

Barbara RADWANIEK-BAK

CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA UTLENIONYCH
RUD CYNKU ZE ZŁÓŻ OBSZARU BOLESŁAWIA
I OLKUSZA

(Pl. I—VII i 3 fig.)

*Petrographic characteristics of oxidized zinc ores
in the Bolesław and Olkusz deposits
(Southern Poland)*

(Pl. I—VII and 3 Figs.)

Barbara Radwanek-Bak: Petrographic characteristics of oxidized zinc ores in the Bolesław and Olkusz deposits (Southern Poland). Summary. Ann. Soc. Geol. Poloniae, 53/1—4: 235—254, 1983, Kraków.

Abstract: The paper deals with oxidized zinc ores formed by transformation of pre-existing sulphide ores in the Bolesław and Olkusz regions (Southern Poland). The destruction connected with metasomatic replacement was the main controlling factor in the development of inherited and impregnated structures in the investigated ores. Multistage weathering and oxidation caused the predominance of destructive processes which resulted in the formation of friable and powdery structures.

Key words: oxidized zinc ores, Bolesław and Olkusz deposits, Southern Poland.
Barbara Radwanek-Bak: ul. Narutowicza 20, m. 55, Kraków.

manuscript received: August 1980

accepted: March 1982

Treść: Praca dotyczy wykształcenia teksturalnego utlenionych złóż Zn-Pb obszaru olkuskiego. Wyodrębniono typy tekstur, odtworzono mechanizm przemian rud siarczковых w utlenione, określono rolę i zasięg poszczególnych procesów cząstkowych przebiegających podczas utleniania złoża, jak również odtworzono szczegóły wykształcenia złoża pierwotnego.

WSTĘP

Galman jest to mieszanina mineralna, której głównym składnikiem użytecznym jest zazwyczaj drobnokrystaliczny smitsonit z domieszką dolomitu, kalcytu, goethytu, minerałów ilastych, kwarcu, hemimorfitu

i galeny. Spotykane są również odmiany, w których jako składnik główny występuje hemimorfit — tzw. galmany krzemianowe, znane ze złóż Austinville—Ivanhoe (Ridge 1968), czy Iglesias (Jensen, Dessau 1966), oraz galmany monheimitowe, opisane z kopalni Matylda (Żabiński 1960a). W literaturze termin ten używany jest niekiedy błędnie dla określenia drobnokrystalicznego smitsonitu lub hemimorfitu. Dzieje się tak dlatego, iż pojęcie galmanu jest wyrażeniem górniczym i obejmuje całą masę rudy, eksploatowanej pod kątem zawartości utlenionych minerałów cynku, bez względu na jej zróżnicowanie mineralogiczne czy strukturalne. W niniejszej pracy pojęcie „galman” stosowane będzie zgodnie z definicją dla określenia mieszaniny mineralnej, jaką jest utleniona ruda cynku (analogicznie do terminu używanego w literaturze amerykańskiej „oxidized zinc ore”).

Galmany eksploatowano na obszarze Bolesławia i Olkusza już od początku XIX wieku. Z tego też okresu pochodzą pierwsze obszerniejsze ich opisy złożowe i mineralogiczne autorstwa Kruga von Nidda, Puscha, Traubego, Bartoneca, Althansa i innych, mające dziś historyczne znaczenie. Obszerną charakterystykę złóż utlenionych tego rejonu podał Albrecht (1901/1902, 1903/1904). Do nowszych, powojennych prac poświęconych, między innymi, temu zagadnieniu należą opracowania Ekierta (1959) i Piekarskiego (1966). Mineralogię i geochemię strefy wietrzenia śląsko-krakowskich złóż rud Zn-Pb przedstawił Żabiński (1960a, 1963).

Niniejsza praca zawiera charakterystykę petrograficzną rud utlenionych, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień teksturalnych. Badania ograniczono do skali makroskopowej, wykonując tylko niewielką ilość obserwacji mikroskopowych. Z tego powodu opis struktur rud utlenionych, wymagający głównie badań mikroskopowych, jest niepełny.

WYKSZTAŁCENIE UTLENIONYCH CZĘŚCI ZŁÓŻ RUD Zn-Pb BOLESŁAW I OLKUSZ

Złóża Bolesław i Olkusz znajdują się we wschodniej części obszaru śląsko-krakowskiego (fig. 1). Zmineralizowane dolomity kruszconośne występują tu bądź na powierzchni, bądź pod niewielkim nadkładem dolomitów diploporowych, kajpru oraz piasków czwartorzędowych. Budowa geologiczna złóż jest skomplikowana obecnością licznych uskoków, które jako pozłożowe powodują wzajemne przemieszczenia poszczególnych fragmentów złóż, dzieląc je na odrębne bloki.

W omawianym obszarze wyróżniono trzy zasadnicze formy złóż utlenionych: warstwy i soczewy — spotykane w strefie przypowierzchniowej — oraz gniazda, występujące przeważnie na większej głębokości. Ich wykształcenie jest odbiciem procesów wietrzenia dolomitu i utlenie-

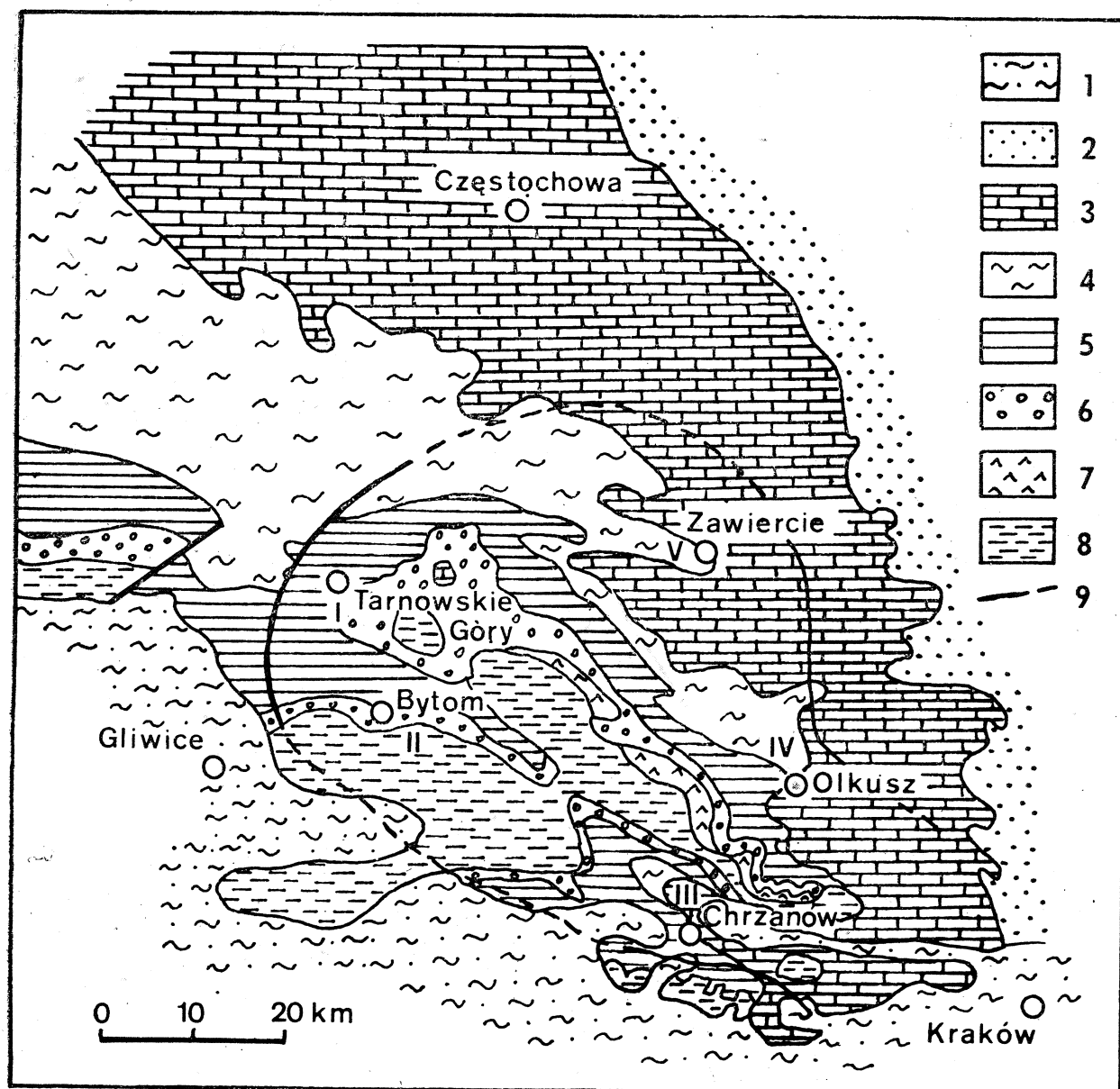


Fig. 1. Złóża rud Zn-Pb obszaru śląsko-krakowskiego. Obszary złóżowe: I Tarnowskich Gór, II Bytomia, III Chrzanowa, IV Olkusza, V Zawiercia, 1 — miocen, 2 — kreda, 3 — jura, 4 — kajper, 5 — wapień muszlowy, 6 — pstry piaskowiec, 7 — perm, 8 — karbon, 9 — granica zasięgu dolomitów kruszczośnych.

Fig. 1. Zinc-lead ores of the Silesia-Cracow Region. Ore deposits: I Tarnowskie Góry, II Bytom, III Chrzanów, IV Olkusz, V Zawiercie. 1 — Miocene, 2 — Cretaceous, 3 — Jurassic, 4 — Keuper, 5 — Muschelkalk, 6 — Bunter, 7 — Permian, 8 — Carboniferous, 9 — extent of ore-bearing dolomites.

nia złoża siarczkowego, warunkowanych dostępem czynników utleniających.

Warstwy i soczewy występują głównie w interwale głębokości od +310 m n.p.m. do +280 m n.p.m., to jest od kilku do kilkunastu metrów pod powierzchnią, zazwyczaj na zrębach tektonicznych (fig. 2a). Zgromadzona w nich ruda jest eksploatowana metodą odkrywkową (odkrywki Ujków, Stanisław). Warstwy charakteryzują się dużymi rozmiarami.

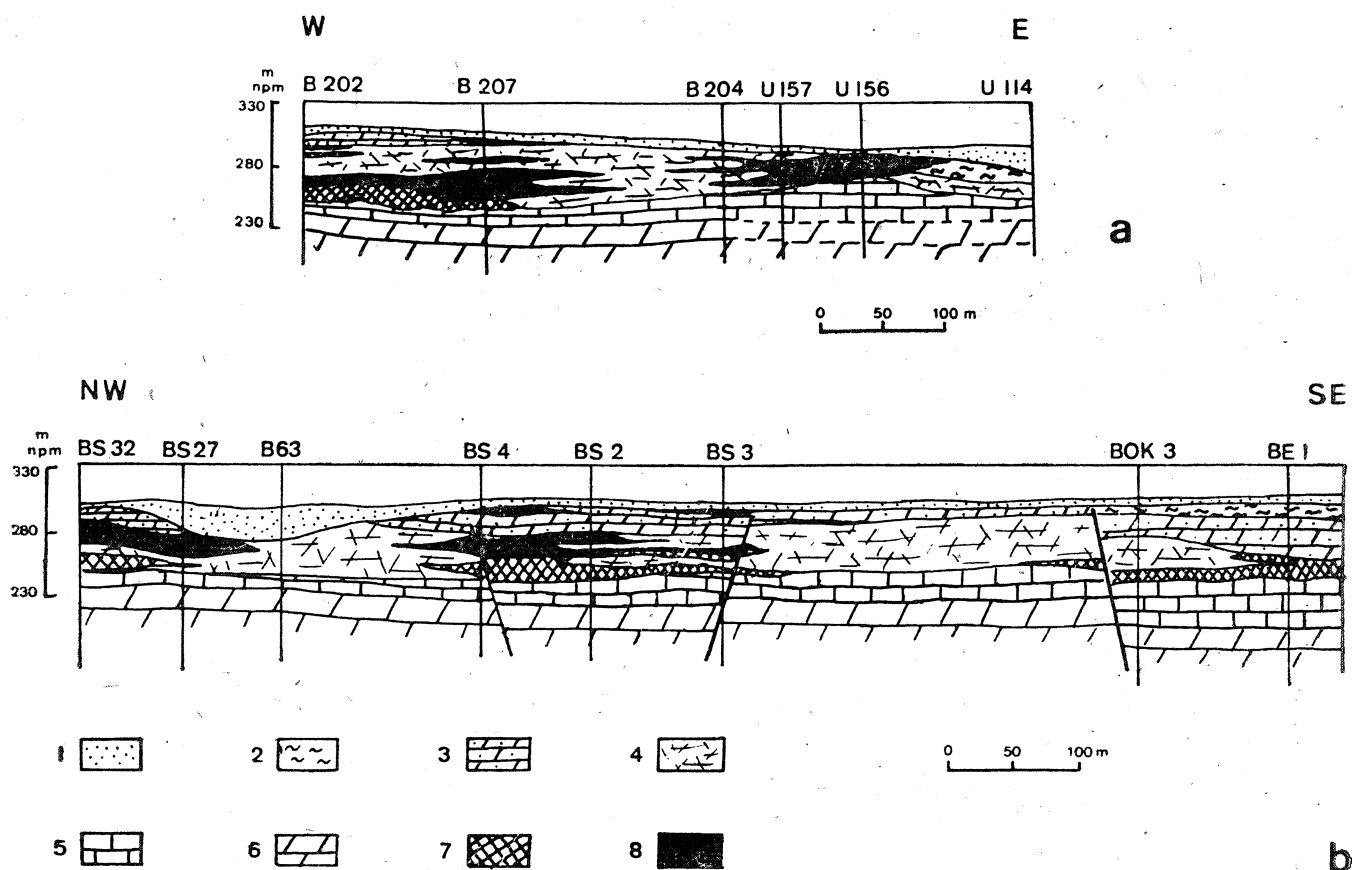


Fig. 2. Przekroje geologiczne przez złoża Bolesław i Olkusz. 1 — czwartorzęd, 2 — kajper, 3 — dolomit diploporowy, 4 — dolomit kruszconośny, 5 — wapień gogoliński, 6 — ret, 7 — ruda siarczkowa Zn-Pb, 8 — ruda utleniona.

Fig. 2. Geological cross-sections of the Bolesław and Olkusz ore deposits. 1 — Quaternary, 2 — Keuper, 3 — Diplopora dolomites, 4 — ore-bearing dolomites, 5 — Gogolin Limestone, 6 — Rhaetian, 7 — Zn-Pb sulphide ore, 8 — oxidized ore.

Ich powierzchnia wynosi od 10 000 m² do 90 000 m², a miąższość waha się w granicach od 2 do 23 m. Soczewy obejmują zazwyczaj nieco mniejszą powierzchnię. Wyklinowują się one stopniowo, podczas gdy warstwy tracą niekiedy gwałtownie swoją ciągłość.

Warstwy i soczewy galmanowe występują wśród dolomitów kruszconośnych, przy czym lokalnie sięgają do stropu wapienia gogolińskiego. Sporadycznie spotyka się je również w dolomicie diploporowym, lub w utworach czwartorzędowych, na granicy z utlenionym dolomitem kruszconośnym. Miąższość utworów w nadkładzie nie ma wpływu na lokalizację złóż utlenionych, z uwagi na doskonałą przepuszczalność tych warstw. Przyjmuje się, że powstanie złoża utlenionego warunkowane jest brakiem nadkładu kajprowego, który jako nieprzepuszczalny stanowi barierę dla wnikania wód powierzchniowych (Ekiert 1959, Piekarski 1966).

Trzecią główną formą występowania rud utlenionych są gniazda. Generalnie dominują one w głębszych częściach złoża, lecz spotykane mogą

być również w strefie przypowierzchniowej (fig. 2b). Formy te występują w dolomicie kruszconośnym, lub na jego kontakcie z wapieniem gogolińskim lub górażdzańskim. Nadkład złoża mogą stanowić w tym przypadku utwory czwartorzędowe, dolomit diploporowy i kajper. Gniazda rud utlenionych obserwowano na całym badanym obszarze, także w obrębie rowów tektonicznych. Zastępują one całkowicie lub częściowo gniazda rud siarczkowych, lub też występują w bezpośrednim ich sąsiedztwie. Mogą także tworzyć wypełnienia form morfologicznych pochodzenia krasowego, lub towarzyszyć strefom przyuskokowym. Gniazda posiadają zazwyczaj nieregularne, najczęściej nieco wydłużone kształty, oraz zróżnicowane rozmiary. Grubość ich waha się od 2 do 25 metrów, a średnica od metra do kilkudziesięciu (maksymalnie 150) metrów.

Istotnym elementem charakteryzującym wykształcenie złoża utlenionego, jest określenie jego relacji przestrzennych z pierwotnym złożem siarczkowym. Typową sytuacją geologiczną jest położenie złoża utlenionego ponad siarczkowym, oraz w jego częściach stropowych. Jest to wynik rozwoju procesów wietrzeniowych, postępujących od powierzchni, a uwarunkowanych swobodnym wnikaniem w głąb górotworu wody bogatej w tlen. Ostatecznym rezultatem takiego utlenienia jest całkowite przekształcenie rudy siarczkowej w galman. W tym przypadku nie obserwuje się obecności większych skupień siarczków w pobliżu rud utlenionych, a spotykane niekiedy pojedyncze ich wystąpienia mają charakter reliktowy.

Sytuację taką obserwuje się w złożu Kopalni Bolesław, w jego fragmentach położonych na zrębach tektonicznych. Rudy utlenione występują tu w miejscu pierwotnych rud siarczkowych, a także wśród otaczających je bezpośrednio dolomitów kruszconośnych, które są zastępowane na drodze metasomatozy. Wynikiem współdziałania procesów utleniania siarczków i zastępowania metasomatycznego dolomitów jest wykształcenie w strefie przypowierzchniowej rozległych warstw lub soczew, zawierających galmany.

W badanym obszarze, a zwłaszcza w obrębie złoża Kopalni Olkusz, często spotykaną sytuacją jest współwystępowanie na jednym poziomie rudy siarczkowej z utlenioną, przy czym w nadkładzie złoża obecne są nieprzepuszczalne utwory kajpru. Skupienia obu typów rud mają zazwyczaj formy gniazdowe. Obecność galmanów jest zapewne rezultatem częściowego utlenienia gniazd zmineralizowanych siarczkami Zn-Pb, które postępowało od ich brzegów ku wnętrzu. Decydującą rolę odgrywają przy tym, jak się wydaje, spękania ciosowe, umożliwiające skomplikowaną migrację wód, oraz rozwój procesów krasowych. Być może, na takie wykształcenie dużych fragmentów badanych złóż mają wpływ zaburzenia tektoniczne różnego wieku i zasięgu, umożliwiające wnikanie roztworów utleniających na większe głębokości (PiekarSKI 1966).

W pobliżu niektórych uskoków lub w spągu jam i kieszeni pochodzenia krasowego stwierdzono obecność utlenionych rud cynku pod siarczkami. Zjawisko to ma w badanym obszarze charakter lokalny.

KONTAKTY RUD UTLENIONYCH Z SIARCZKOWYMI I ZE SKAŁAMI OTACZAJĄCYMI

W skali makroskopowej granice między rudą siarczkową a utlenioną są zazwyczaj dobrze widoczne i ostre. Rudę siarczkową charakteryzuje większa twardość i spoistość, a także odmienna barwa. W silnie utlenionych fragmentach złóż, okruchy rudy siarczkowej o charakterze reliktów tkwią najczęściej w słabo zwięzłym galmanie. Niekiedy powierzchnia ich pokryta jest otoczką minerałów ilastych, a często kilkumilimetrową warstwą limonitu.

W przypadku rudy ziemistej, zawierającej pewną ilość sypkiego, żółtawego, częściowo zmienionego sfalerytu, kontakt rudy uznanej według obowiązujących norm zawartości utlenionego cynku za galman, z rudą o charakterze siarczkowym jest zatarty, nieostry i nieregularny.

Dominującym typem kontaktów rudy utlenionej z otaczającym dolomitem są kontakty stopniowe, nieostre. Linia styku ma zazwyczaj nieregularny kształt. Smitsonit przepaja zwietrzały dolomit, a jego zawartość w skale jest zmienna na niewielkim nawet obszarze. Dotyczy to zarówno rudy ziemistej, jak i brekcji czy stref zwietrzałego dolomitu, w którym analizy chemiczne ujawniły często kilkuprocentową zawartość cynku.

Drugi, rzadziej spotykany typ stanowią kontakty ostre. Granice takie związane są z wypełnieniem przez minerały utlenione pustek w skale: jam, kawern, żył, szczelin czy rozstępów międzyławicowych. Linia ich przebiegu podkreślona jest często obecnością kilkumilimetrowej warstwy ilastej.

Ostre granice charakterystyczne są również dla kontaktu złoża utlenionego z podścielającym go bezpośrednio wapieniem. Przypadek taki obserwowano w kilku miejscach na terenie odkrywki Ujków, oraz w profilach otworów wiertniczych*. Powierzchnia wapienia na takim kontakcie jest zazwyczaj rozmyta, nierówna, pokryta sypką substancją złożoną z ziarn kalcytu.

SKŁAD MINERALNY RUD UTLENIONYCH I ICH STRUKTURY

Skład mineralny rud utlenionych ustalany jest w codziennej praktyce w sposób przybliżony i wyrywkowy, a podstawowych informacji do-

* otwory nr: U 156, U 205, U 221, U 183.

starcza prowadzona systematycznie analiza chemiczna. Dla obrazowego przedstawienia zróżnicowania składu mineralnego galmanów zestawiono go w projekcji trójkątnej (fig. 3). Opiera się ona na zawartości trzech głównych składników: smitsonitu z domieszką hemimorfitu, wyrażonymi przez zawartość ZnO, dolomitu — wyrażoną sumaryczną zawartością CaO i MgO, oraz tlenków żelaza (FeO). Dla porównania na wykresie zaznaczono pozycję galmanów z innych złóż obszaru śląsko-kra-kowskiego.

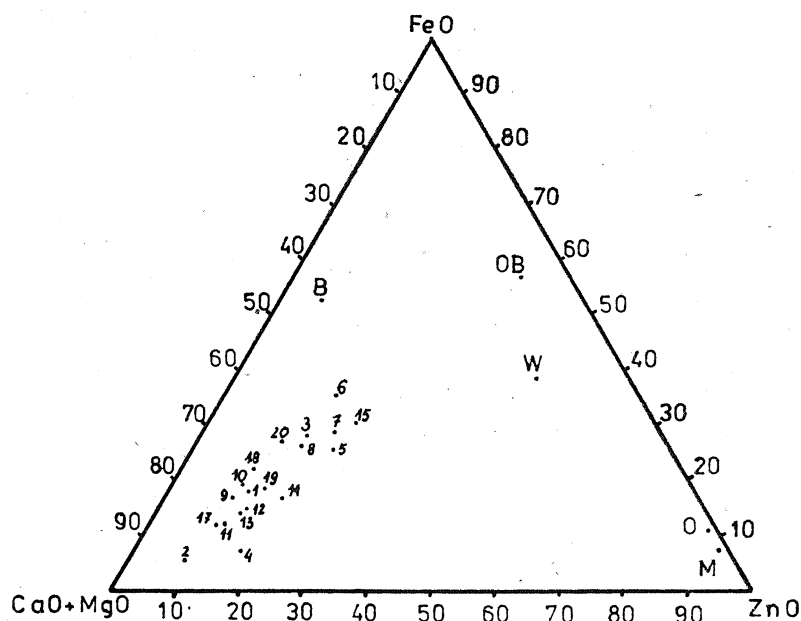


Fig. 3. Zawartości głównych składników rud utlenionych obszaru Bolesławia i Olkusza. 1—20: według danych autorki, OB — Orzeł Biały, W — Waryński, M — Matylda, O — Olkusz, B — Bolesław. Wartości średnie za rok 1960.

Fig. 3. Contents of main components of oxidized ores of the Bolesław and Olkusz region. 1—20: according to data of authoress, Mine-shafts: OB — Orzeł Biały, W — Waryński, M — Matylda, O — Olkusz, B — Bolesław. Average values for the year 1960.

Przedstawiona projekcja uwidacznia wahania składu mineralnego rud utlenionych, pozwala też odróżnić rudy pochodzące z różnych złóż. Może ona również stanowić podstawę ich klasyfikacji. Po określeniu umownych granicznych zawartości procentowych poszczególnych składników można podzielić trójkąt na pola odpowiadające pewnym typom rudy.

Ekspluatowane obecnie przez Kopalnie Bolesław i Olkusz rudy utlenione charakteryzują się niską zawartością smitsonitu w porównaniu z galmanami pochodzącymi z dawnych robót górniczych. Zawartość tego składnika wynosi średnio 15%, co odpowiada 7,8% cynku. Spotykany w niewielkiej ilości w strefie utlenienia hemimorfit wypełnia drobne szczeliny i kawerny, a niekiedy impregnuje dolomit w pobliżu ich kra-wędzi. Opisywane rudy posiadają w swym składzie pokaźną ilość tlen-ków żelaza (23,5%), występujących jako limonit lub goethyt. Stwierdzo-

no w nich również obecność siarczków Zn, Pb i Fe o charakterze relikto-
wym, oraz niewielką domieszkę cerusytu, towarzyszącego galenie.

Sfaleryt występuje w rudzie utlenionej jako:

- spotykana najczęściej sypka, ziemista, jasnożółta substancja, utworzona w wyniku częściowego utlenienia blendy. Tworzy ona kilkucentymetrowe gniazda lub żyłki wewnątrz słabo zwięzłej, utlenionej brekcji,
- drobnoziarniste skupienia, zwykle brunatnej barwy, wypełniające mikrospękania, szczeliny i pustki w utlenionej brekcji,
- niewielkie okruchy kolomorficznej blendy skorupowej. Niektóre z nich są częściowo zastąpione przez smitsonit, o teksturze odziedziczonej. Takie skupienia zaobserwowano jedynie na obszarze Kopalni Olkusz, wśród utlenionej brekcji,
- pojedyncze, rozproszone, reliktowe kryształy sfalerytu, spotykane w różnych odmianach rud utlenionych.

Występowanie galeny w utlenionej części złoża Bolesław opisywał już Ekiert (1959). Jest ona głównie pochodzenia relikтового, a tylko niekiedy produktem mechanicznego wietrzenia. Obserwacje własne potwierdzają istnienie kilku postaci skupień galeny:

- sześciennie lub ośmiościenne kryształy, o wielkości dochodzącej do 2 cm, tworzące szczotki, które wypełniają większe szczeliny bądź pustki w brekcji,
- grubokrystaliczne agregaty, tworzące żyły w zwietrzałym dolomicie, lub spajające luźne okruchy skał. Występują one zarówno w strefie przypowierzchniowej, jak i na większych głębokościach,
- pojedyncze okruchy (galena detrytyczna). Ta forma występowania galeny jest najbardziej rozpowszechniona na badanym obszarze zarówno w złożu Bolesław, jak i Olkusz.

Oprócz tego na obszarze złoża Olkusz zaobserwowano istnienie samodzielných skupień drobnoziarnistej galeny, często współwystępującej z rozproszonym markasytem. Tworzy ona niewielkie, bo dochodzące do kilkudziesięciu centymetrów średnicy gniazda, otoczone substancją ilastą, wewnątrz utlenionej brekcji.

Kryształy i ziarna galeny są prawie zawsze pokryte cienką warstwą cerusytu, który wypełnia też mikrospękania. Ziarna galeny o mniejszych wymiarach są utlenione w większym stopniu niż ziarna większe.

Siarczki żelaza nie tworzą wśród utlenionych rud większych skupień i występują rzadko. Ich obecność podkreślają zazwyczaj tworzące się współcześnie wykwity siarczanowe. Niekiedy w głębie położonych fragmentach złóż utlenionych spotyka się niewielkie skupienia drobnoziarnistego, ziemistego markasytu, zmieszanego z galeną, czasem z domieszką limonitu. W ziemistym galmanie występują też często, lecz w niewielkich ilościach reliktowe ziarna pirytu.

Wśród zwietrzałych galmanów obserwowano niekiedy drobne skupienia lub naloty pylastej substancji o barwie żółtej. Próbkę takie poddano analizie chemicznej na zawartość kadmu. W żadnej z nich nie stwierdzono jednak wzbogacenia w ten pierwiastek, ani obecności greenockitu. Według Żabińskiego (1960b) kadm w strefie wietrzenia przejawia tendencję do koncentrowania się w smitsonicie i dolomicie cynkowym, a występowanie jego własnych minerałów należy do rzadkości. Przeprowadzone pojedyncze analizy chemiczne zwietrzałych dolomitów i galmanów pozwoliły stwierdzić, iż zawartość kadmu waha się w nich od 0,00X do 0,12⁰% wag. Nieco większą zawartość tego pierwiastka (0,14⁰% wag.) zarejestrowano w zielonkawym, krystalicznym smitsonicie, wypełniającym jedną z kawern wśród wietrzącej blendy.

Jak pokazano na fig. 3, galmany olkuskie charakteryzują się wysoką zawartością procentową dolomitu. Jako minerał podlega on w strefie wietrzenia wielu przemianom będącym wynikiem skomplikowanych procesów dedolomityzacji, rekrytalizacji, zastępowania metasomatycznego przez węglany cynku itp. (Ohle 1951, Evamy 1967, Mochnacka, Sass-Gustkiewicz 1978 i in.). Odbiciem tych procesów jest powstanie różnych odmian skały dolomitowej o charakterystycznych barwach, porowatości, zwięzłości. Obserwacje makroskopowe pozwoliły na wydzielenie kilku takich odmian:

- dolomity nie zwietrzałe, opisane m.in. przez Śliwińskiego (1969), spotyka się w złożu utlenionym na większych głębokościach, w pobliżu jego spągu. Są one szare, krystaliczne, twarde, zwięzłe, niekiedy kawerniste,
- dolomity powierzchniowo zwietrzałe. Na powierzchni odłamków żółto-białe, porowate, słabiej zwięzłe od ich szarego nie zwietrzałego wnętrza. Takie dolomity opisała Smolarska (1968) w złożu Trzebionka. Często zjawisku powierzchniowego zwietrzenia towarzyszy przepojenie bardziej porowatych części skały tlenkami żelaza, nadającymi jej intensywną rdzawą barwę,
- dolomity kawerniste, w których wietrzenie zaznacza się na obrzeżach kawern i w drobnych szczelinach. Niekiedy dolomit taki wykazuje przy brzegach kawern obecność utlenionego cynku (reakcja barwna),
- dolomity zwietrzałe, o barwie rdzawożółtej, zazwyczaj przepojone tlenkami żelaza, a często też smitsonitem, ziarniste, porowate. Występują one pospolicie w całym złożu utlenionym. Obraz mikroskopowy ujawnia, że tlenki żelaza wypełniają przestrzeń między częściowo skorodowanymi ziarnami dolomitu (Pl. I, fig. 1). Niekiedy obserwuje się rozzeranie wnętrza kryształów dolomitu przez tlenki żelaza, lub zastępowanie niektórych pasm w strefowo wykształconych kryształach dolomitu przez goethyt. Rzadziej można obserwować pełne pseudomorfozy goethytu po dolomicie,
- dolomity spiaszczone, o barwie żółtej, z drobnymi skupieniami goe-

thytu, silnie porowate, rozsypliwe. Należy podkreślić, że termin ten był stosowany w literaturze (Bogacz et al. 1973) w odniesieniu do dolomitów zesagregowanych pod wpływem krasu hydrotermalnego. Proces ten, jak i procesy wietrzenia prowadzą w tym wypadku do analogicznych efektów. W zwietrzałym dolomicie występuje jednak zawsze pewna domieszka tlenków żelaza,

- dedolomity, o barwie brunatnej, grubokrystaliczne, porowate, słabo zwarte, z licznymi żyłkami i kawernami wypełnionymi kalcytem, reagujące na przełamie z HCl. W obrazie mikroskopowym widoczne jest w nich zastępowanie kryształów dolomitu przez kalcyt, postępujące w kilku etapach (Pl. I, fig. 2). Wewnątrz romboedru dolomitowego obserwuje się powstanie drobnokrystalicznej „mozaiki” kalcytowej, lub postępujące selektywne ługowanie, prowadzące do powstania pustek o kształcie romboedrycznym, oraz ich wypełnienie przez rekrytalizowany kalcyt.

Smitsonit, który jest głównym składnikiem użytecznym rud utlenionych opisywanego obszaru, występuje w dwóch odmianach jako:

- bardzo drobnokrystaliczna i mikrokrytaliczna, bezładna mieszanina z dolomitem i tlenkami żelaza (Pl. II, fig. 1),
- niewielkie skupienia monomineralne, złożone z drobnokrystalicznego smitsonitu, towarzyszącego goethytowi, tworzące dendryty lub żyłki (Pl. II, fig. 1).

Smitsonit może też bezpośrednio zastępować siarczki cynku. Obraz mikroskopowy odsłania mechanizm tego procesu. Widoczne są nadżarcia i częściowo zastąpione kryształy, a także pseudomorfozy smitsonitu po sfalerycie i wurcyte (Pl. II, fig. 2).

Rudy utlenione cechuje duże zróżnicowanie strukturalne, widoczne już w skali makroskopowej. Obok dominujących galmanów o zróżnicowanej wielkości okruchów i ziarn mineralnych o rozmiarach zmieniających się w granicach od kilku centymetrów do rzędu milimetra, spotyka się odmiany bardziej równoziarniste.

TEKSTURY RUD UTLENIONYCH

W codziennej praktyce złożowo-kartograficznej podstawową metodą jest makroskopowy opis rud. Z uwagi na trudności w określeniu składu mineralnego i struktury rud utlenionych, pierwszorzędnej wagi nabierają dla nich cechy teksturalne.

W tabeli (tab. 1) zestawiono tekstury rud utlenionych z obszaru olkuskiego. Wyróżniono sześć typów tekstur: bezkształtne, okruchy, spoiwo, naskorupienia, żyłki i tekstury jamiste (box work) oraz przyporządkowano je formom występowania smitsonitu. Mieszanina mikrokrytalicznego smitsonitu z dolomitem i tlenkami żelaza dominuje w teksturach bezkształtnych (Pl. III, fig. 1, 2). Monomineralne skupienia smitsonitu

Tabela 1

Zestawienie makrotektur utlenionych rud cynku

Typ skupień smitsonitu	Typ tekstu- ralny	Tekstury wytworzone w wyniku wietrzenia podczas:		
		dezintegracji, rozpuszczania, brekcjowania	zastępowania metasomatycz- nego	akumulacji mechanicznej, precypitacji chemicznej
polimineralne (smitsonit w mi- kroziarnistej mie- szaninie z tlenka- mi Fe i dolomi- tem)	bezkształtna	ziemista, pro- szkowa, poro- wata	impregnacyj- na	proszkowa
	okruchy	brekcjowa		brekcjowa, okruchowa
	spoiwo		brekcjowa	brekcjowa (matrix)
monomineralne (smitsonit drobno- krystaliczny)	jamista (box work)	jamista		krustyfika- cyjna
	naskorupienia		skorupowa	dendrytowo- skorupowa
	żyłki			żyłkowa, druzowa

tworzą tekstury dendrytowe, skorupowe i żyłowe (Pl. IV, V). W szczególnym przypadku naskorupienia krystalicznego smitsonitu tworzą się na ściankach jam i kawern w rudach typu „box work” (Pl. VI, fig. 1), zacierając ich kształty. Natomiast rudę o teksturze brekcjowej można spotkać w obydwu wyróżnionych typach skupień smitsonitu. Minerale ten występuje bowiem w postaci spoiwa okruchów dolomitowych, tworząc krustyfikacje, lub bezładnie wypełniając przestrzeń między fragmentami skały (Pl. VI, fig. 2, Pl. VII, fig. 1). Brekcję taką cechuje mała spoistość oraz rozsypliwość. Rzadziej smitsonit i tlenki żelaza występują w okruchach brekcji, impregnując dolomit. Ich spoiwo stanowi wtedy goethyt, krystaliczny smitsonit, a niekiedy galena. Stopień utlenienia takiej brekcji jest zazwyczaj wysoki.

Równolegle z przedstawionym podziałem dokonano klasyfikacji genetycznej wyróżnionych typów rud utlenionych. W podziale tym, wzorowanym na schemacie Juszeko (1966) uwzględniono trzy główne rodzaje procesów występujących podczas wietrzenia i utleniania złoża pierwotnego, a mianowicie: procesy niszczenia, akumulacji i zastępowania metasomatycznego. Dokładne ich wyszczególnienie przedstawiono w tabeli (tab. 2).

Tabela 2

Zestawienie procesów zachodzących podczas wietrzenia złoży

	Procesy niszczenia		Zastępowanie metasomatyczne	Procesy akumulacji	
	mechaniczne	chemiczne		mechaniczne	chemiczne
Rodzaj procesu	1. rozmywanie, wymywanie 2. kruszenie, spękanie 3. zawał, brekcjowanie	1. rozpuszczanie	1. zastępowanie dolo-mitu przez smitsonit (metasomatoza wietrzeniowa) 2. zastępowanie sfalerytu przez smitsonit	1. sedimentacja w pustych przestrzeniach o różnym charakterze 2. mechaniczna akumulacja materiału o różnym stopniu segregacji	1. precypitacja z roztworu a. w pustych przestrzeniach b. w miękkim, luźnym materiale
Efekt	1. zmniejszenie spistości, rozluźnienie 2. powstawanie pustek a. spękań b. rozwarstwień c. jam, kawern 3. tworzenie reziduum	1. desagregacja	1. powstawanie tekstur impregacyjnych 2. powstawanie tekstur odziedziczonych — pseudomorfoz	1. powstawanie sedimentów a. beziadnych — scementowanych — luźnych b. laminowanych	1. krustyfikacja w szczelinach, jamach, kawernach, pustkach brekcji 2. wytrącanie w sedimentach — w obrębie lamin — w luźnym materiale*
Charakterystyczne tekstury rudne	1. tekstura porowata 2. tekstura kawernista 3. tekstura proskowa, ziemista 4. tekstura brekcjowa, okruczowa 5. tekstura (jamista) szkieleto-wa	1. tekstura impregacyjna 2. tekstura skorupowa odziedziczona	1. tekstura impregacyjna 2. tekstura skorupowa odziedziczona	1. tekstury sedimentacyjne 2. tekstury krustyfikacyjne, dendrytowe 3. tekstury brekcjowe (spoiwo) 4. tekstury żyłkowe 5. tekstury skorupowe	

*) nie obserwowane w badanych fragmentach złoży

Udział poszczególnych procesów w tworzeniu określonych tekstur jest zróżnicowany, gdyż wiele z nich przebiega w złożu w jednakowym czasie, lub też nakłada się na siebie w kolejnych fazach jego utlenienia. Ostateczne wykształcenie teksturalne jest więc wynikiem działalności kilku procesów, przy czym w niektórych przypadkach poprawne ich wydzielenie nie jest możliwe.

Spośród procesów niszczenia trzy nabierają zasadniczego znaczenia w przemianach teksturalnych rudy pierwotnej. Są nimi: dezintegracja i brekcjowanie, zaliczane do procesów mechanicznych, oraz rozpuszczanie, reprezentujące procesy chemiczne. Ze względu na lokalny zasięg podrzędne znaczenie ma proces mechanicznego wymywania. Efektem działania tych procesów jest rozluźnienie spoistości skały, powstanie licznych pustek, jam i szczelin, oraz luźnego materiału. Prowadzi to do wytworzenia tekstur brekcjowych, jamistych, porowatych, proszkowych i ziemistych.

Drugą, przeciwną co do rezultatów działania grupę stanowią procesy akumulacji, wśród których dominującą rolę w tworzeniu się rud utlenionych w opisywanych złożach odgrywa precypitacja chemiczna w pustkach, szczelinach, kawernach itp. Akumulacja mechaniczna mająca prawdopodobnie mniejsze znaczenie jest ściśle związana z procesami niszczenia: kruszeniem i brekcjowaniem. W rudach utlenionych o teksturze jamistej obserwuje się niekiedy wtórne wypełnienia jam i pustek przez limonit (Pl. VII, fig. 2). W badanym obszarze nie zaobserwowano rudy utlenionej pochodzenia sedymentacyjnego. Spotykane w utlenionych częściach złoża sedymenty wewnętrzne pozbawione są mineralizacji Zn-Pb zarówno utlenionej, jak i siarczkowej, a zawierają jedynie tlenki żelaza.

Oprócz wymienionych dwóch grup procesów wyróżniono jeszcze trzecią, obejmującą zjawiska zastępowania metasomatycznego. Termin ten dotyczy zarówno zastępowania dolomitu przez smitsonit (metasomatoza wietrzeniowa, Żabiński 1960a), jak i, zgodnie z współczesną definicją metasomatozy (Pospiełow 1973), bezpośredniego zastępowania siarczków cynku przez smitsonit. Proces ten prowadzi do powstania tekstur skorupowych odziedziczonych i pseudomorfoz (Pl. V, fig. 2). Metasomatoza dolomitu przez smitsonit rozwija się w złożu utlenionym na dużą skalę i prowadzi do tworzenia się rud o teksturze impregnacyjnej. Metoda barwienia wskazuje, że smitsonit tworzy zazwyczaj spoiwo kryształów dolomitu oraz wypełnia w nim drobne żyłki. Zastępowanie dolomitu przez smitsonit dokonuje się więc od brzegów kryształów dolomitu ku ich wnętrzu, przy wykorzystaniu mikrospękań, płaszczyzn łupliwości i narastania kryształu.

Wyróżnione typy tekstur występują w skali całego złoża tak na terenie Kopalni Bolesław, jak i Olkusz w zmiennych ilościach. W strefie przypowierzchniowej (odkrywki Ujków, Stanisław) dominują rudy o tek-

sturze ziemistej, proszkowej i impregnacyjnej, natomiast w głębiej położonych częściach złoża udostępnionych wyrobiskami podziemnymi, rudy o teksturach brekcjowych, krustyfikacyjnych lub skorupowych odziedziczonych.

Przeprowadzone obserwacje wykazały, że na wykształcenie teksturalne rud utlenionych decydujący wpływ wywarły procesy niszczenia, połączone z zastępowaniem metasomatycznym. Prowadziły one do powstania tekstur odziedziczonych, świadczących o rodzaju tekstury rudy siarczkowej oraz do utworzenia tekstur impregnacyjnych. W kolejnych etapach wietrzenia dochodziło do coraz większego przerobienia materiału pierwotnego, co przejawiało się obecnością tekstur proszkowych i ziemistych. Tekstury powstałe w wyniku precypitacji chemicznej (naskorupienia, dendryty) spotykane są w złożach w mniejszej ilości.

PRZEOBRAŻENIA TEKSTUR RUD SIARCZKOWYCH W PROCESACH WIETRZENIOWYCH

Procesy utlenienia pierwotnego złoża siarczkowego spowodowały nie tylko zmianę jego składu chemicznego i mineralnego, ale i przebudowę strukturalno-teksturalną.

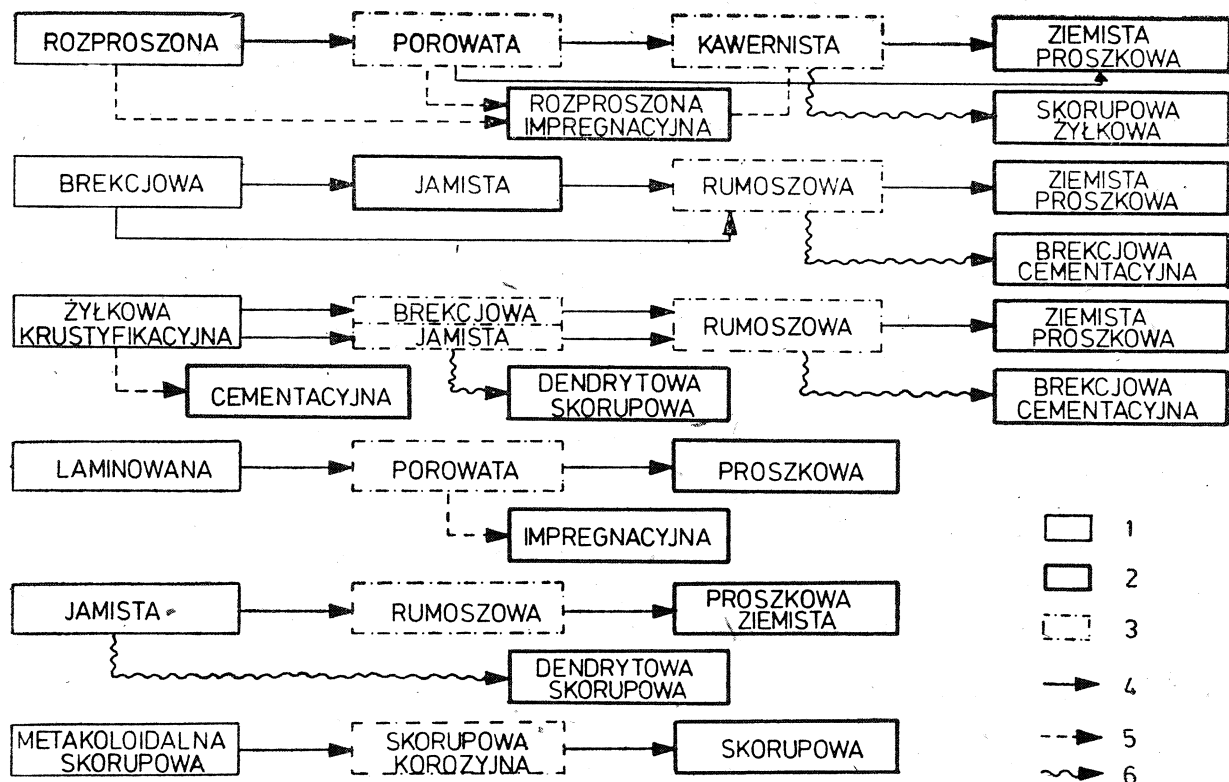
Podstawę do porównań stanowi przedstawiona przez Sass-Gustkiewicz (1975) klasyfikacja tekstur rud siarczkowych. Wprawdzie dotyczy ona tylko złoża Kopalni Olkusz, ale może być, jak się wydaje, z powodzeniem przeniesiona na cały obszar olkuski. Analogiczne typy tekstur rozpoznano bowiem również w złożu Kopalni Bolesław i Pomorzany (Ekiert 1959, Gruszczyk 1960, Harańczyk 1962).

Wiele z tych tekstur ma swoje morfologiczne „odpowiedniki” wśród rud utlenionych. Rzadko są one jednak wynikiem bezpośredniego przejścia rud siarczkowych w utlenione. Najczęściej procesy utlenienia powodują skomplikowane przekształcenia połączone z przemieszczeniem mechanicznym i chemicznym materiału. Efektem tego jest powstanie rud utlenionych o nowych teksturach, posiadających niekiedy postacie analogiczne do siarczkowych (brekcje, żyłki, krustyfikacje itp.). Przypuszczalne przemiany rud siarczkowych w procesie utlenienia przedstawia w sposób uproszczony tabela (tab. 3).

Rudy o teksturze rozproszonej, charakteryzujące się obecnością drobnych kryształów i ziarn sfalerytu, tkwiących w masie dolomitu, są stosunkowo odporne na utlenianie. Dolomit w trakcie procesów wietrzenia staje się porowaty i kawernisty, dzięki czemu jest podatny na metasomatozę i ulega częściowemu zastąpieniu przez smitsonit. W takiej utlenionej rudzie spotyka się często relikty sfalerytu. Dalsza dezintegracja dolomitu prowadzi do powstania rudy utlenionej o teksturach ziemistej lub proszkowej.

Tabela 3 — Table 3

Przemiany teksturalne rud w procesie wietrzenia



1 — tekstury rud siarczkowych, 2 — tekstury rud utlenionych, 3 — tekstury przejściowe, 4 — dominujący proces niszczenia, 5 — dominujący proces zastępowania metasomatycznego, 6 — dominujący proces akumulacji (precypitacja chemiczna)

Tekstura laminowana ulega podczas wietrzenia zatarciu i zniszczeniu. Nie ma ona swojego morfologicznego odpowiednika wśród rud utlenionych, co wskazuje, że w trakcie przemian wietrzeniowych rudy laminowanej nie zachodziło na większą skalę selektywne zastępowanie poszczególnych lamin przez smitsonit.

W rudzie o teksturach brekcjowej, jamistej, żyłowej lub krustyfikacyjnej następuje skutek procesów niszczenia rozluźnienie jej spójności. Prowadzi to do powstania tekstury rumoszowej, która bądź to ulega dalszej dezintegracji, przechodząc w teksturę ziemistą lub proszkową, bądź też zostaje ponownie spojona przez minerały wtórne lub ich mieszaniny. Powstaje więc nowa tekstura brekcjowa, cementacyjna czy żyłowa, przy czym skład mineralny rudy zmienia się.

Ruda siarczkowa o teksturze skorupowej ulega zastępowaniu metasomatycznemu, w wyniku czego powstaje tekstura skorupowa odziedziczona.

Przedstawiony schemat nie zawiera oczywiście wszystkich możliwych przemian tekstur rud siarczkowych podczas procesów utlenienia złoża.

ukazuje jedynie główne ich tendencje. Pozwala to niekiedy odtworzyć kolejność poszczególnych zjawisk, oraz wnioskować o charakterze złoża pierwotnego na podstawie mineralizacji wtórnej.

UWAGI KOŃCOWE

Praca niniejsza zawiera pełny opis wykształcenia teksturalnego utlenionych złóż Zn-Pb obszaru olkuskiego. Składa się on z:

- wyodrębnienia typów tekstur i ich charakterystyki,
- odtworzenia mechanizmu przemian rud siarczkowych w utlenione,
- określenia roli i zasięgu poszczególnych procesów cząstkowych, przebiegających podczas utleniania złoża,
- wnioskowania na podstawie obrazu złoża utlenionego o szczegółach wykształcenia złoża pierwotnego.

Jest to pewien model opisu, który jak się wydaje, może być z powodzeniem stosowany dla charakterystyki rud utlenionych, w różnych złożach. Uwzględnienie wszystkich podanych zagadnień ma istotne znaczenie zwłaszcza w przypadkach, gdy obserwacja pierwotnego złoża siarczkowego jest niemożliwa lub utrudniona, np. podczas prac rozpoznawczych lub obserwacji starych robót górniczych.

Przedstawione rozważania rozpatrywać należy też w innym aspekcie, jako część składową ogólnego opisu wykształcenia złoża. Przebudowa strukturalno-teksturalna złoża siarczkowego w procesie utlenienia znajduje bowiem swoje odbicie w skali megaskopowej. W przypadku omawianych złóż obszaru olkuskiego jest to dobrze widoczne, zwłaszcza we fragmentach złoża położonych w strefie przypowierzchniowej, na zrębach tektonicznych, gdzie formy złoża utlenionego odwzorowują formy charakterystyczne dla złoża siarczkowego. Formy te są częściowo zatarte na skutek przemieszania materiału i rozprzestrzenienia mineralizacji utlenionej w skałach otaczających (metasomatoza wietrzeniowa). Omówienie tego zagadnienia wykracza poza ramy przedstawionego tematu i wymaga odrębnego opracowania.

WYKAZ LITERATURY — REFERENCES

- Albrecht A. (1901), Kopalnie galmanu Bolesławsko-Olkuskie. *Przegl. Tech.*, 39: 32, 33, 40, 41. Warszawa.
- Albrecht A. (1902), Kopalnie galmanu Bolesławsko-Olkuskie. *Przegl. Techn.*, 40: 11, 12. Warszawa.
- Albrecht A. (1903/4), Materiały dotyczące się kopalni galmanu w Królestwie Polskim. *Przegl. Górn.-Hutn.*, 1: 9, 15, 16, 17. Warszawa.

- Bogacz K., Dżułyński S., Harańczyk C. (1973), Caves filled with clastic dolomite and galena mineralization in disaggregated dolomites. *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, 43, 1: 59—72. Kraków.
- Ekiert F. (1959), Złoże kopalni Bolesław na tle geologii obszaru pomiędzy Sławkowem a Olkuszem. *Biul. Inst. Geol.*, 101. Warszawa.
- Evamy B. D. (1967), Dolomitization and the development of rhombohedral pores in limestones. *Jour. of Sedim. Petrol.*, 37, 4: 1204—1215. Oklahoma Tulsa.
- Gruszczuk H. (1960), Struktury i tekstury Śląsko-Krakowskich kruszców Zn-Pb. *Spraw. Pos. Kom. PAN.*, 155—157. Kraków.
- Harańczyk C. (1962), Mineralogia kruszców Śląsko-Krakowskich złóż cynku i ołowiu. *Prace Geol. PAN.*, 8. Warszawa.
- Jensen M. L., Dessau G. (1966), Ore deposits of Southwestern Sardinia and their sulphur isotopes. *Econ. Geol.*, 61, 5: 597—613.
- Juszkowski S. A. (1966), Metody laboratoryjnego isledowania rud. Moskwa.
- Mochacka K., Sass-Gustkiewicz M. (1978), Metasomatic processes along the contact of the ore-bearing dolomite with limestones (Olkusz mine, Cracow-Silesian Zn-Pb Ore District). *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, 48, 2: 183—191. Kraków.
- Ohle E. L. (1951), Influence of permeability in the ore distribution in limestones and dolomites. *Econ. Geol.*, 46, 7: 667—706.
- Piekarski K. (1966), Zależność występowania triasowych złóż rud Zn-Pb od starokimeryjskiej budowy geologicznej rejonu Śląsko-Krakowskiego. *Praca doktorska 1151. Arch. IGSM AGH.* Kraków.
- Pospiełowski G. L. (1973), Paradoxes, geologo-physical nature and mechanisms of metasomatism. Nowosibirsk.
- Ridge J. (editor) (1968), Ore deposits of the United States. New York.
- Sass-Gustkiewicz M. (1975), Strefowość mineralizacji w obrębie struktury zawalowej w złożu Zn-Pb w Olkusz. *Spraw. Kom. PAN*, 20, 1: 1—5. Kraków.
- Smolarska I. (1968), Charakterystyka mineralogiczna dolomitów kruszonośnych wschodniej części Śląsko-Krakowskiego Zagłębia Kruszcowego. *Prace Miner. PAN*, 13. Warszawa.
- Słowiński S. (1965), Rozwój dolomitów kruszonośnych w obszarze Śląsko-Krakowskim. *Prace Geol. PAN*, 57. Kraków.
- Zabiński W. (1960 a), Charakterystyka mineralogiczna strefy utlenienia Śląsko-Krakowskich złóż kruszców cynku i ołowiu. *Prace Geol. PAN*, 1. Kraków.
- Zabiński W. (1960 b), Geochemistry of cadmium in the oxidation zone of Silesia-Cracow Zinc and Lead ore deposits. *Bull. Acad. Sci.*, 8, 4: 251—254. Kraków.
- Zabiński W. (1963), Z badań geochemicznych strefy utlenienia Śląsko-Krakowskich złóż kruszców cynku i ołowiu. *Prace Geol. PAN*, 19: 49—84. Kraków.

SUMMARY

Oxidized zinc ores formed by transformation of pre-existing sulfide ores exhibit significant variability of structures and textures. The author presents petrographic characterization of the oxidized ore, together with the specification and classification of ore structures.

The field observations were made in Bolesław and Olkusz deposits, located in the eastern part of the Silesia-Cracow region (Fig. 1). The ore-bearing dolomite occurs on the surface, or is covered by thin Diplo-

pora Dolomite, Keuper and Quaternary sands. The general geology of the region is complicated by numerous faults of post-mineralization age. The faults separate the studied area into several blocks.

The main forms of oxidized ores are as follows: layers, lenses — both occurring in the subsurface zone, usually in tectonic horsts (Fig. 2a) and nests — located deeper. The oxidized zone is usually developed over the sulfide ore bodies, or in its uppermost part. It is formed by weathering processes, spreading down from the surface, and controlled by the percolation of oxygen rich waters. The final result of such process is complete transformation of sulfide ores into the oxidized ones.

In some parts, especially in Olkusz area, both the sulfide and oxidized ores coexist in the same horizon, overlapped by the impermeable Keuper beds. The accumulation of oxidized ores resulted from partial oxidation of breccia nests mineralized with Zn-Pb sulfides. The oxidation developed from margins to the centres of ore bodies. It is suggested, that the process was controlled by joint planes enabling a complicated water circulation and karstification.

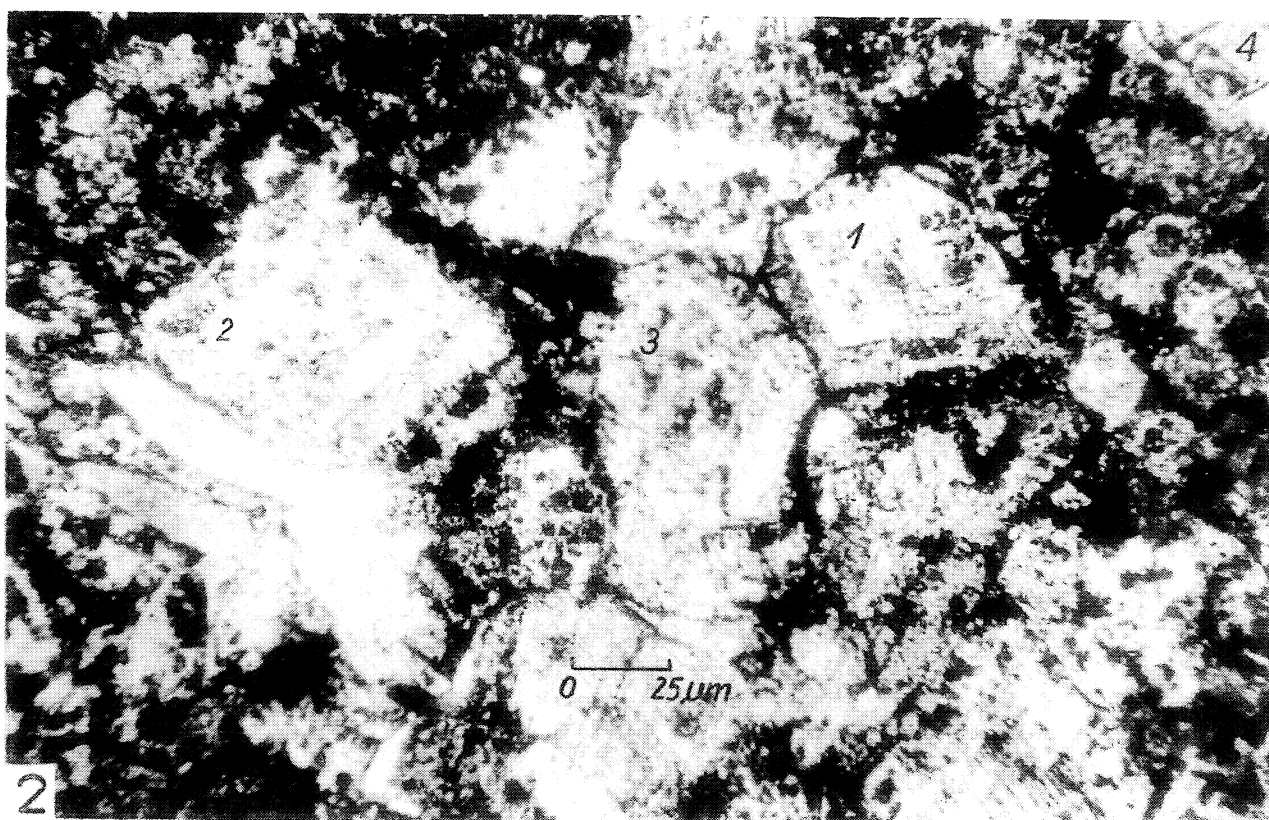
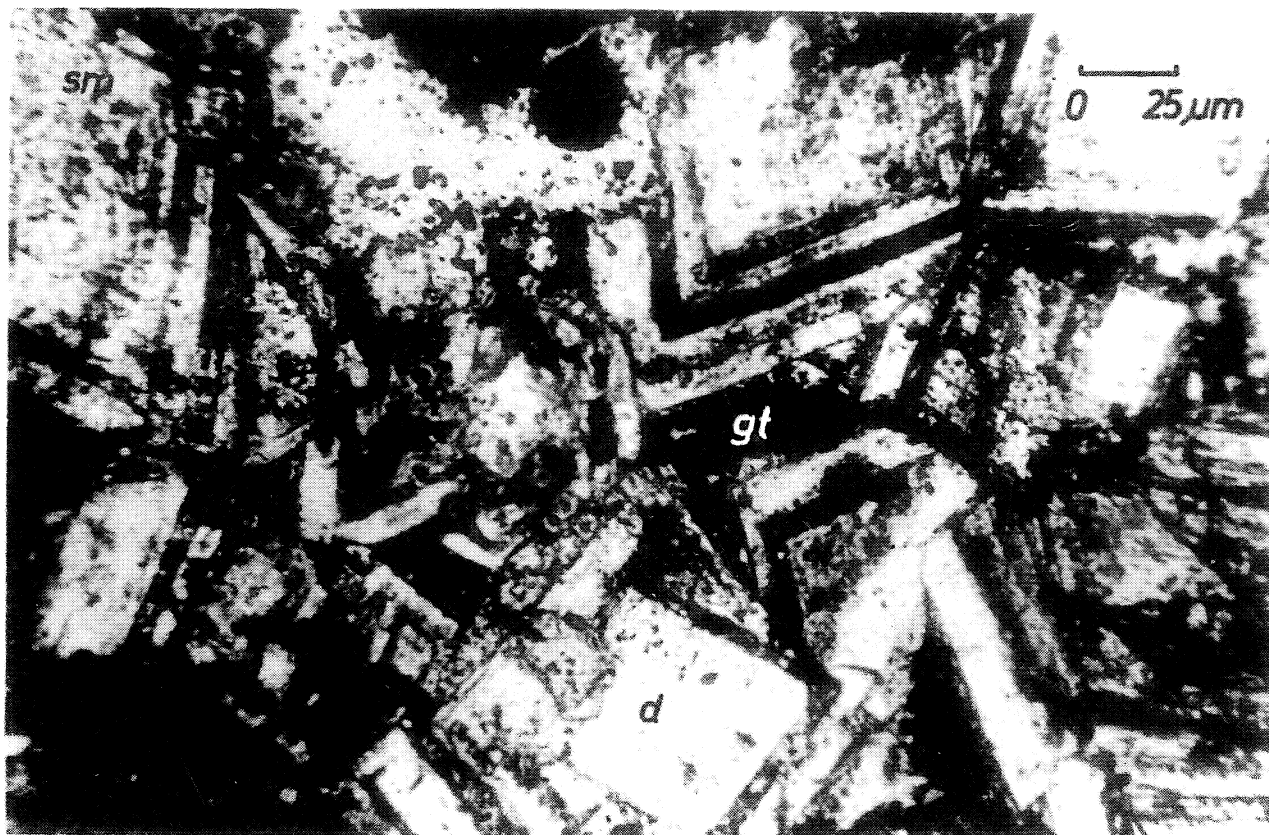
The main components of oxidized ores are smithsonite with subordinate hmeimorphite, and barren minerals: iron oxides and dolomite. The oxidized ores recently mined in Bolesław and Olkusz mines contain less smithsonite in comparison with that of old mines. The average content is 15 weight percent of ZnO, which corresponds to 7,8 weight percent of metal. The ore contains also considerable amounts of iron oxides (23,5 weight percent of FeO) in the form of limonite and/or goethite. The relics of Zn, Pb and Fe sulfides were also identified along with the trace amounts of cerussite accompanying galena.

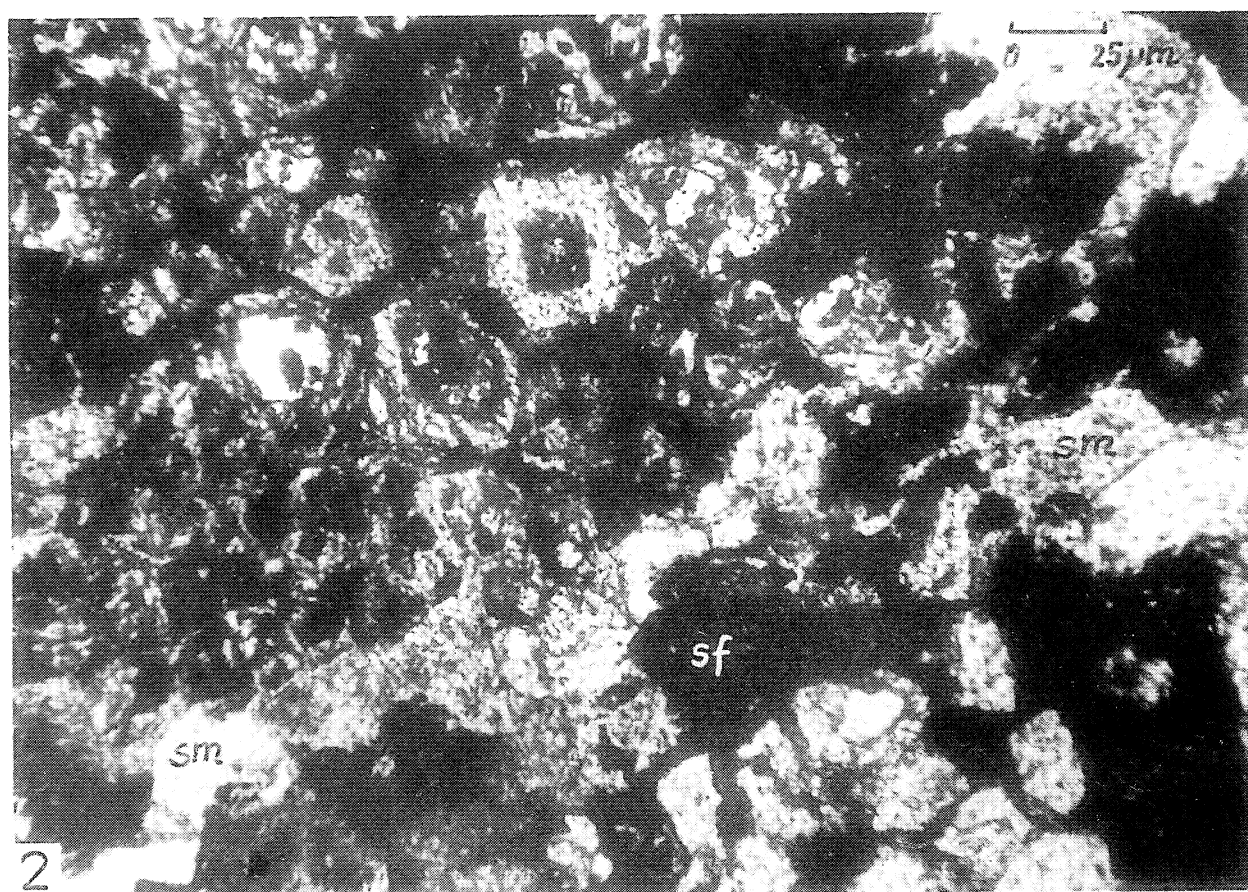
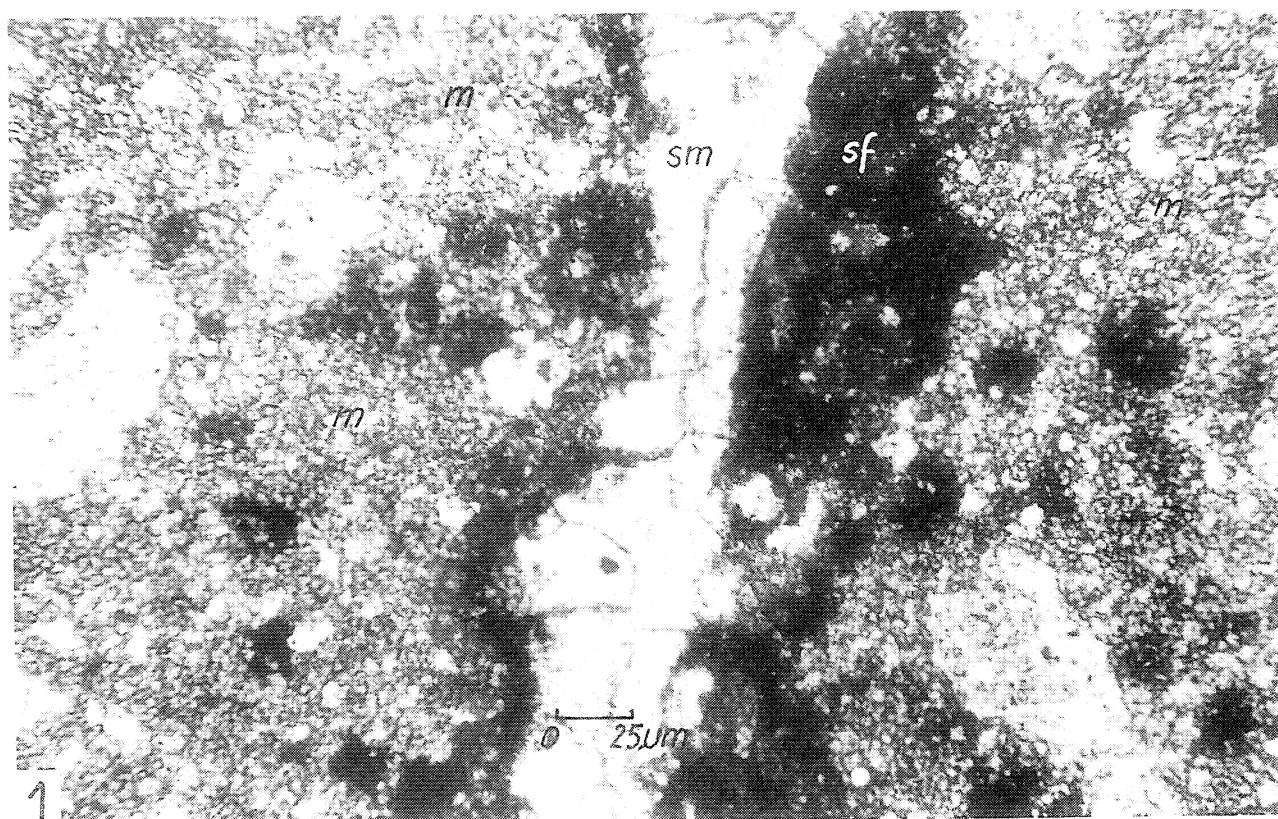
The analysis of ore structures led to the distinguishing of following six types: irregular forms, fragments, cement, crustifications, vein and box-work (Table 1, Pl. II—VII). In the irregular type smithsonite forms microcrystalline intergrowths with dolomite and iron oxides. In other types it occurs as monomineral assemblages.

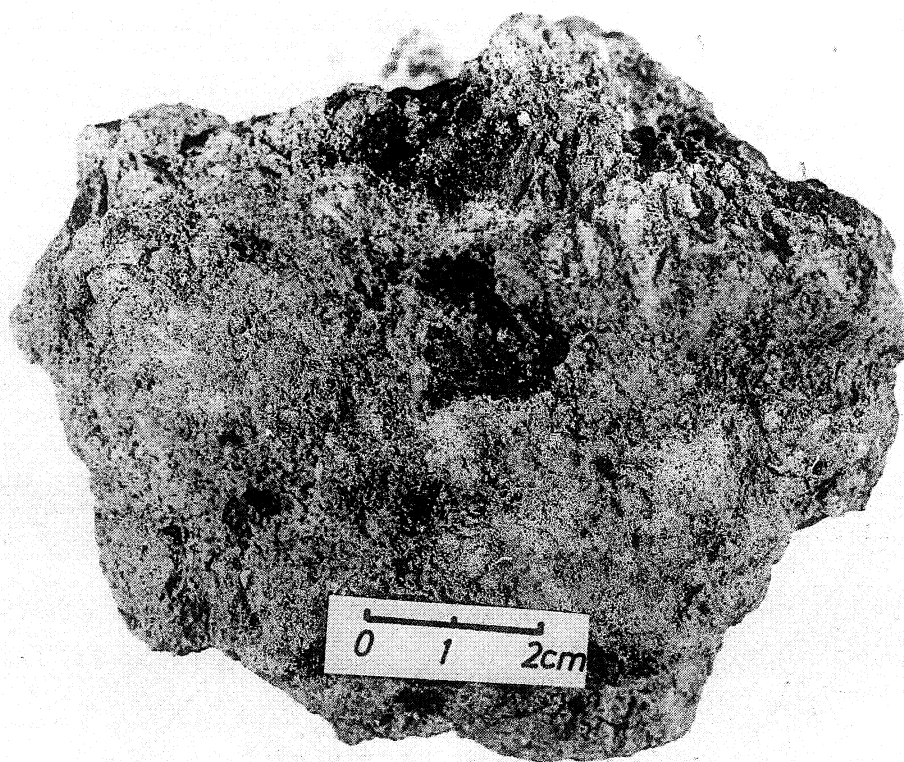
Detailed investigation resulted in establishing structural transformation of sulfide ores, being the products of various oxidation processes. Three types of processes were distinguished: destruction, metasomatic replacement and accumulation (Table 2, 3). The effects of these processes were studied and characteristic ore structures distinguished.

Destruction processes consisted in mechanical desintegration and brecciation, and in chemical dissolution. They resulted in formation of open spaces, caverns and fissures. Brecciated, box-work, porous structures and friable and powdery textures are typical for the rocks subjected to such processes.

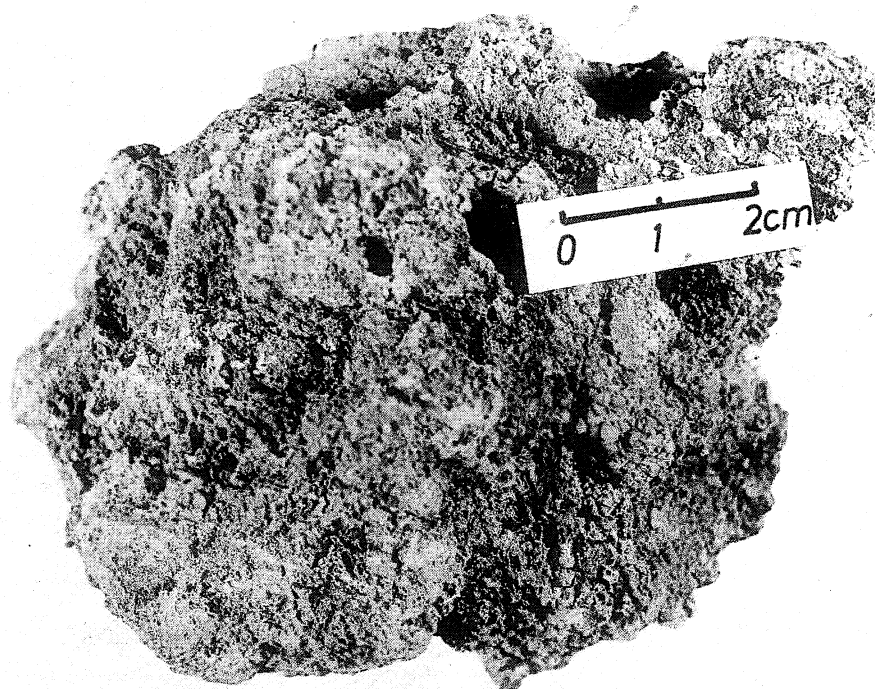
Processes of the second type consist in precipitation which leads to filling of open spaces with oxidized minerals.



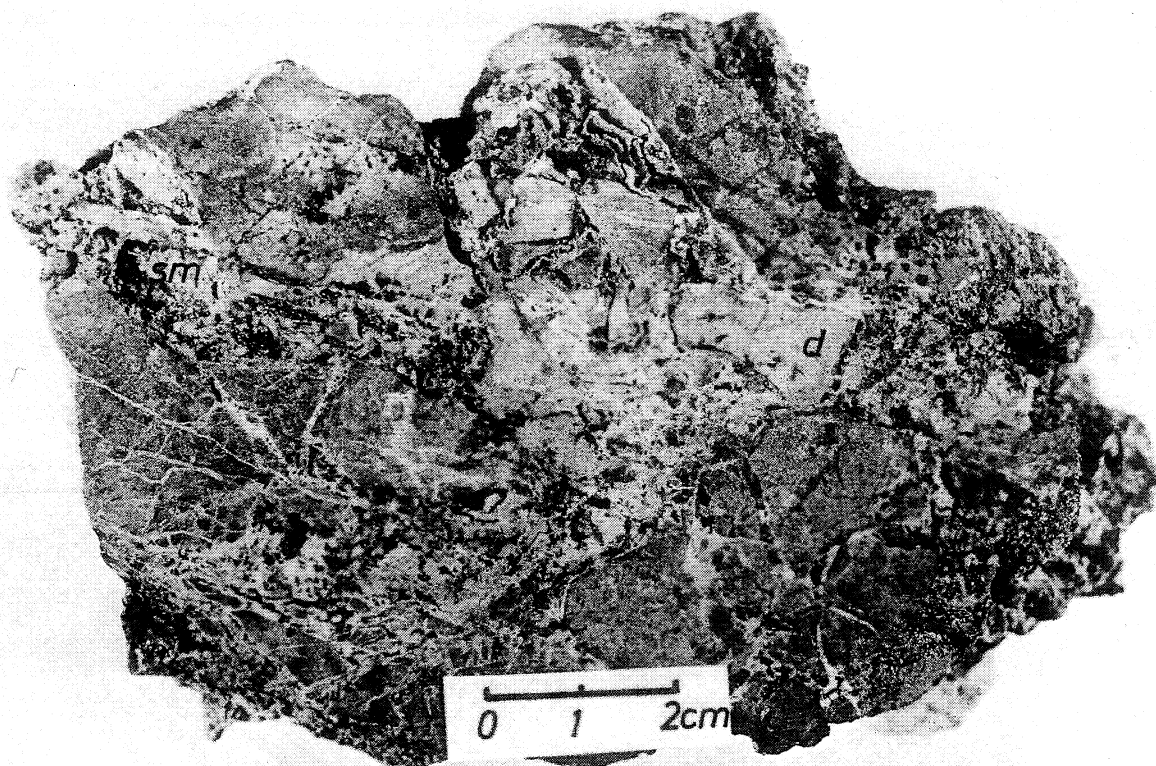




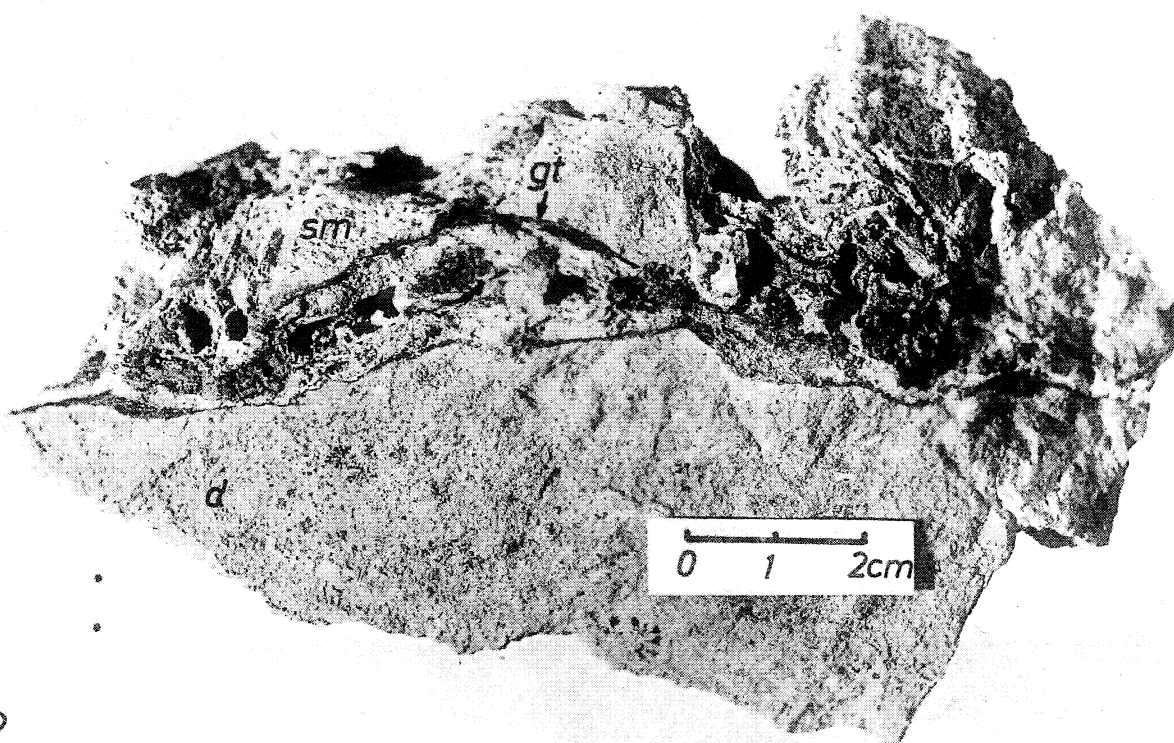
1



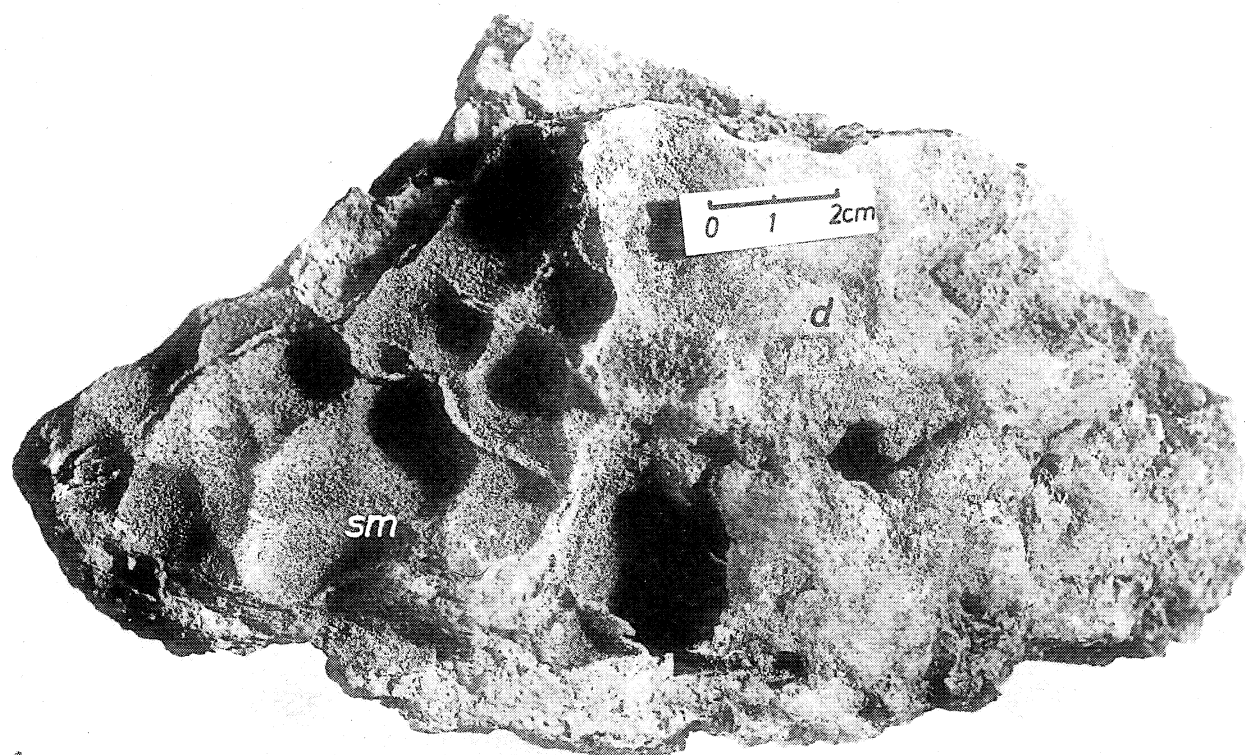
2



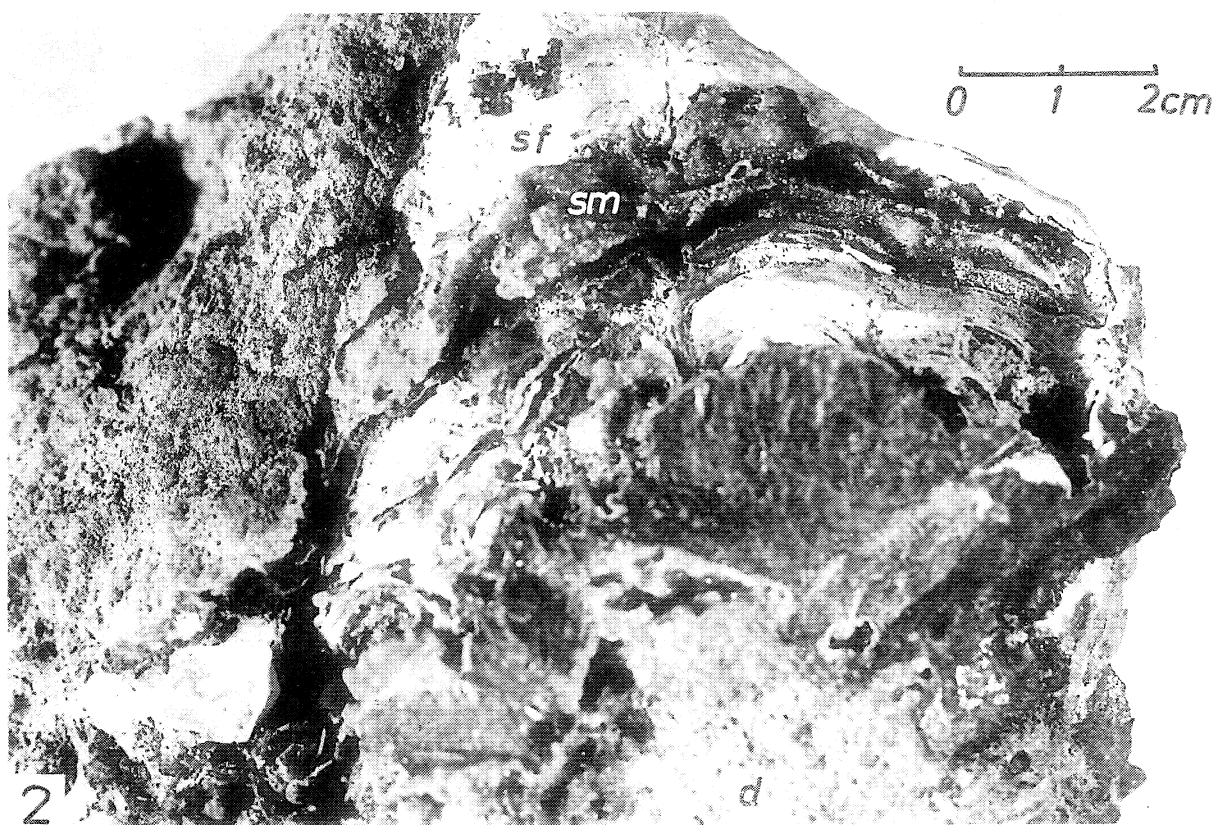
1



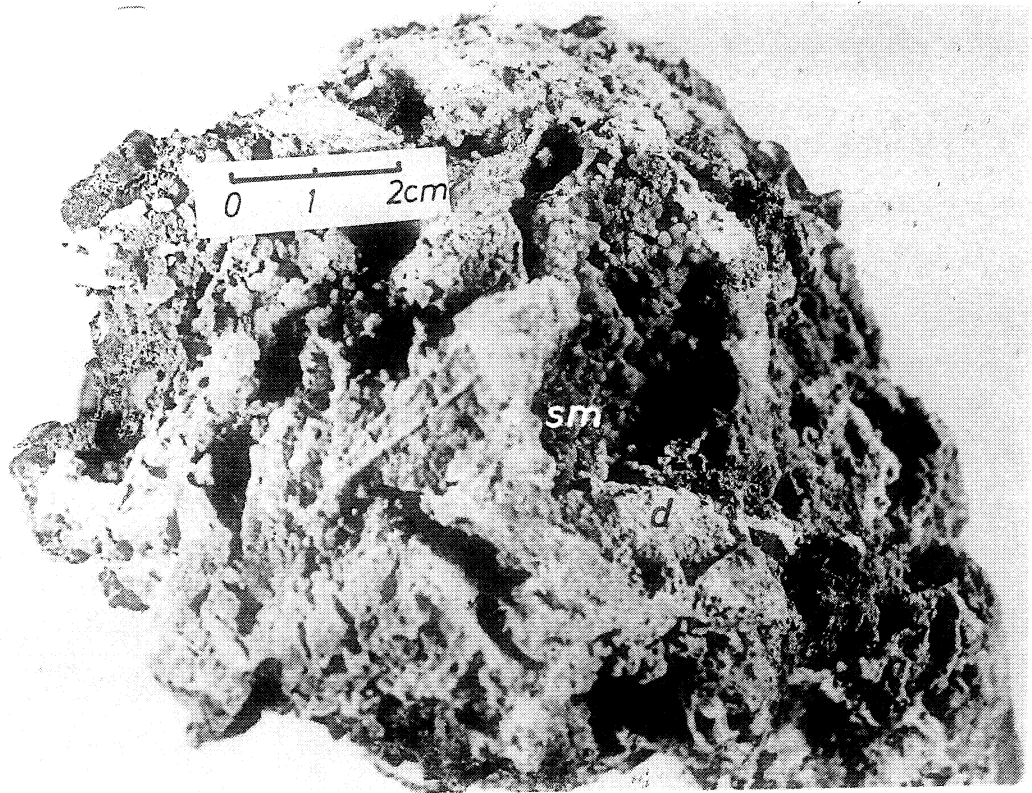
2



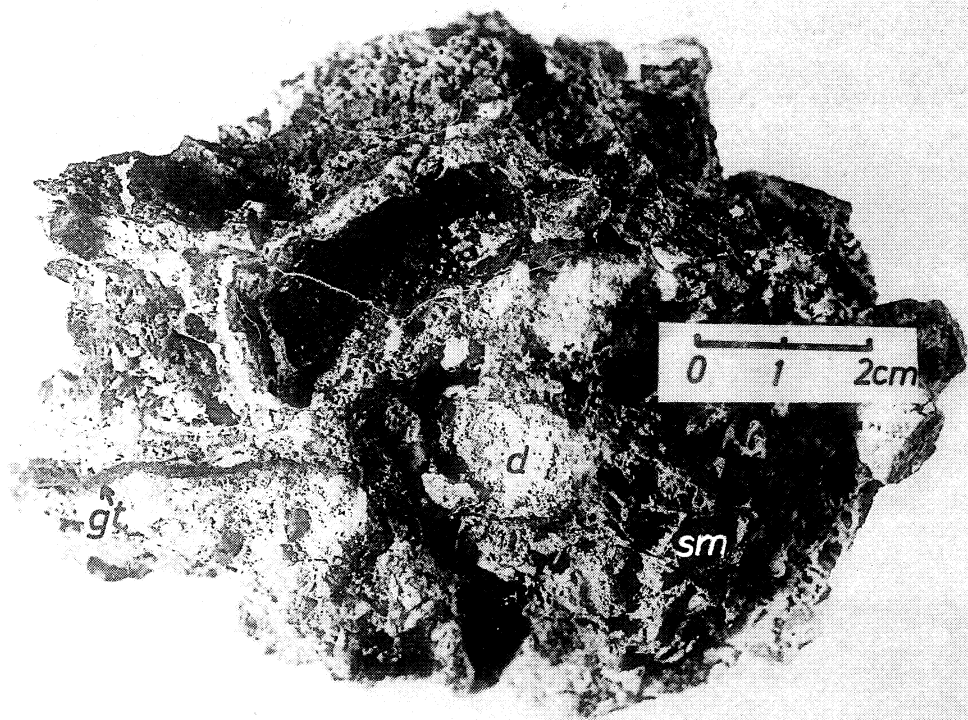
1



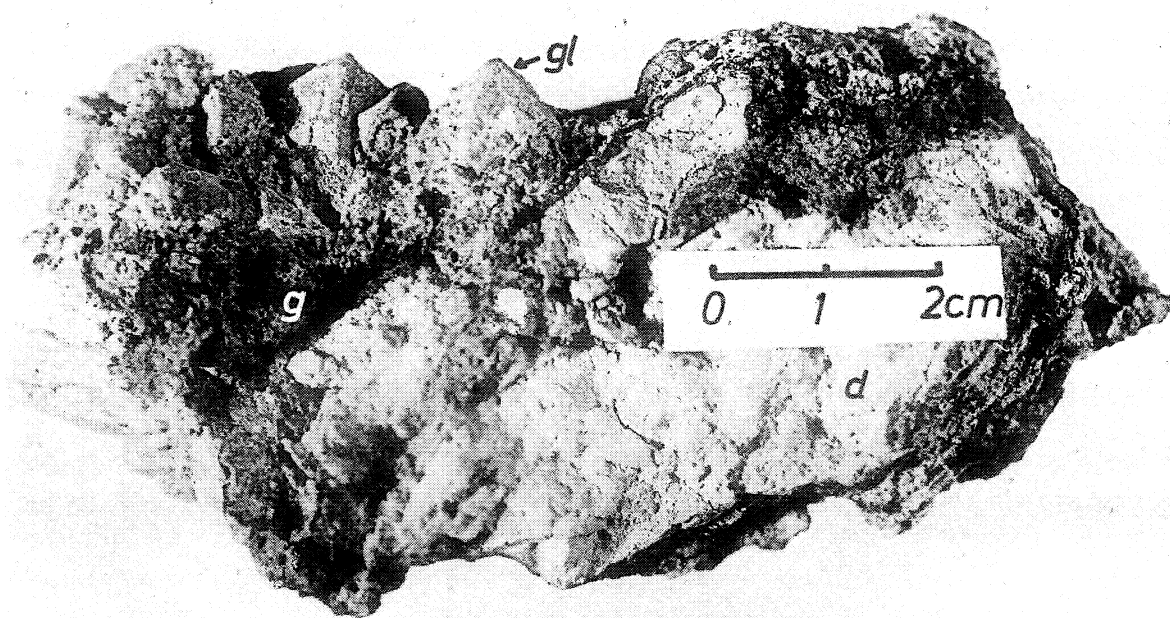
2



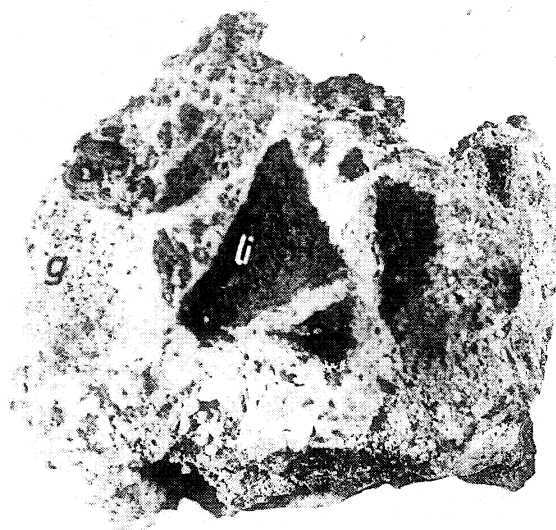
1



2



1



2

Processes of the third type include the replacement of dolomite by smithsonite (s.c. weathering metasomatoses, Żabiński 1960a), and of Zn sulfides by smithsonite. Metasomatic processes result in formation of inherited crustification structures and pseudomorphs (Pl. V, Fig. 2). Large scale replacement of dolomite by smithsonite results in the formation of impregnated ores.

As follows from the results of this study the destruction connected with metasomatic replacement was the main controlling factor in the development of structures in oxidized ores of the investigated area.

OBJAŚNIENIA PLANSZ — EXPLANATION OF PLATES

Plansza — Plate I

Fig. 1. Kryształy dolomitu (d) atakowane przez tlenki żelaza (gt) i smitsonit (sm). Tlenki żelaza wypełniają przestrzeń między częściowo skorodowanymi kryształami dolomitu oraz zastępują niektóre pasma w strefowo wykształconych kryształach tego minerału.

Światło przechodzące, 1 N.

Fig. 1. Dolomite crystals (d) affected by Fe-oxides (gt) and smithsonite (sm). Iron oxides fill spaces between partially corroded crystals of dolomite and replace some bands in zonally developed crystals of this mineral.

Transmitted light, 1 N.

Fig. 2. Fragmenty kryształów dolomitu zastępowanych kalcytem (k). Można wyróżnić kilka faz dedolomityzacji: 1) romboedryczny kryształ dolomitu, 2) romboedryczny kryształ dolomitu zastąpiony mikrytem kalcytowym, 3) częściowo skorodowany kryształ dolomitu, 4) pseudomorfozy sparytowego kalcytu po dolomicie.

Światło przechodzące, 1 N.

Fig. 2. Fragments of dolomite crystals replacing by calcite (k). The following phases of de-dolomitization are visible: 1) rhomboedral dolomite crystal, 2) rhomboedral dolomite crystal replaced by calcitic micrite, 3) partially corroded dolomite crystal, 4) pseudomorphoses of sparitic calcite developed after dolomite.

Transmitted light, 1 N.

Plansza — Plate II

Fig. 1. Żyłka smitsonitowa (sm) wśród mikrokrystalicznej masy węglanowej, złożonej z dolomitu, smitsonitu i kalcytu oraz tlenków żelaza (m). Widoczne reliktywne ziarna sfalerytu (sf).

Światło przechodzące, 1 N.

Fig. 1. Smithsonite vein (sm) within microcrystalline carbonate matrix, composed of dolomite, smithsonite, calcite and iron oxides (m). Relict sphalerite grains (sf) are visible.

(Transmitted light, 1 N.

Fig. 2. Zastępowanie sfalerytu (sf) przez smitsonit (sm). Środki kryształów zajmuje niezastąpiony jeszcze sfaleryt, części brzeżne — smitsonit.

Światło przechodzące, 1 N.

Fig. 2. Replacement of sphalerite (sf) by smithsonite (sm). Centres of crystals occupied by not yet replaced sphalerite, margins occupied by smithsonite.

Transmitted light, 1 N.

Plansza — Plate III

Fig. 1. Słabo zwięzły galman przechodzący w odmianę o teksturze proszkowej. Ciemne fragmenty okazu — limonit.

Fig. 1. Poorly cemented galman, passing into a variety of the powder structure. Dark fragments — limonite.

Fig. 2. Ruda utleniona o teksturze impregnacyjnej.

Fig. 2. Oxidized ore of the impregnation structure.

Plansza — Plate IV

Fig. 1. Brekcja złożona z okruchów dolomitu (d) spojonych smitsonitem (sm).

Fig. 1. Breccia composed of dolomite grains (d), cemented by smithsonite (sm).

Fig. 2. Żyłki smitsonitowo (sm)-geothytowe (gt) wśród zwietrzałego dolomitu (d).

Fig. 2. Smithsonite (sm)-goethite (gt) veins within weathered dolomite (d).

Plansza — Plate V

Fig. 1. Naskorupienia smitsonitu (sm) na słabo zwietrzałym fragmencie dolomitu (d).

Fig. 1. Smithsonite (sm) encrustations developed on slightly weathered fragment of dolomite (d).

Fig. 2. Smitsonit (sm) zastępujący skorupową blendę cynkową (sf). Widoczne zastępowanie niektórych pasm blendy przez mikrokryształiczny smitsonit.

Fig. 2. Smithsonite (sm) replacing zinc blende (sf). Replacement of some bands of blende by microcrystalline smithsonite is visible.

Plansza — Plate VI

Fig. 1. Dendrytowe skupienia smitsonitu (sm) na zwietrzałym dolomicie (d), impregnowanym smitsonitem.

Fig. 1. Dendritic concentrations of smithsonite (sm) on weathered dolomite (d), impregnated by smithsonite.

Fig. 2. Ruda utleniona o teksturze brekcjowej a zarazem jamistej. Fragmenty dolomitu (d) w różnym stopniu zastąpione przez smitsonit spojone są krustyfikacyjnymi naskorupieniami smitsonitowo(sm)-geothytowymi (gt).

Fig. 2. Oxidized ore of the breccia and porous structure. Fragments of dolomite (d) are partially replaced by smithsonite and cemented by smithsonite (sm)-goethite (gt) crustification encrustations.

Plansza — Plate VII

Fig. 1. Idiomorficzne kryształy galeny (gl) pokryte cienką warstwą cerusytu, wykształcone na powierzchni okruchów zwietrzałego dolomitu (d), spojenego galmanem (g).

Fig. 1. Idiomorphic crystals of galena (gl) covered by thin layer of cerusite, developed on weathered grains of dolomite (d), cemented by galman (g).

Fig. 2. Ruda utleniona o teksturze jamistej. Pustki wypełnione pylastym limonitem. (g) — galman, (li) — limonit.

Fig. 2. Oxidized ore of the porous structure. Pores filled by silty limonite. (g) — galman, (li) — limonite.