,4	-	1,7	0,6	0,7
Węgiel	-	-	0,6	0,8	0,8	0,6
S u m a:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

w innych ośrodkach kraju, a to dlatego ponieważ występuje ona wraz z węglem, który jest eksploatowany. Wszelkie więc koszty związane z przygotowaniem złoża do eksploatacji, transportu dołowego, nadzoru itp. mogą być po uruchomieniu eksploatacji syderytu, rozbijane na węgiel i rudę. Jakość rudy nie jest wiele gorsza od innych rud krajowych, a nawet od importowanych.

Wobec uruchomienia u nas produkcji żelgrudy jako półfabrykatu surówki, uważam że opisane syderyty ilaste nadawać się mogą w zupełności do tego celu. Wspomnę, że w NRD stosuje się przy produkcji żelgrudy dodawanie do rud wsadowych nawet popiołów z węgli brunatnych, zawierających około 20% Fe.

Należy również wspomnieć, że NRF rozporządza (1952) przeważnie rudami, w których zawartość SiO_2 utrzymuje się powyżej 20%, a zawartość Fe wykazuje wahania od około 22 do około 36%. Rudy te są eksploatowane.

LITERATURA

1. (1909) C.Gaebler: Das oberschlesische Steinkohlenbecken. Katowice.

2. (1913) E.Michael: Die Geologie des obeschlesischen Steinkohlenbezirkes. Festschrift zum XII Allgemeinen Deutschen Bergmannstage in Breslau, tom I Wrocław.

3. (1957) J.Kuhl: Surowce mineralne towarzyszące złożom węgla i ich wykorzystanie. Przegląd Geologiczny nr 6 str.248-255 Warszawa.

4. (1958) N.I.Jegorow i A.S.Marfunin: Ob antigennoj albitizacji dołomitow siewiernogo Kawkaza, Zapiski Wsiesojuznego Minerałogiczeskogo Obszczestwa, zeszyt 3, str.379-383. Moskwa.

5. (1932) Frank F.Graut: Petrography and petrology New York i Londyn.

6. (1955) C.S.Ross i R.L.Smith: Water and other volatiles in volcanic glasses. The American Mineralogist, tom 40, zeszyt 11/12, str.1071-1089 Washington, USA.

7. (1949) K.Hoehne: Bildungsweise der körnigen Quarzlage im Horizont des Flözes Ida (Wstfal A) der mittleren Fettkohlengruppe Westfalens. Glückauf, rocznik 85, str.661-676-Essen.

8. (1958) Amil Kumar Bhattacharya: Makroskopische und mikroskopische Untersuchung der Brauneisenlager im Lias alpha 3 der Grube Friederike bei Bad Harzberg und ihre Deutung für die Genese mariner Eisenerzlagerstätten. Geologisches Jahrbuch, tom 75, str.251-310, Hannover.

9. (1952) H.Borchert: Die Bildungs-bedingungen mariner Eisenerzlagerstätten. Chemie der Erde, tom 16, strona 49-74, Jena.

10. (1927) St.Jaskólski: Złoża oolitowych rud żelaznych obszaru Częstochowskiego. IV Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego Kraków.

11. (1958) N.King Huber: The environmental control of sedimentary iron minerals. Economic Geology, tom 53, zeszyt 2, str.123-140.

12. (1955) F. Jörg Eckhardt i H.R. von Gaerttner: Über Dolomite aus den Sedimenten des Ruhrkarbons. Geologisches Jahrbuch, tom 71, str. 427-432. Hannover.

13. (1952) XIX Congres Geologique International. Symposium sur les gisements de fer du monde. Tom II, Alger, 1952. Tłumaczenie rosyjskie: Żelezorudnie miestorożdienije mira, tom II, str. 3-44. Moskwa 1955.

Пластовый глинистый сидерит Ожешской свиты в Верхнесилезском угольном бассейне

Сокращение

В наклонном стволе „Буяков-2", каменноугольной шахты Кнуров, под угольным пластом 308 (ожеская свита, Вестваль А), установлено наличие глинистого сидерита в форме прослойки мощностью 20 см. Плотность сидерита 3,2—3,7. Среднее содержание выступающих в нем главных химических компонентов следующее:

Fe — 33,89% SiO_2 — 21,73% CaO — 2,30% MgO — 2,98%

Главной примесью исследуемого сидерита является кварц, выступающий в зернах крупностью от 0,01 до 0,15 мм.

Установлена также сидеритизация силикатовых пород (рис. 5 и 6). Во входящем в состав сидерита железе Fe^{+2} и Fe^{+3} среднее отношение Fe^{+2} к Fe^{+3} представляется как 2 : 1.

Некоторая часть $FeCO_3$ заступлена изоморфическим путем через $MgCO_3$. Приблизительная химическая формула исследуемой руды следующая: $(Fe, Mg)\,CO_3 \cdot HFeO_2$ aq. С точки зрения структуры и химического состава исследуемый сидерит отличается от оолитных юрских сидеритов Ченстоховского района (Яскульски 1927).

Бесполезные минералы выступающие в качестве примесей (кроме кварца) представлены в табл. II.

Характерным для исследуемого сидерита является наличие в нескольких образцах вулканического стекла. Следует также отметить наличие угольного вещества, играющего роль редукционного фактора.

Установлено спектрографическим путем наличие следов следующих элементов: Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Ga, Ge, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Th, U, V, Zn.

Образование сидеритового слоя в его нынешнем минеральном и химическом составе происходило не в одной фазе, а по крайней мере в четырех фазах.

В I фазе (низкое Pн) происходило накопление силикатовых минералов и стекла.

Во II фазе (Pн = 6—6,5) возникали коллоидные эмульсии гидратов железа.

В III фазе (главной) при Pн = 7,5, при токе CO_2 и при наличии редукционных факторов наступило осаждение $FeCO_3$ и сидеритизация первичных силикатных продуктов.

В IV фазе возник кальцит и локально альбит.

Ввиду благоприятного (вблизи угля) залегания исследуемого сидерита он должен быть эксплуатирован и применяем для агломерации (жельгруды).

Flözartiger Tonsteinsiderit aus den Orzescherschichten im Oberschlesischen Steinkohlenbecken

Es wurde in dem Stollen Bujaków II, unter dem Kohlenflöz 308 (Orzescherschichten Westfal A) flözartiger Tonsteinsiderit festgestellt.

Die Mächtigkeit dieses Tonsteinsiderits beträgt ca 20 Cm; seine Dichte - 3,2-3,7.

Als Hauptverunreinigung des erwähnten Siderits ist Quarz von einer Korngrösse 0,01-0,15 mm zu unterscheiden. Es wurde Sideritisationsprozess der in dem beschriebenen Tonsteinsiderit auftretenden Silikate (Opal, Chalzedon, Quarz) festgestellt (Abbildungen Nr 5,6).

Das Eisen tritt in den untersuchten Tonsteinsideriten als Fe^{2+} und Fe^{3+} auf. Das Verhältnis Fe^{2+} : Fe^{3+} ist durchschnittlich wie 2:1 anzunehmen.

Ein Teil von $FeCO_3$ ist isomorphisch durch $MgCO_3$ vertreten.

Man nimmt an, dass die chemische Zusammensetzung der auftretenden Erze mit der Formel:

$$(Fe.Mg)\ CO_3 \cdot HFeO_2 \cdot aqu.$$

ausgedrückt sein kann.

Der beschriebene Tonsteinsiderit unterscheidet sich von den von St.Jaskólski (1927) untersuchten jurassischen oolitischen Sideriten von Częstochowa-Gebiet mit mikroskopischer Struktur und mit hohem Gehalt an Fe^{3+}. Die Nichterze, die im untersuchten Tonsteinsiderit ausser dem Quarz auftreten, stellt die Tafel II dar.

Das vulkanische Glas, das in einigen Proben des beschriebenen Tonsteinsiderits auftritt, ist für diesen Tonsteinsiderit charakteristisch. Es wurde auch Kohlensubstanz, derer reduzierende Wirkung bei der Bildung von beschriebenen Erze zu unterstreichen ist, festgestellt.

Es wurden spektrographisch folgende Spurenelemente bestimmt, und zwar: Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Ga, Ge, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Th, U, V, Zn.

Man kann behaupten, dass die Ausbildung in dem gegenwärtigen Zustande der untersuchten Tonsteinsiderite nicht in einer, sondern an 4 Phasen erfolgte.

In I Phase (niedrige pH) sollte eine Anreicherung an silikatischen Mineralien und vulkanisches Glas auftreten.

In II Phase (pH 6-6,5) ist zur Bildung der kolloidalen Suspensionen der Eisenhydraten gekommen.

In III Phase (Hauptphase) - pH 7,5-ist unter CO_2 Zufuhr und bei reduzierender Wirkung der Kohlensubstanz, $FeCO_3$ ausgefallen.

In dieser Phase ist auch zum Sideritisationsprozess der in erster Phase entstandenen Silikate, gekommen.

In IV Phase erfolgte die Bildung des Kalkspates und an manchen Stellen auch des Albits (Abbildung Nr 9).

Infolge der günstigen Lagerverhältnissen soll der untersuchte, flözartige Tonsteinsiderit abgebaut werden, und als Zusatz zum Eisenschwamm verbraucht sein.