

IRENA STAŃCZYK

Polihalit w kopalniach soli regionu kujawskiego

POLYHALITE IN THE SALT MINES OF THE KUJAWY REGION

STRESZCZENIE: Polihalit, pospolity minerał w złożach solnych kopalń Inowrocław, Wapno i Kłodawa, występuje najczęściej w postaci epigenetycznych żył, gniazd i mniejszych skupień. Koncentruje się w piętrze soli młodszych (Z3): w szarym ile solnym, w anhydrycie głównym, w młodszej soli potasowej, w przypadku wykształcenia jej w postaci soli twardej, oraz w warstwach anhydrytu A, B i C pośród soli dymnych. Obserwacje poczynione w inowrocławskiej kopalni soli pozwalają wnioskować, że polihalit powstaje w sąsiedztwie skał anhydrytowych oraz skał magnezu i potasu. Tworzy się on przez metasomatozę wcześniej osadzonego mleczka anhydrytowego, przez metasomatozę skały anhydrytowej lub przez bezpośrednie wytrącanie z roztworu.

WSTĘP

Zaznaczające się od kilku lat w polskich środowiskach geologicznych i górniczych większe zainteresowanie polihalitem, jako solą magnezowo-potasową, pozostaje w związku z odkryciem złóż polihalitowych nad Zatoką Pucką (Poborski 1969a, b).

Polihalit należy do pospolitych minerałów solnych i znany jest z wielu potasonośnych pól w zagłębiach solnych. Występuje najczęściej w postaci mniejszych skupień epigenetycznych, natomiast rzadko tworzy złoża o wartości górniczej. Takie złoża znane są z permu Ameryki Północnej (Nowy Meksyk — Teksas), Wielkiej Brytanii i Związku Radzieckiego. Do nich należą również nowo odkryte złoża nad Zatoką Pucką.

W polskiej literaturze geologicznej najwcześniejsze opisy występowania polihalitu pochodzą z opracowań dotyczących złóż soli magnezowo-potasowych na Podkarpaciu północno-wschodnim (Ukraina Zach., ZSRR). Stwierdzono tam polihalit w profilach wierceń poszukiwawczych i w kopalniach soli: w Stebniku, Hołyniu i Kałuszu. C. Kuźniar (1933) wspomina o dość ciągłej parucentymetrowej warstewce polihalitu, pod-

ścielającej pokład sylwinitu w kopalni hołyńskiej. Wymienia również były anhydrytowo-polihality, rozmieszczone w stropowej partii tego pokładu, oraz opisuje polihality występujący w postaci ziarn rozproszonych w masie eksploatowanej soli potasowej.

W całym centralnym polu potasonośnym zagłębia cechsztyńskiego Polski, wyróżnianym na mapach litofacjalnych (Poborski 1969a, b) jako „pole facji chlorkowej ze solami magnezu i potasu”, notowano występowanie polihality w wielu miejscach. Pomijając obszar nad Zatoką Pucką najwcześniej zarejestrowano je w regionie kujawskim (Poborski 1955) w wysadach solnych Inowrocławia, Kłodawy i Wapna (kopalnie soli), a później także w profilach kilkunastu wierceń na Niżu Polskim.

Podstawowe materiały, w oparciu o które wykonano niniejsze opracowanie, pochodzą z kopalń soli regionu kujawskiego. Są to: szczegółowe zdjęcia geologiczne odsłoneń kopalnianych i obserwacje geologiczne oraz pobrane w czasie prac kartograficznych próbki do badań laboratoryjnych.

Za cenne uwagi i pomoc przy redagowaniu niniejszego artykułu autorka składa wyrazy podziękowania Panu Profesorowi dr J. Poborskiemu.

WAŻNIEJSZE WYSTĘPOWANIA POLIHALITU

W wysadach solnych regionu kujawskiego polihality jest najczęściej minerałem wyraźnie epigenetycznym. Rzadziej spotyka się go w postaci prawidłowo rozmieszczonych skupień, w których występuje jako minerał wczesnoepigenetyczny.

W regionie kujawskim, w profilu cechsztyńskiej serii solnej polihality wczesnoepigenetyczny znajduje się w następujących poziomach stratygraficznych:

- 1) w warstwach przejściowych od starszej soli kamiennej do pokładu starszej soli potasowej (piętro Z2);
- 2) w pokładzie starszej soli potasowej (piętro Z2);
- 3) w młodszej soli potasowej (piętro Z3).

Warstwy przejściowe (Z2) w kopalni Wapno składają się z białej soli kamiennej, liniowanej rocznymi pierścieniami anhydrytowymi, polihalitytowymi i kizerytowymi.

W kopalniach Inowrocław i Kłodawa reprezentowane są one w postaci pomarańczowoszarej soli kamiennej, liniowanej także anhydrytem, polihalitytem i kizerytem. W miarę zbliżania się do pokładu starszej soli potasowej anhydryt zastąpiony zostaje polihalitytem lub kizerytem. W warstwach przejściowych miejscami występują przerosty polihality w postaci uszeregowanych wrostków, gniazdek i warkoczy, lub też ciągłych warstewek.

Polihalit w pokładzie starszej soli potasowej (Z2) w kopalni Kłoda-
wa należy do jednego z minerałów skałotwórczych soli twardej, która
składa się z halitu i sylwину oraz kizerytu, polihalitu i anhydrytu.

Młodsza sól potasowa (Z3) w kopalni Inowrocław jest wykształco-
na jako sól twarda, po części kainitowa lub anhydrytowo-polihalitowa.
W tej ostatniej polihalit jest obok halitu i sylwину głównym składnikiem.
Sól twarda została opisana pod nazwą „sylwinitu” przez J. Poborskiego,
K. Prochazkę i A. Wałę (1956).

W przeciwstawieniu do przytoczonych, dość prawidłowych wystę-
powania polihalitu wczesnoepigenetycznego, skupienia epigenetyczne tego
minerału nie wiążą się tak ściśle z określonymi poziomami stratygraficz-
nymi. Są to najczęściej żyły, gniazda i wrostki różnej wielkości, znajdu-
jące się pośród niektórych skał serii solnej.

Skupienia epigenetycznego polihalitu występują z reguły w skałach
o szczególnych właściwościach mechanicznych i chemicznych. Dzięki te-
mu powstały sprzyjające warunki do wytrącania się tego minerału, wśród
których wyróżnić można trzy zasadnicze współdziałające. Pierwszy z nich
wynika ze sztywności skał anhydrytowych, które w czasie zaburzeń tek-
tonicznych pękały i ulegały zdyslokowaniu, a powstałe fugi i szczeliny
dyslokacyjne otwierały drogi dla przenikania i krążenia roztworów sol-
nych. Drugi — powodujący podatność skał na infiltrację ługami oraz
wpływający na przeobrażenia metasomatyczne — wynika z monomine-
ralnego składu skał anhydrytowych lub też zawierających w swoim skła-
dzie siarczan (anhydryt, polihalit). Trzecim natomiast jest bliskie są-
siedztwo soli magnezowo-potasowych, które mogą znajdować się nawet
na miejscu, tj. w składzie mineralnym skały zawierającej żyły poliha-
litowe.

Wymienione warunki mogą współistnieć w następujących członach
litostratygraficznych serii solnej:

- 1) w szarym ile solnym (Z3);
- 2) w pokładzie anhydrytu głównego (Z3);
- 3) w młodszej soli potasowej, w dolnym oddziale soli młodszych
(Z3), o ile jest wykształcona w postaci soli twardej;
- 4) w warstwach anhydrytu: A, B, C, w środkowym oddziale soli
młodszych (Z3).

Dodatkową okolicznością, która ułatwia tworzenie się żył mineral-
nych w przedstawionych członach, są lokalne zaburzenia tektoniczne,
szczególnie nasilone na ostrych przegubach fałdowych. Obserwujemy tu
wyraźną zależność od tektoniki wewnętrznej wysadów solnych.

W ogólności skały anhydrytowe, a szczególnie anhydryt główny
jest najbardziej podatnym środowiskiem skalnym dla tworzenia się epi-
genetycznego polihalitu. Dlatego też w skale tej spotyka się największe
jego żyły oraz metasomatyczne skupienia.

Miejscami występują naciekowe skupienia polihalitu, tworzące się współcześnie w otwartych szczelinach. Skupieniom tym towarzyszą niekiedy inne minerały siarczanowe jak np. anhydryt, syngenit i gips.

W kopalni w Wapnie i Kłodawie polihalit epigenetyczny koncentruje się w postaci żył i gniazd w anhydrycie głównym i szarym ile solnym i to tylko w paru odsłonięciach. Występowania tego minerału w kopalni Inowrocław są liczniejsze i bardziej różnorodne, a nawet obserwuje się tam współczesne powstawanie tego minerału.

Zarejestrowane w poszczególnych kopalniach i zdjęte geologicznie odsłonięcia polihalitu przedstawiają się w systematycznym przeglądzie następująco.

W kopalni w Wapnie można było do niedawna oglądać żyłę polihalitu barwy jasnożółtej, przecinającą ciemnoszary anhydryt główny, który w postaci dużego porwaku tektonicznego, o wymiarach $2,0 \times 2,5$ m, tkwił pośród starszej soli kamienej w południowo-wschodniej ścianie komory nr 37 na poziomie VI (fig. 1).

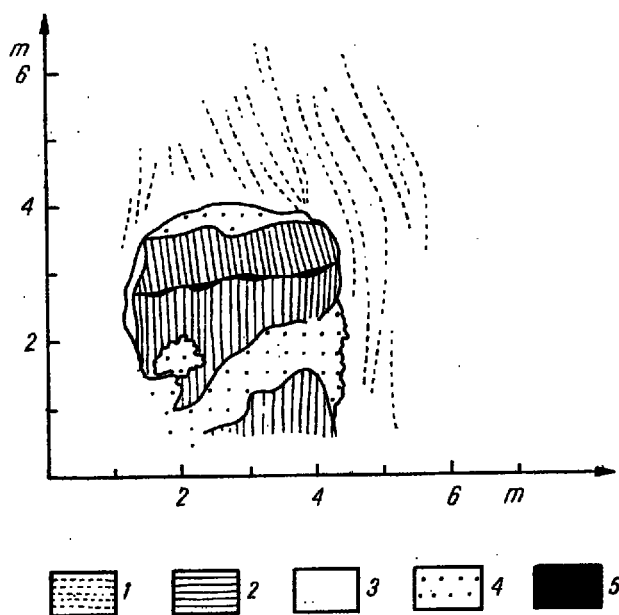


Fig. 1

Żyła polihalitu w porwaku anhydrytu głównego (wg J. Poborskiego, 1965). Kopalnia Wapno

1 sól kamienna, 2 anhydryt, 3 ł, 4 halit, 5 polihalit

Polyhalite vein in fragment of the main anhydrite (after J. Poborski, 1965). Mine at Wapno

1 rock salt, 2 anhydrite, 3 clay, 4 halite, 5 polyhalite

Anhydryt jest skałą o wyraźnej strukturze krystalicznej, ciemnoszarą i prążkowaną. Przecina go prostopadle do uwarstwienia żyła jasnożółtego polihalitu o grubości 10—15 cm.

Polihalit w żyłach jasnożółtych jest mikrokrystaliczny o przełamie nierównym i tłustym połysku. Miejscami widoczne są milimetrowe wprysnięcia siarki krystalicznej. Pomiedzy polihalitem jasnożółtym a anhydrytem ciemnoszarym występuje centymetrowa warstewka ciemnoszarego polihalitu, która dość ostro odcina się od polihalitu żółtego, natomiast niewyraźnie od anhydrytu. Po obydwu stronach porwaku anhydrytowego, równoległe do żyły polihalitowej, przebiegają skupienia halitu kryształowego o zabarwieniu różowym.

W innych punktach kopalni, w mniejszych porwakach anhydrytowych występują parucentymetrowe żyły i gniazda czewonawego polihalitu, w towarzystwie halitu kryształowego.

W kopalni w Kłodawie polihalit stwierdzony został w dużym odślonięciu (fig. 2) w przekroju NE VI poziomym 600, gdzie znajduje się

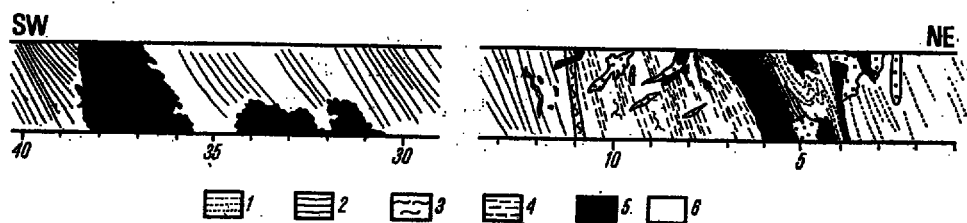


Fig. 2

Żyły polihalitu na granicy starszej soli kamiennej i szarego łu solnego oraz w anhydrycie głównym. Kopalnia Kłodawa

1 sól kamienna, 2 anhydryt, 3 dolomit, 4 łożupek, 5 polihalit, 6 halit (winno być zakropkowane)

Polihalite veins bordering on the older rock salt and the grey salt clay also in the main anhydrite. Mine at Kłodawa

1 rock salt, 2 anhydrite, 3 dolomite, 4 clay shale, 5 polyhalite, 6 halite (should be with points)

między różnymi litologicznie utworami. Występuje on na granicy pięter Z2 i Z3, a więc pomiędzy starszą solą kamienną smugowaną polihalitem a szarym łem solnym, oraz w anhydrycie głównym. Na granicy pięter polihalit tworzy żyłę o miąższości około 1 m. Jej kontakt z szarym łem solnym jest wyraźny i mniej więcej zgodny z uwarstwieniem. Natomiast kontakt ze starszą solą kamienną jest nieregularny. Polihalit jest tu przerastany białym i różowym halitem wtórnym.

Polihalit występuje również w postaci cieńszych żył, drobnych żyłek i gniazd zarówno w szarym łem solnym, jak i w starszej soli kamiennej. Towarzyszą mu żyły i gniazdowe skupienia halitu gruboziarnistego, cza-

sem włóknistego, o barwie różowej i białej, niekiedy z niebieskimi plamami. W nieznacznej ilości występuje sylwin.

W stropowej partii szarego ilitu solnego, 6 cm od granicy z dolomitem rozpoczynającym poziom anhydrytu głównego, występuje kilkumilimetrowa warstewka różowoszarego, grubowłóknistego polihalitu.

Anhydryt z poziomu anhydrytu głównego jest makroziarnisty, a nawet w pobliżu kontaktu z polihalitem o ziarnie większym, dochodzącym do paru milimetrów. Jest barwy ciemnoszarej i czarnej, miejscami z brunatnawym odcieniem, prążkowany, a po części laminowany czarną substancją ilastą. W partii stropowej i spągowej pocięty jest żyłami białego i szarego halitu ziarnistego i włóknistego.

W samym spągu anhydrytu występuje warstwa szaroróżowego dolomitu. Pomiedzy tym dolomitem a szarym ilitem solnym przebiega pokładowa żyłka czerwonego polihalitu grubości kilku milimetrów.

Pośród anhydrytu głównego występuje żyła polihalitu (fig. 2) o grubości około 2,5 m. Jej granica z szaroczarnym anhydrytem jest ostra i nierówna. W otaczającym anhydrycie widoczne są odgałęzienia żyły oraz liczne drobne, oddzielne wprysnięcia. W odległości 1 m na północny wschód od niej, przy spągu chodnika, odsłania się na przestrzeni około 4 m nieregularne skupienie polihalitu, przy czym w chodniku kopalnianym obserwujemy tylko szczytową partię (ok. 1 m) tego skupienia. Pozostała część zapada stromo w dół.

Odsłaniający się w tym wyrobisku polihalit jest mikroziarnisty, czerwony, czerwoczarny, przeświecający, masywny. Występują w nim drobne (do 2 cm średnicy) skupienia i kilkucentymetrowe żyłki halitu średnio- i gruboziarnistego (o kryształach do 1 cm wielkości), bezbarwnego, miejscami niebiesko i fioletowo plamistego. Czasem halit jest wykształcony włóknście, biały i niebiesko plamisty.

W kopalni w Inowrocławiu polihalit znany jest w wielu punktach i obserwowany w chodnikach kopalnianych na wszystkich poziomach. Występuje on w anhydrycie głównym, w żyłach halitowych i sylwinowych, oraz w innych skupieniach wtórnych, wraz z syngenitem, gipsem lub anhydrytem. We wschodniej części kopalni zastępuje anhydryt w warstwach A, B, C, pośród soli dymnych (Z3). Wykształcony różnorodnie jest ziarnisty i włóknisty, białoróżowy, różowy, pomarańczowy, czerwony i czerwonoszary. Powstaje zawsze w bliskim sąsiedztwie warstw magnezowo-potasowych.

Główne wystąpienia obserwujemy w trzech następujących polach kopalnianych:

- 1) w zachodniej części kopalni, przy chodnikach nr 3 poziomów kopalnianych;
- 2) w środkowej części kopalni, przy skrzyżowaniu chodników nr 5 tych poziomów z chodnikami komorowymi nr 539—540;

3) we wschodniej części kopalni, w chodnikach nr 8 oraz w pobliżu ich skrzyżowania z chodnikami nr 19 poziomów kopalnianych.

W zachodniej części kopalni podstawową masę skalną stanowią sole kamienne bezbarwne, białawe i szare, należące do piętra soli starszych. Pośród nich występują przerosty zredukowanego tektonicznie pokładu starszej soli potasowej. Od strony wschodniej przylegają do nich sole należące do piętra soli młodszych. Pośród starszej soli kamiennej rozwleczone są porwaki anhydrytu głównego różnej wielkości, dochodzące miejscami do kilkunastu metrów. Często do bloku anhydrytowego przylega sprasowany pokład starszej soli potasowej. Niekiedy na jego granicy z anhydrytem występuje fragment ciemnoszarego, zlustrowanego iłu, należącego do poziomu szarego iłu solnego.

Anhydryt jest najczęściej makroziarnisty, szary i ciemnoszary, gęsto i cienko prążkowany czarną substancją ilastą, kawernisty, silnie spękany i użylony. Szczeliny spękań posiadają różny przebieg i różną wielkość. Często są poprzeczne do uwarstwienia. Wypełnia je całkowicie lub częściowo:

a) sypka substancja magnezowo-potasowa, barwy żółtej i czerwonej, będąca pozostałością po wylugowanym karnalicie. Niekiedy tkwią w niej prawidłowo wykształcone kryształy śnieżnobiałego sylwину, czasem halitu;

b) polihalit czerwony, rzadziej pomarańczowy;

c) halit gruboziarnisty i kryształowy, bezbarwny lub bladopomarańczowy z czerwonymi wrostkami karnalitu i polihalitu;

d) mleczko anhydrytowe.

Oprócz żył występują w anhydrycie również gniazda i nieregularne skupienia wymienionych składników. Występują też jamy powstałe wskutek znacznego rozwarścia i zapewne częściowego rozpuszczenia anhydrytu. Miejscami tworzą się drobne geody wypełnione kryształami bezbarwnego anhydrytu, w których poszczególne osobniki są prawidłowo wykształcone, a ich wielkość dochodzi do kilku milimetrów.

Liczne spękania w anhydrycie były wypełnione rdzawymi ługami, które wyciekły po ich otwarciu robotami górniczymi, a pozostałością po nich są nacieki żelaziste.

Najciekawszym minerałem epigenetycznym występującym w porwakach anhydrytowych jest niewątpliwie polihalit. Tworzy się on tutaj bezpośrednio na anhydrycie, w skupieniach wypełnionych sypką pozostałością po minerałach magnezowo-potasowych oraz powstaje z mleczka anhydrytowego.

Anhydryt na kontakcie z polihalitem najczęściej ulega rekryształizacji, której skutkiem jest powstanie większego, bezbarwnego ziarna i wydzielenie czarnej substancji ilastej.

Wzajemny kontakt anhydrytu i polihalitu jest wyraźny i bardzo nierówny. Polihalit wnika nieregularnie w głąb skały anhydrytowej. Jest

czerwony, pomarańczowy i bladopomarańczowy, a w miejscu bezpośredniego zetknięcia się z anhydrytem czarny. Zawiera drobne skupienia i smużki czarnej substancji węglanowo-ilastej. Jest tłusty i jednorodny. Często tworzy promieniste i wachlarzowe skupienia osobników wykształconych igiełkowato. W niezaroślonych szczelinach i gniazdach tworzy formy owalne, naciekowe. Miejscami widoczne są resztki skupień sypkiej substancji magnezowo-potasowej.

Na anhydrycie tworzy polihalit czasem drobne skupienia o budowie promienisto-włóknistej. Często otacza je halit gruboziarnisty, bezbarwny. Natomiast wówczas, gdy na anhydrycie występuje sypka substancja minerałów magnezowo-potasowych, niekiedy z zaczątkiem krystalizacji polihalitu, powstaje na jej powierzchni gruboziarnisty, śnieżnobiały sylwin.

W wielu szczelinach, żyłach i gniazdach obserwujemy mleczko anhydrytowe o różnym stopniu konsystencji. Jest ono białe lub żółtawe. Często widoczne są w nim czerwone, nierówne smużki, wprysnięcia i skupienia, w których tworzy się polihalit. W niektórych szczelinach w skale anhydrytowej osadza się białawe mleczko anhydrytowe, a na nim nieforemne skupienia czerwonego polihalitu. Pomędzy skupieniami polihalitu i ponad nim występuje bezbarwny halit (fig. 3a). Taki sposób zarastania szczeliny odpowiadałby kolejności krystalizacji tych soli z roztworu.

W epigenetycznych agregatach wypełnionych halitem gruboziarnistym lub kryształowym występują centymetrowe wprysnięcia czerwonego polihalitu. Grupują się one wewnątrz kryształów halitu lub na ich kontakcie, a często na powierzchni ziarn halitu (fig. 3b) wykazują tendencję do promienistego i pierzastego ułożenia włókien.

W środkowej części kopalni polihalit występuje jako składnik soli twardej oraz pośród żył i w szczelinach, w postaci bulastych skupień, stalaktytów i stalagmitów.

W poziomie III, w stropie soli twardej (poziom młodszej soli potasowej) istnieje fuga dyslokacyjna. W chodniku nr 5, na ociosie zachodnim widoczne są w niej dwie buły. Pierwszą z nich, o wymiarach 15×20 cm, tworzy białoróżowy mikroziarnisty polihalit i żółty, makroziarnisty syngenit (Fijał & Stańczyk 1970). Granice pomiędzy skupieniami tych minerałów są wyraźne. W drugiej, o średnicy 10 cm, widoczny jest makroskopowo tylko żółty syngenit, a polihalit tworzy w nim mikrowrostki.

W tym samym poziomie kopalnianym, w chodniku nr 540, w odległości około 6 m od skrzyżowania z chodnikiem nr 5, w soli kamiennej przebiega ciemnoszara fuga ilasta, zapadająca stromo w dół. W fudze tej, w stropie chodnika, występuje bulasta konkrecja białoróżowego polihalitu i żółtego gipsu. Zewnętrzna powierzchnia buły pokryta jest ciemną substancją ilastą.

W poziomie V, przy skrzyżowaniu chodnika nr 5 z nr 539—540,

utwory epigenetyczne reprezentuje grubsza żyła śnieżnobiałego sylwinu ze skupieniami bladuróżowego polihalitu, zapadająca bardzo stromo w dół.

W poziomie VI, przy tym samym skrzyżowaniu, w stropie chodnika nr 540 występuje epigenetyczne gniazdo, które jest agregatem niebieskawego anhydrytu zawierającego drobne ilości bladuróżowego polihalitu i żółtego syngenitu. Wokół agregatu widoczne są kropłowe wycieki ługu i współczesna krystalizacja.

Najciekawsze odsłonięcie znajduje się w chodniku nr 540 poziomie VI (fig. 4). W obrębie ławicy soli twardej polihalitowo-anhydrytowej odsłania się około 7-metrowej grubości żyła śnieżnobiałego sylwinu kryształowego, wykształconego w postaci ziarn wielkości od kilku do kilkunastu centymetrów. Występują w niej słupowate i bulaste skupienia

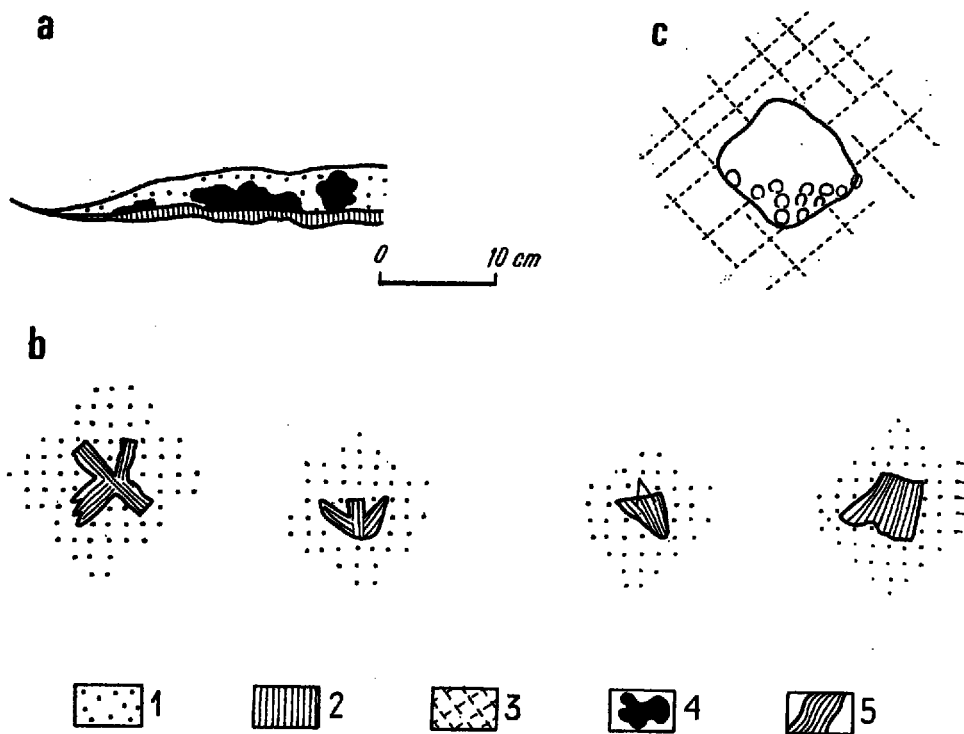


Fig. 3

Formy występowania polihalitu. Kopalnia Inowrocław

a na mleczku anhydrytowym w formie nacieków, b w halicie kryształowym jako włókniste skupienia, c w soli kamiennej w postaci owalnych skupień, 1 halit, 2 mleczko anhydrytowe, 3 sól kamienna, 4 polihalit naciekowy, 5 polihalit włóknisty

Occurrence of polyhalite. Mine at Inowrocław

a on anhydrite milk as streaks, b in crystalline halite as fibrous aggregates, c on rock salt as ovate concentrations, 1 halite, 2 anhydrite milk, 3 rock salt, 4 streaky polyhalite, 5 fibrous polyhalite

polihalitu, które w otwartej przestrzeni powstały jako stalaktyty i stalagmity. Żyła ta zawiera również liczne agregaty i pojedyncze kryształy miodowożółtego lub bezbarwnego halitu oraz drobne skupienia anhydrytowe. Charakterystyczne jest to, że kryształy halitu (miejscami zaplamione na niebiesko lub fioletowo) występują tylko w bezpośrednim sąsiedztwie polihalitu. Sam polihalit jest krystaliczny, barwy różowej z centymetrowymi wtrąceniami mlecznobiałej substancji zbudowanej z siarczanu wapnia. Wewnątrz stalagmitów polihalitowych substancja ta ulega rekrytalizacji, tworząc promieniście ułożone osobniki bezbarwnego i przezroczystego anhydrytu. Równocześnie powstają drobne kawerny.

Ze stropu opisywanego chodnika zwisają gąbczaste stalaktyty polihalitowo-anhydrytowe, wokół których obserwuje się kropłowe wycieki ługów.

We wschodniej części kopalni występują na północy sole młodsze, a na południu — starsze. Zarówno wśród jednych jak i drugich widoczne są pokłady soli magnezowo-potasowych.

Pokład młodszej soli potasowej jest silnie pofałdowany i zdyslokowany oraz powtarza się kilkakrotnie. Miejscami jest on znacznie powycis-

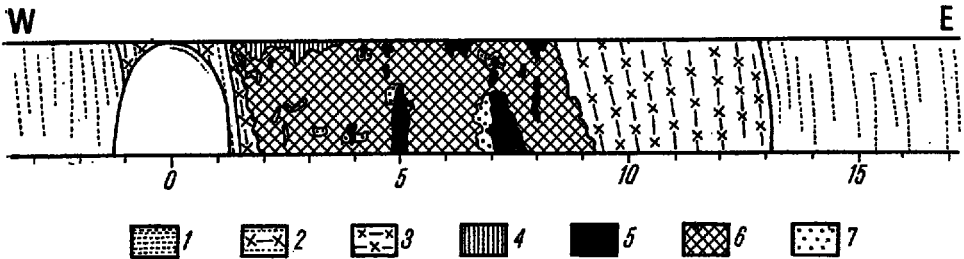


Fig. 4

Żyła sylwinu pośród soli twardej. Kopalnia Inowrocław

1 sól kamienna, 2 sól kamienna z przerostami soli twardej, 3 sól twarda, 4 anhydryt, 5 polihalit, 6 sylwin, 7 halit

Sylvine vein amid hard salt. Mine at Inowrocław

1 rock salt, 2 rock salt intercalated by hard salt, 3 hard salt, 4 anhydrite, 5 polyhalite, 6 sylvine, 7 halite

kany i zredukowany. W wielu miejscach istnieje przy nim anhydryt gąbczasty, ulegający łatwo przeobrażeniu na polihalit, w sąsiedztwie którego koncentrują się skupienia kryształowego halitu i nacieki śmietany hematytowej. Występujące pośród skał solnych warstewki anhydrytu są niejednokrotnie całkowicie przeobrażone w polihalit.

W chodniku nr 8, na odcisie zachodnim, pośród soli kamiennej, utworzyły się owalne skupienia różowego polihalitu, na których powstał kryształ halitu (fig. 3c). Zostały więc one zamknięte w kryształach.

Polihalit powstały z gąbczastego anhydrytu jest białoróżowy, z nieregularnymi smugami intensywniejszej barwy, kawernisty, słabo zwięzły, kruchy, o przełamie chropawym. Polihalit powstały z litych warstw anhydrytowych jest ciemniejszy, intensywniej czerwony, z czarnymi nieregularnymi smugami, twardy, częściowo kawernisty, niekiedy o budowie szkieletowej.

PETROGRAFICZNA CHARAKTERYSTYKA POLIHALITU

Wielkość poszczególnych ziarn makroskopowo wyróżnianego polihalitu ziarnistego odpowiada strukturom: krypto- i mikro-, rzadziej mezoziarnistej. W odmianie włóknistej natomiast wielkość poszczególnych osobników waha się w szerszych granicach i osiąga wymiary struktury makroziarnistej, dochodzącej do kilku milimetrów długości.

Barwa skał polihalitowych jest różna. Najczęściej spotykane polihalitowce są czerwone, różowe, pomarańczowe i czarne, rzadziej żółte lub białawe. Ich zabarwienie powodują związki żelaza, substancja ilasto-węglanowa, czasem siarka (polihalit z Wapna). Polihalitowiec jest skałą na ogół masywną i jednorodną. W przypadku skał świeżo powstałych może być porowaty i czasem rozsypliwy, kawernisty, a nawet o budowie szkieletowej. Powstały z anhydrytu prążkowanego zawiera często ciemne, nieciągłe smugi ilasto-węglanowe. Charakter skały anhydrytowej, z której powstaje, decyduje o jego zwięzłości. Z anhydrytu zwietrzałego tworzy się polihalit porowaty i rozsypliwy, a polihalit szkieletowy może powstać z anhydrytu halitowego.

W stalagmitach polihalitowych, w ich wewnętrznych partiach występują kawerny, powstałe wskutek przekształcenia białej substancji zbudowanej z siarczanu wapnia.

W obrazie mikroskopowym polihalit wykazuje dość różnorodne wykształcenie. Tworzy ziarna na ogół wydłużone, rzadziej izometryczne, formy przejściowe do osobników pręcikowatych oraz osobniki igielkowate. Poszczególne kryształy w skale są ułożone bezładnie lub wyraźnie zorientowane kierunkowo. Ziarna wydłużone są ułożone kierunkowo (fig. 5a) i równoległe do siebie. Niekiedy tylko pośród nich zaznacza się tendencja do jodełkowatego ułożenia lametek bliźniaczych (fig. 5b). Natomiast kryształy igielkowate tworzą skupienia pierzaste (fig. 5c), wachlarzowe, czasem równoległe, krzyżujące się (fig. 5a—c, 6) oraz jodełkowe (fig. 6). Niekiedy obserwuje się wzajemne nakładanie się skupień np. jodełkowych i krzyżujących się oraz tych ostatnich z wachlarzowymi. Przypominają one czasem teksturę pilśniową. Granice między poszczególnymi skupieniami są wyraźne, ale widoczne są przejścia jednego typu w drugie. Na granicy skupień gromadzą się czasem drobne, izometryczne ziarna polihalitu (np. fig. 5d, 6).

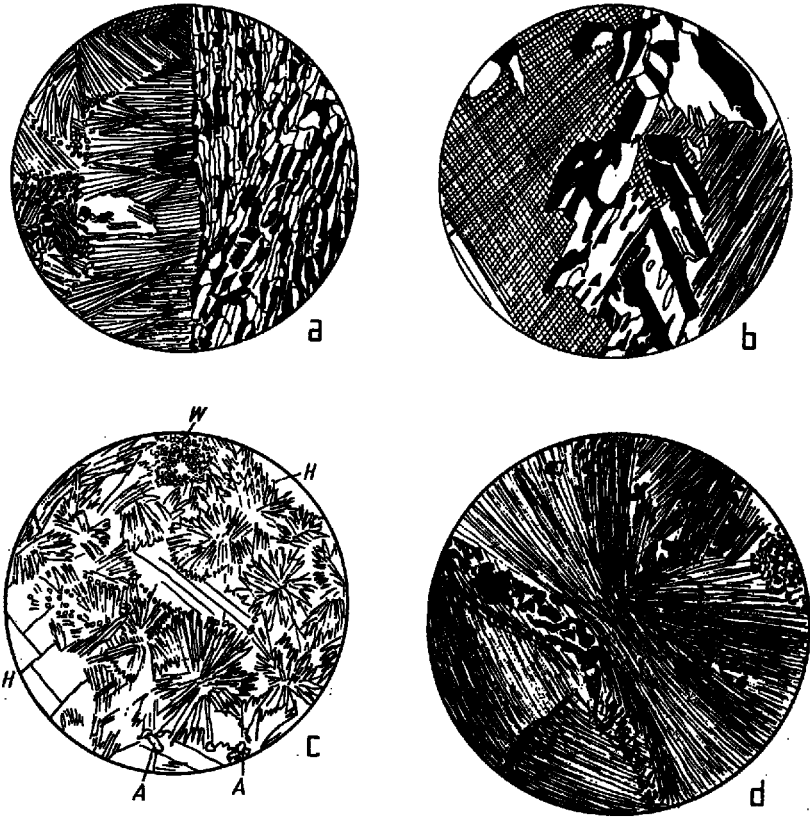


Fig. 5

Polyhalit

- a ziarnisty i igielkowy. Kopalnia Inowrocław. Nikole skrzyżowane, $\times 24$
 b ziarnisty i igielkowy. Osobniki ziarniste wykazują tendencję do jodełkowego ułożenia. Osobniki igielkowe ułożone równoległe i krzyżujące się. Kopalnia Inowrocław. Nikole skrzyżowane, $\times 150$
 c pierzaste skupienia polihalitu w soli descendentnej. H halit, W węglany, A anhydryt. Wiercenie Łeba. Nikole skrzyżowane, $\times 24$
 d igielkowy o zbieżnym ułożeniu osobników. Na granicy skupień izometryczne i wydłużone ziarna polihalitu. Kopalnia Inowrocław. Nikole skrzyżowane, $\times 60$

Polyhalite

- a granular and needle-like polyhalite. Mine at Inowrocław. Crossed nicols, $\times 24$
 b granular and needle-like polyhalite. The granular individuals tend to a herringbone arrangement. The needle-like individuals are mutually parallel or intersecting. Mine at Inowrocław. Crossed nicols, $\times 150$
 c feathery concentrations of polyhalite in descendant salt. H halite, W carbonates, A anhydrite. Borehole at Łeba. Crossed nicols, $\times 24$
 d needle-like polyhalite showing convergent arrangement of individuals. Isometric and elongated polyhalite grains on the boundary of the concentrations. Mine at Inowrocław. Crossed nicols, $\times 60$

Poszczególne osobniki wykształcone są ksenomorficznie, hipidio-morficznie, rzadziej zupełnie prawidłowo. Ich cechą charakterystyczną jest skośne ściemnianie światła i tworzenie wielokrotnych, często nieprawidłowych zblźniaczeń (fig. 6). Lamelki bliźniacze obserwuje się na kryształach ziarnistych i igielkowych. Na niektórych kryształach występują pasiaki bliźniacze, przebiegające przez całe ziarno. W tych przypadkach krawędź bliźniacza jest linią prostą, rzadziej łamaną i poprzesu-

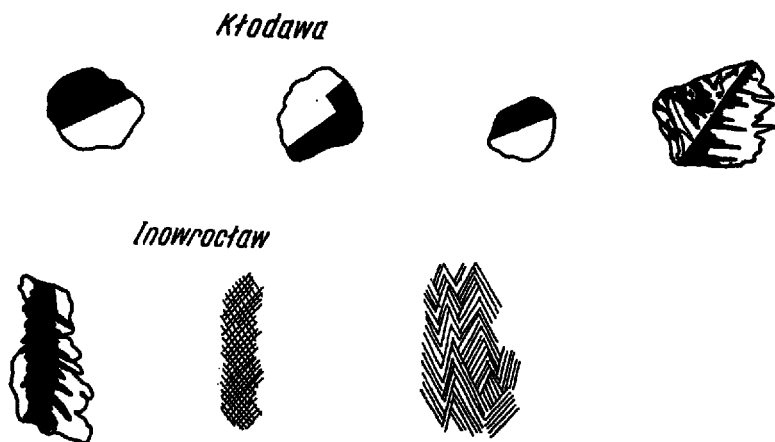


Fig. 6

Kształt ziarn i formy niektórych zblźniaczeń polihalitu. Kopalnie Kłodawa i Inowrocław. Nikole skrzyżowane, $\times 150$

Shape of grains and forms of some polyhalite twinnings. Mines at Kłodawa and Inowrocław. Crossed nicols, $\times 150$

waną. Na ogół jednak lamelki bliźniacze są bardzo nierówne, a poszczególne osobniki zazębiają się i wnikają w siebie długimi, wąskimi zatokami.

Występowanie polihalitu jest najczęściej związane ze skałami anhydrytowymi. Wzajemny kontakt tych skał jest bardzo nierówny. Krawędzie ziarn anhydrytu są silnie postrzępione i skorodowane od zewnątrz, z licznymi zatokami, którymi wnika polihalit w głąb osobników anhydrytowych. Często relikty ziarn anhydrytu otoczone są polihalitem, tworząc w nim jakby wrostki. O ich przynależności do jednego większego kryształu anhydrytu świadczy identyczna orientacja optyczna. Na niektórych ziarnach anhydrytowych można obserwować, jak polihalit wnika głębokimi zatokami korozyjnymi w kryształ anhydrytu i dzieli go na drobniejsze fragmenty, łatwiej już ulegające polihalityzacji. Proces ten obserwuje się po zmianie barwy, zmniejszeniu współczynników załamania światła i zmianie orientacji optycznej. Świeżo powstały polihalit dość

słabo reaguje na światło spolaryzowane, nieznacznie rozjaśniając szare barwy interferencyjne i nie ściemniając ich całkowicie. Dalej od granicy skał, w polihalicie występują w coraz mniejszej ilości pojedyncze drobne relikty anhydrytowe.

Tworzący się na anhydrycie polihalit jest najczęściej ziarnisty, rzadziej włóknisty. Ten ostatni wykazuje miejscami krzyżowe ułożenie włókien. Niekiedy występują bliźniaki polihalitowo-anhydrytowe. Ich krawędź bliźniacza jest nierówna. Mają one charakter przejściowy, gdyż osobnik anhydrytowy ulega polihalityzacji. W tym przypadku proces ten postępuje zarówno od krawędzi bliźniaczej (słabiej), jak i od zewnętrznych brzegów ziarna.

W preparacie mikroskopowym, pochodzącym z soli descendentnej, zaobserwowano zjawisko wypierania polihalitu przez halit. Igły polihalitu tworzą skupienia pierzaste i zbieżne. W części środkowej skupień promienistych występuje kryształ halitu o prawidłowej budowie. Jego zewnętrzne kontury są podkreślone występowaniem substancji ilastej i żelazistej. Do jego brzegów przylega agregat polihalitu o zbieżnym ułożeniu igieł, na których przedłużeniu obserwuje się w halicie drobne wydłużone relikty polihalitu, będące pozostałością po wcześniejszym skupieniu.

Najpospolitszymi zanieczyszczeniami występującymi w skale polihalitowej są: anhydryt, magnezyt, związki żelaza, substancja ilasta, rzadziej halit, gips i kwarc (w soli descendentnej). Niekiedy na kontakcie skupień polihalitu igiełkowego występują mikroszwy stylolitowe. Są one barwy brunatnej i brunatnoczerwonej. Zawierają drobne wrostki hematytu, substancję ilastą, a czasem gromadzą się w nich węglany.

UWAGI O TWORZENIU SIĘ POLIHALITU EPIGENETYCZNEGO

Występowanie polihalitu jest związane z jednej strony ze skałami anhydrytowymi, a z drugiej — z solami magnezowo-potasowymi. Główna masa żył, gniazd i skupień polihalitu występuje w anhydrytowcu z poziomu anhydrytu głównego. Anhydrytowiec ten, jako utwór zachowujący się sztywno w czasie tektonicznego formowania się wysadów solnych, ulegał spękaniu i zdruzgotaniu. W bryłach anhydrytowca tworzyły się szczeliny i jamy. Zdyslokowany anhydryt główny kontaktuje bardzo często wprost ze starszą solą potasową, gdyż szary ił solny łatwo ulegał tektonicznemu wyciskaniu. Krążące szczelinami roztwory solne nasycaly się m.in. jonami K^+ , Mg^{++} i SO_4^{--} . Minerale magnezowo-potasowe, takie jak karnalit, sylwin i epsomit (powstały przez hydratację kizerytu), łatwo ulegały rozpuszczeniu. Jony SO_4^{--} pochodziły częściowo z epsomitu, a głównie z rozpuszczenia skały anhydrytowej. Ponieważ anhydrytowiec

z poziomu anhydrytu głównego jest na ogół gęsto prążkowany czarną substancją ilastą, il pozostawał prawie w całości na miejscu w postaci rezydualnych skupień, natomiast jony SO_4^{--} i Ca^{++} , także występujące podrzędnie węglany przechodziły do roztworu. Drobne blaszki hematytu, barwiące następnie polihalit, stanowiły zawiesinę w ługach. Pochodziły one z rozpuszczenia barwnych minerałów magnezowo-potasowych. W szczelinach i jamach anhydrytowca zaczyna powstawać polihalit.

Obserwacje poczynione w inowrocławskiej kopalni soli pozwalają wnioskować, że polihalit tworzy się następująco:

1. *Przez metasomatozę mleczka anhydrytowego.* Początkowo z ługów osadza się mleczko anhydrytowe, barwy białej, rzadziej żółtawej, o konsystencji półpłynnej, które ulega konsolidacji i twardnieje. W następnym etapie mleczko zaczyna przesiąkać ługami magnezowo-potasowymi. Są w nim czerwone smużki, wskazujące kierunek migracji ługów. W miejscu ich większego nagromadzenia zaczynają powstawać skupienia czerwonego polihalitu.

2. *Przez metasomatozę skały anhydrytowej.* Ługi zasobne w jony K^+ i Mg^{++} krążą szczelinami w skale anhydrytowej i migrując pomiędzy poszczególne ziarna anhydrytu przeobrażają je. Proces ten zaczyna się od zewnętrznych brzegów ziarna i wciska się głębokimi zatokami korozyjnymi w jego wnętrze. Pierwotne ziarno anhydrytu rozpada się na drobniejsze fragmenty, stanowiące niekiedy reliktów pośród powstałego polihalitu. Relikty anhydrytowe występują w polihalicie na ogół tylko w pobliżu jego kontaktu ze skałą anhydrytową.

A. V. Carozzi (1960), H. Borchert i R. O. Muir (1964) zajmowali się tym zagadnieniem, udowadniając metasomatyczne zastępowanie anhydrytu przez polihalit.

3. *Przez bezpośrednie wytrącanie się z roztworu.* Na ciemnym, czasem prawie czarnym anhydrytowcu osadza się wprost polihalit. Kontakt między tymi skałami jest wyraźny i ostry. Zazwyczaj polihalit jest optycznie czysty, o jednolitej barwie, a jego powierzchnia zewnętrzna jest owalna, naciekowa, czasem nerkowata i nierówna. Pod wpływem krążących roztworów także anhydrytowiec lokalnie ulega rekryształizacji i powstają prawidłowo wykształcone kryształy czystego, bezbarwnego anhydrytu.

W kopalni Inowrocław występują również skupienia polihalitu nie związane ze skałami anhydrytowymi. Koncentrują się one w żyłach sylwiniowej (Poborski, Prochazka & Wala 1956, Łaszkiwicz 1958) przebiegającej pośród soli twardej, należącej do poziomu młodszej soli potasowej, a także w bułach syngenitowych i gipsowych, rozmieszczonych w strefie dyslokacyjnej. Powstanie polihalitu należy w tym przypadku wiązać z bezpośrednią krystalizacją z ługów solnych, podobnie jak i minerałów z nim współwystępujących.

Bieżąca eksploatacja soli w kopalniach regionu kujawskiego może doprowadzić do uzyskania nowych, być może ciekawszych odsłoneń żył polihalitowych.

*Instytut Mineralogii i Ziół Surowców Mineralnych
Akademii Górniczo-Hutniczej
Zakład Ziół Soli i Surowców Chemicznych
Kraków, Al. Mickiewicza 30
Kraków, w lutym 1970 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- BORCHERT H. & MUIR R. O. 1964. Salt deposits. D. Van Nostrand Company LTD. London.
- CAROZZI A. V. 1960. Microscopic Sedimentary Petrography. New York.
- FIJAŁ J. & STAŃCZYK I. 1970. Syngenit z Inowrocławia (Syngenite from Inowrocław). — Prace Mineralogiczne PAN, nr 24. Wydawn. Geol. Warszawa.
- KUZNIAK C. 1933. Złoże soli potasowych w Hołyniu (The potash salt deposit in Holyń). — Spraw. P.I.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.), t. 7, z. 3. Warszawa.
- ŁASZKIEWICZ A. 1958. Minerale solne Inowrocławia (The salt minerals in Inowrocław). — Kwartalnik Geol., t. 2, nr 2. Warszawa.
- POBORSKI J. 1955. Złoże solne w Kłodawie (The salt deposit of Kłodawa). — Biul. Inst. Geol. Warszawa.
- 1969a. Rozwój idei potasonośnego zagłębia gdańskiego w systemie permskim (The idea of potash-bearing Gdańsk Basin in the Permian system). — Przegląd Geol., R. 17, nr 5. Warszawa.
- 1969b. Nowy obraz stosunków litofacjalnych w zagłębiu cechsztyńskim w Polsce (New outline of lithological relations in the Zechstein Basin of Poland). — Kwartalnik Geol., t. 13, nr 1. Warszawa.
- POBORSKI J., PROCHAZKA K. & WAŁA A. 1956. Sole potasowo-magnezowe w złożach Inowrocławia i Wapna (Potassium-magnesium salts in Inowrocław and Wapno). — Acta Geol. Pol., vol. 6, no. 4. Warszawa.

SUMMARY

ABSTRACT: Polyhalite, a common mineral constituent of the salt beds in the mines of Inowrocław, Wapno and Kłodawa, occurs mostly as epigenetic veins, nests and minor accumulations. Its greatest concentration is observed in the younger salts stage (Z3): in the grey salt clay, the main anhydrite, the younger potash salt (if the latter is developed as hard salt), also in the anhydrite layers A, B, C, in the midst of smoky salts. Observations in the Inowrocław mine reasonably suggest that the formation of polyhalite occurs in the neighbourhood of anhydrite and magnesium-potassium rocks. It is formed through the metasomatism of the previously deposited anhydrite milk, the metasomatism of anhydrite rocks or the direct precipitation from the solution.

Epigenetic concentrations of polyhalite are most common in the younger salts stage (Z3) within the following lithostratigraphic members:

- 1) grey salt clay,

- 2) main anhydrite,
- 3) younger potassium salt (hard salt in the Inowrocław mine),
- 4) anhydrite layers A, B, C among smoky salts.

In the mine at Wapno a light-yellow polyhalite vein occurs in dark-grey anhydrite (Fig. 1).

In the mine at Klodawa red polyhalite forms a big outcrop (Fig. 2) between the older rock salt and the grey salt clay, also another one in the main anhydrite.

In the western part of the Inowrocław mine, polyhalite is encountered in fragments of the main anhydrite, either as accumulations made up of magnesium and potassium minerals, or it is deposited directly on anhydrite or anhydrite milk (Fig. 3a). In aggregates of crystalline halite it occurs as feathery or radiating concentrations (Fig. 3b). In the central part of the Inowrocław mine polyhalite is present in a sylvine vein (Fig. 4) in the midst of the younger potassium salt.

In the eastern part of the mine, the A, B, C anhydrite layers, also anhydrite ingrowths in the midst of the younger potassium salt, often display almost complete polyhalitisation. Here and there, among rock salt, polyhalite ovate-shaped aggregates have formed onto which crystals of halite are in turn superposed.

Microscopically polyhalite shows a strongly differentiated development. Its grains are generally elongated, the isometric ones are less common. The needle-like specimens occur as parallel, herringbone criss-crossed aggregates, most of them featherlike or fanshaped (Fig. 5). Minute, often isometric polyhalite grains concentrate on the boundary of this kind of aggregates (Fig. 5c, d). The individuals are anhedral, subhedral, less often euhedral and display oblique extinction. Multiple, often irregular twinnings are observable (Fig. 6).

The contaminations encountered in the polyhalite rock are those of iron oxides, clayey substance, less often of halite, pyrite, gypsum or quartz (in the descendant salt).

The occurrence of the epigenetic polyhalite is connected with anhydrite rocks, particularly so in the close vicinity of magnesium and potassium salts.

The formation of polyhalite takes place in one of the following ways:

- 1) by the metasomatism of anhydrite milk,
- 2) by the metasomatism of an anhydrite rock,
- 3) or by direct precipitation from the solution.

At Inowrocław there are also epigenetic polyhalite concentrations occurring as veins and nests amidst the hard salt deposit in zone V3. The polyhalite there is accompanied by anhydrite, syngenite and gypsum.

*Academy of Mining and Metallurgy
Institute of Mineralogy and Mineral Raw-Materials
Laboratory of Salt Deposits and Chemical Raw-Materials
Kraków, Al. Mickiewicza 30
Cracow, February 1970*