

BOLESŁAW KUBICA

Instytut Geologiczny

## O PROCESIE DEHYDRATACJI GIPSÓW W ZAPADLISKU PRZEDKARPACKIM

UKD [552.535.1:542.936]:551.253:549.761.01(438-13)

Według dotychczas przeprowadzonych badań i poglądów, reprezentowanych przez wielu badaczy, zróżnicowanie mineralogiczne siarczanów na bezwodne anhidryty i uwodnione gipsy uwarunkowane jest przede wszystkim koncentracją jonów w zbiorniku, temperaturą oraz porządkiem wytrącania się i krystalizacji ewaporatów z roztworu ustalonym przez szkołę Van't Hoffa.

Zgodnie z tą ogólnie przyjętą zasadą kolejność wytrącania się ewaporatów w zbiorniku jest następująca: najpierw osadzają się węglany, następnie siarczany (bezwodne przy znacznej koncentracji jonów chloru sodu i obecności jonów magnezu), a w końcowym stadium chlorki sodowe i potasowe.

Warunki sedimentacji osadów chemicznych zostały ustalone na podstawie obserwacji i badań klasycznych profilów ewaporatów cechsztyńskich i częściowo miocenijskich, które nie reprezentują jednak wszystkich członów w klasycznym porządku Van't Hoffa.

Wśród ewaporatów miocenijskich w zapadlisku przedkarpackim przeważają bezwodne siarczany wapnia — anhidryty, natomiast uwodnione siarczany — gipsy — występują w przewadze w peryferyjnej, północnej części zapadliska, przy czym wystąpienia te wielu badaczy, jak J. Poborski (15), A. Gawęł (5), B. Cisiek i J. Czernicki (4), wiąże ze zmienną koncentracją jonów w zbiorniku ewaporującym lub z wtórnym procesem hydratacji anhidrytów.

Proces odwrotny związany z dehydratacją gipsów zachodzi według opinii wielu badaczy sporadycznie i na małą skalę. U czoła Karpat i częściowo pod nasunięciem brzeżnym występuje łącznie z siarczanami również sól kamienna. W północnej i centralnej części zapadliska przedkarpackiego brak jest u podstawy ewaporatów (w spągu serii siarczanowej) członu węglanowego.

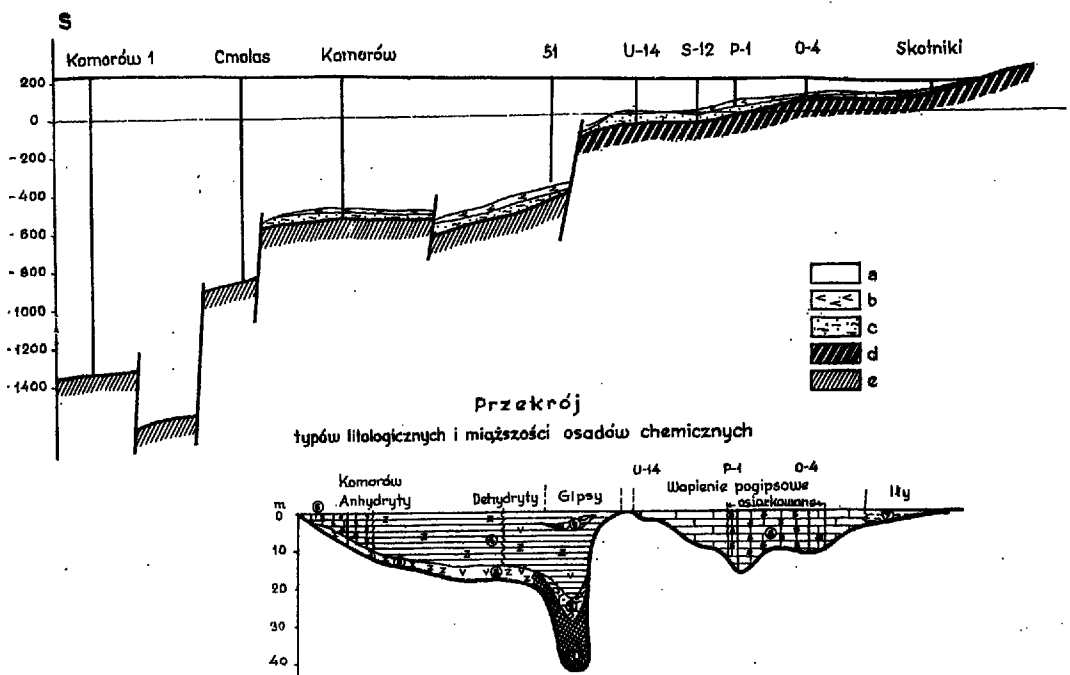
Tymczasem na podstawie obserwacji i badań charakterystycznych tekstur i struktur w rdzeniach gipsów pochodzących z północnej, centralnej i południowo-wschodniej części zapadliska przedkarpackiego

można stwierdzić, że bardzo podobne tekstury i struktury, aczkolwiek znacznie przeobrażone, zatarte i mniej wyraźne, obserwuje się również w anhidrytach.

W niniejszym artykule autor podejmuje problem wyjaśnienia genezy anhidrytów z północnej i centralnej części zapadliska przedkarpackiego, które powstały z gipsów na drodze wtórnych diagenetycznych i rekrytalizacyjno-dehydratacyjnych przeobrażeń. Niemalże wpływ na ten proces wywarły również oddziaływania tektoniczne typu dynamometamorficznego w strefach dyslokacji lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

Problem wyjaśnienia genezy anhidrytów przez dehydratację gipsów podejmowany był przez wielu badaczy, jednakże brak jednoznacznych dowodów nie pozwalał na należyte udokumentowanie stawianej tezy. Między innymi H. Borchert i E. Baier (1), badając petrograficznie pseudomorfozy w tzw. anhidrycie pegmatytowym oraz uwzględniając wyniki prac doświadczalnych nad układem  $\text{CaSO}_4\text{—H}_2\text{O}$  przeprowadzone przez T. Toriumi i R. Hara (14), wypowiadają pogląd, iż większość permjskich anhidrytów powstała z pierwotnie sedimentowanych gipsów, które po diagenetyczno-strukturalnych przemianach w podwyższonej temperaturze i pod ciśnieniem kompacyjnym nadkładu uległy powolnej metamorfozie na skałę anhidrytową. Nieco ostrożniejszy, ale podobny wniosek wyprowadza R. Langbein (9). W. M. Bundy (2) wypowiada pogląd o pierwotnie gipsowym charakterze anhidrytów w stanie Indiana (USA). Podobny pogląd reprezentuje J. M. West (15), który badał górnojurajskie ewaporaty z Dorset. E. Posnjak (13) stwierdził na podstawie prac doświadczalnych, iż gipsy przy braku zarodków anhidrytowych wytrącają się aż do temperatury 95 °C, chociaż według teoretycznych założeń z roztworu powyżej 30 °C powinny wytrącić się anhidryt.

W zapadlisku przedkarpackim skały siarczanowe, jak to ilustruje mapka strukturalno-tektoniczna i paleogeograficzna, reprezentowane są przez 3 stre-



Ryc. 1. Przekrój geologiczny przez osady miocenu między Kolbuszową a Sandomierzem.

Fig. 1. Geological section through the Miocene deposits between Kolbuszowa and Sandomierz

a — utwory mułowcowe ilaste i margliste sarmatu oraz górnego badenu, b — osady siarczanowe badenu, c — mułowce piaszczyste, piaskowce i wapienie litotamniowe badenu, d — utwory kambryjskie, e — utwory prekambryjskie. 1 — gipsy wielkokryształiczne, selenitowe, 2 — brekcje, 3 — dehydryty alabastrowe — odpowiedniki selenitów, 4 — gipsy, dehydryty i anhydryty warstwowane materiałem ilastym, 5 — anhydryty drobnokryształiczne — odpowiedniki selenitów, 6 — wapień pogipsowy płonne i osiarkowane (S), 7 — ły wapińskie.

a — Sarmatian and Upper Badenian siltstone, clayey and marly deposits, b — Badenian sulphate deposits, c — Badenian arenaceous siltstones, sandstones and lithothamnium limestones, d — Cambrian formations, e — pre-Cambrian formations. 1 — macrocrystalline selenite gypsums, 2 — breccias, 3 — alabaster dehydrites — equivalents of selenites, 4 — gypsums, dehydrites and anhydrites intercalated with clay material, 5 — fine-crystalline anhydrites — equivalents of selenites, 6 — barren and sulphureous post-gypsum limestones (S), 7 — calcareous clays.

fowo zazębiające się odmiany, w zależności od zawartej w nich wody krystalizacyjnej i głębokości zalegania:

tonicznymi. Ma to dość istotne znaczenie dla interpretacji przeobrażeń uwodnionych siarczanów na bezwodne, wywołanych przez procesy diagenety, dehydratacji i dynamometamorfozy (w przewodzie typu tektonicznego) w odniesieniu do obszarów przegłębionych i płytszych, lecz zaburzonych tektonicznie w późniejszym etapie rozwoju zapadliska przedkarpackiego.

1. Gipsy występują najpłycej, na głębokości od 0,00 do 250–300 m (za wyjątkiem obszarów występujących w obrębie stref dyslokacyjnych i nasunięć). Gipsy krystalizowały i sedimentowały w swobodnych warunkach w tortońskim basenie na przedpolu Karpat i charakteryzują się megaskopowo typowymi wielkokryształicznymi strukturami w dolnej części profilu oraz drobnowarstwowanymi teksturami w górnej części profilu.

Niżej zostaną wstępnie scharakteryzowane zjawiska i procesy, które wywołały zmiany i przeobrażenia struktur i tekstur w obrębie skał siarczanowych, a w konsekwencji doprowadziły do powstania anhydrytów z uwodnionych siarczanów.

2. Dehydryty lub gipso-anhydryty z zachowanymi strukturami i teksturami, obserwowanymi w typowych gipsach „sensu stricto” z częściową ich przebudową oraz spadkiem zawartości wody krystalizacyjnej, są znacznie diagenetycznie przeobrażone, zwłaszcza na przejściu do strefy siarczanów bezwodnych.

Pierwszy etap tych przeobrażeń związany jest ze stopniowym przegłębieniem sarmackiego basenu sedimentacyjnego, któremu towarzyszą procesy diagenety i rekrystalizacji osadów siarczanowych.

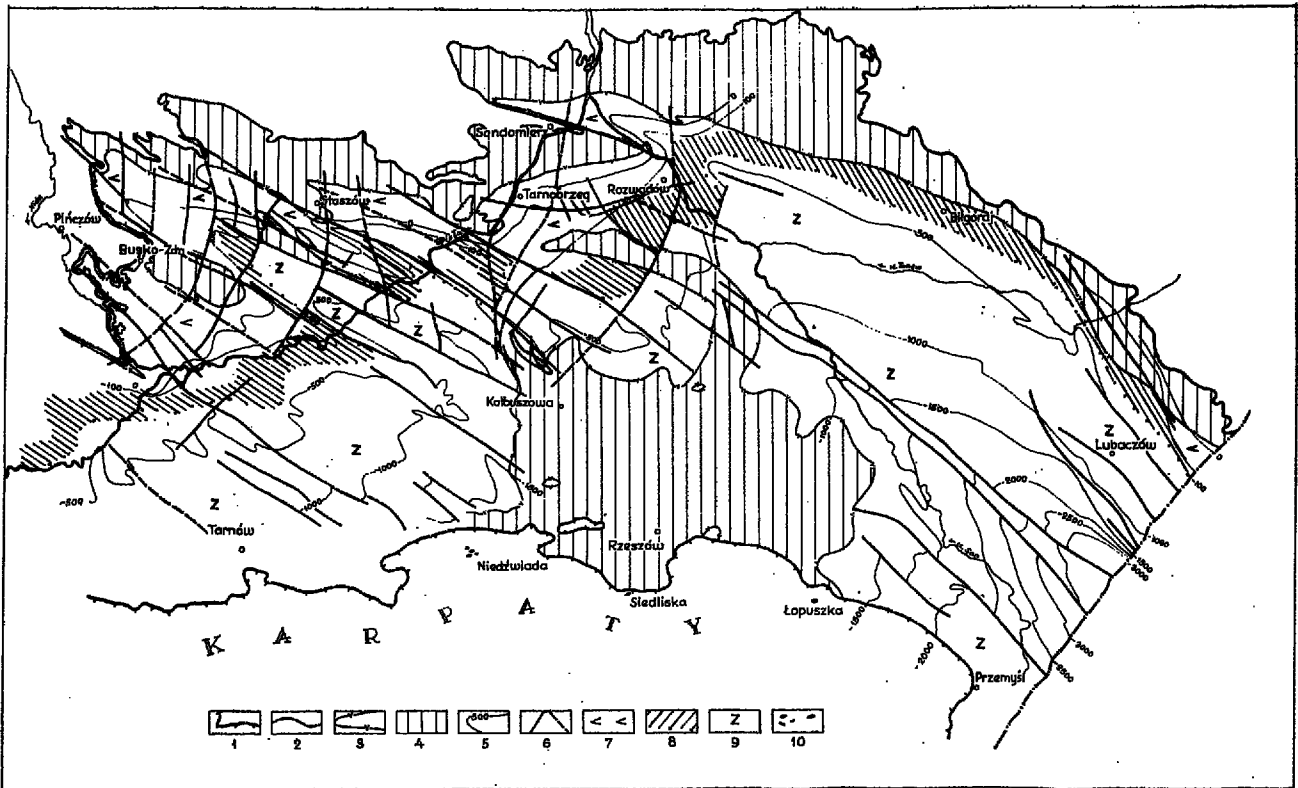
Dehydryty występują w przedziale głębokości ~ 250–500 m. Charakteryzują się one wstępnym stadium diagenetycznych i rekrystalizacyjnych przeobrażeń.

Strefa najbardziej peryferyczna charakteryzuje się występowaniem gipsów, w których obrębie wydzielamy dwie podstawowe serie: dolną — reprezentowaną przez gipsy krystaliczne, tj. selenity i górną — serię gipsów zbitych kryptokryształicznych, drobnowarstwowanych materiałem ilastym (7, 11, 12). Wraz ze wzrostem głębokości zalegania gipsów obserwujemy stopniową ich kompaktację, przy czym w serii dolnej — selenitowej — zanikają prawie zupełnie przestrzenie i szczeliny międzykryształowe. W serii górnej diagenetyza jest mniej wyraźna.

3. Anhydryty tworzą trzecią odmianę siarczanów w przewodzie najgłębiej położonych i zajmujących największy procentowo obszar w zapadlisku przedkarpackim. Występują one od głębokości ~ 500 do 2500 m. Wyjątek stanowią obszary objęte nasunięciem karpackim lub strefami dyslokacji, gdzie anhydryty występują na znacznie mniejszych głębokościach.

Strefa dehydrytów (gipso-anhydrytów) jest strefą przejściową pomiędzy uwodnionymi siarczanami — gipsami — a bezwodnymi anhydrytami. Z przeprowadzonych badań siarczanów, pochodzących głównie z rdzeni wiertniczych wynika, iż na obszarze od Chmielnika aż po Lubaczów — Horyniec proces odwadniania siarczanów ma dość ścisły związek z kompacyjnym działaniem nadkładu (spadek zawartości

Istotny jest również fakt, iż gipsy, które zajmują obszary w północnej peryferycznej części zapadliska przedkarpackiego, występują w prawie pierwotnych warunkach (po etapie ich sedimentacji), nieznacznie przegłębionych i słabo zakłóconych wpływami tek-



Ryc. 2. Szkic paleogeograficzno-strukturalny osadów siarczanowych w zapadlisku przedkarpackim.

1 — brzeg Karpat, 2 — zasięg osadów miocenijskich, 3 — zasięg osadów siarczanowych, 4 — obszary pozbawione siarczanów, 5 — izolnie spągu siarczanów, 6 — uskoki, 7 — obszar występowania siarczanów uwodnionych — gipsów, 8 — obszar występowania dehydrytów, 9 — obszar występowania anhydrytów, 10 — występowanie siarczanów w obrębie N brzegu Karpat.

Fig. 2. Palaeogeographic-structural sketch of sulphate deposits in the Carpathian foredeep.

1 — margin of the Carpathians, 2 — range of the Miocene deposits, 3 — range of sulphate deposits, 4 — areas lacking sulphates, 5 — contour lines of bottom of sulphates, 6 — faults, 7 — occurrence area of hydrated sulphates — gypsums, 8 — occurrence area of dehydrates, 9 — occurrence area of anhydrites, 10 — occurrence of sulphates within the northern marginal area of the Carpathians.

wody krystalizacyjnej ze wzrostem głębokości) oraz tektoniką (intensyfikacja procesu rekrytalizacji i dehydratacji w pobliżu uskóków).

Diagenetyczne przeobrażenia w strefie przejściowej poza wzrostem kompaktacji powodują powstanie nowej odmiany wtórnych gipsów włókniстых, występujących w formie cienkich, nieregularnych przerosłów i użyłek od 0,2 do 2,5 cm. Grupaują się one głównie w profilu gipsów w pobliżu przerosłów i cienkich warstwek ilastych (w przewodzie w serii górnej) lub w szczelinach i na spękaniach. Ich genezę należałoby wiązać z wtórną migracją i krystalizacją wód hydroskopijnych, zawartych w materiale ilastym. Przerosły ilaste mogły tworzyć również rodzaj ekranu dla uwalnianej wody krystalizacyjnej.

Dość znaczne przeobrażenia występują w czystych siarczanach o wysokiej zawartości  $\text{CaSO}_4$ , a szczególnie w kryształach selenitu. Tego typu gipsy podczas procesu rekrytalizacji uległy znacznym przeobrażeniom strukturalnym i tylko częściowemu odwodnieniu, przechodząc z wielkich gigantokryształów w dehydryty, o strukturach drobnoziarnistych lub afanitowych, podobne do alabastrów lub „marmurów”. W dehydrytach widoczne są zarysy kryształów selenitu w postaci wydłużonych pałeczkowo, klinowych form przypominające swym kształtem pierwotne kryształy selenitu. Kontury kryształów dają się odzorować dzięki brązowym podbarwieniom, które obserwuje się w obrzeżeniu poszczególnych pierwotnych kryształów selenitu, głównie na kontakcie powierzchni zbliżniaczonej i zrostowych. Rekrytalizacyjne przeobrażenia gipsów w strefie dehydrytów, ogólnie rzecz biorąc, prowadzą do powstania odmian alabastrowych.

W laboratoryjnych warunkach dehydratacja dwuwodnego siarczanu w pierwszej fazie przebiega w wysokiej temperaturze  $125^\circ\text{C}$ , następuje wówczas pełna przebudowa sieci przestrzennej, co prowadzi do powstania półhydratów, natomiast odwodnienie półhydratu zachodzi bez widocznych zmian struktury. Podobne zjawiska obserwujemy w warunkach naturalnych, gdzie ma miejsce afanityzacja wielkich kryształów selenitu i tworzenie się wtórnych struktur drobno- i kryptokrystalicznych w strefie dehydrytów. Stosunkowo niska temperatura obserwowana w obrębie siarczanów na głębokości  $\sim 500$  m (około  $19^\circ\text{C}$ ) była w warunkach naturalnych częściowo zastąpiona przez odpowiednio duże ciśnienie nadkładu (na głębokości 500 m rzędu  $1000 \text{ T/m}^2$ ).

W teoretycznym półhydracie zawartość wody wynosi  $6,2\%$ . Oznaczenia wody krystalizacyjnej w dehydratach z otworów Cieszanów i Osuchy, wykonane w laboratorium Instytutu Geologicznego, wykazały jej zmienną zawartość:  $2,5-16,8\%$  (średnio  $8,7\%$ ) w otworze Cieszanów, głęb. 391—433 m oraz  $0,42-7,7\%$  (średnio  $1,58\%$ ) w otworze Osuchy, głęb. 561,6—601,0 m. Otwór Osuchy należy zaliczyć w zasadzie już do strefy anhydrytowej. Oscylacja zawartości wody krystalizacyjnej spowodowana jest udziałem wtórnych gipsów włókniстых w obrębie dehydrytów.

Początkowe stadium tych przeobrażeń głównie w formie rekrytalizacji ujawnia się w profilu przeważnie w spągu serii selenitowej i w stropie gipsów zbitych, a zatem na kontakcie ze skałami bezsiarczanowymi, ilasto-mułkowcowymi lub piaszczystymi. Niekiedy w dehydrytach obserwujemy gniazdowno zachowane ostańce kryształów selenitu występujące w przewodzie w partiach zailonych. Nie obserwowano



Rys. 3. Gipsy wielokryształiczne selenitowe, duże wydłużone kryształy ze zbliżnieniami typu jaskółczych ogonów (głęb. 168 m).

Fig. 3. MacrocrySTALLINE selenite gypsums; large, elongated crystals showing twinning structures resembling fish-tail twins (depth 168 m).

w badanych profilach sytuacji odwrotnej, tj. gniazd i soczew anhydrytów w gipsach jako ew. „świadków” hydratacji anhydrytów.

W obrębie górnej serii gipsów zbitych, warstwowanych proces rekryształizacji i dehydratacji jest mniej wyraźny. Laminy ilasto-wapienne ulegają stopniowemu wycienieniu i częściowemu odwapnieniu przyjmując odcień ciemnoszary. Po gniazdowych skupieniach i beładnie rozproszonych kryształach selenitu, które obserwuje się w górnej serii gipsów warstwowanych, powstają wyraźnie spłaszczone skupienia drobno- i kryptokryształicznych dehydrytów o strukturach alabastrowych. W obrębie przerozów brekcjowych następuje również częściowa rekryształizacja.

Porównanie struktur i tekstur dehydrytów i gipsów ujawnia duże ich analogie oraz pozwala skorelować serię dolną gipsów selenitowych z dehydrytami kryptokryształicznymi alabastrowo-marmurowymi z zarysami konturów selenitów oraz górną serię zbitych, rytmicznie laminowaną z analogiczną w dehydrytach. Tekstury i struktury w dehydrytach są przeważnie zatarte i częściowo przebudowane. Na głębokościach 200—300 m obserwujemy przewagę uwodnionych siarczanów nad bezwodnymi, natomiast w strefie głębszej przewagę dehydrytów nad gipsami, jednak już z wyraźnymi zmianami rekryształizacyjnymi. Brak natomiast w tej strefie naprzemianległych ławic gipsów i anhydrytów, które wskazywałyby na fałszywe ząbienie się gipsów i anhydrytów, jak to opisuje R. Ney (10).

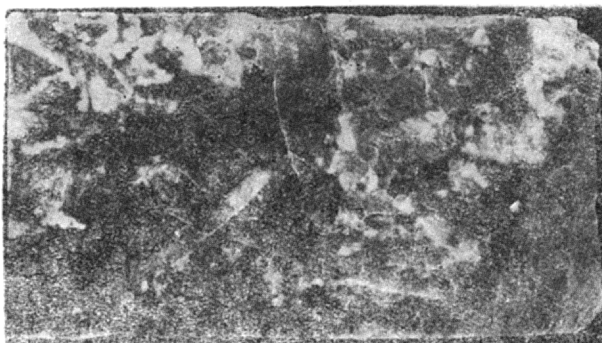
Anhydryty zajmują aktualnie największą powierzchnię spośród wydzielonych 3 odmian osadów siarczanowych w zapadlisku przedkarpackim — około 70%. Strefa anhydrytów rozciąga się w zasadzie powyżej głębokości 500—600 m i znacznie płycej w strefach zdyslokowanych, co dowodzi, iż nie miały wpływ na dehydratację wywiera również dynamiczny efekt dużych naprężeń i ciśnień w obrębie uskoku.

Anhydryty w laboratoryjnych warunkach tworzą się łatwo z półhydratów, bez wyraźnej przebudowy strukturalnej (3), jaka towarzyszy procesowi pierwszej fazy odwodnienia półhydratów, jednak przy wysokich efektach endotermicznych 220°C i 520°C. W naturalnych warunkach efekty termiczne kompensowane były wysokim ciśnieniem.

Anhydryty występujące „in situ” w naturalnych warunkach nie wykazują wyraźnej przebudowy struktur w stosunku do dehydrytów. Głównie cechuje je bardzo niska zawartość (< 1%) wody krystalizacyjnej.

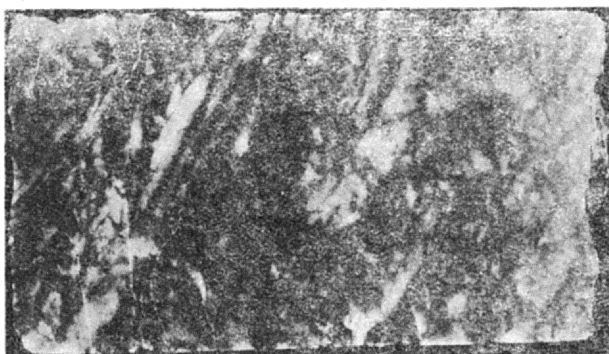
W badanych profilach anhydrytów zapadliska przedkarpackiego obserwujemy również dwie serie wyróżniane wśród gipsów i dehydrytów.

W dolnej części profilu odpowiadającej gipsom selenitowym wykształcone są masywne, drobnokryształiczne anhydryty o strukturze „marmurowej”, z



Ryc. 4. Dehydryty z widocznym procesem rekryształizacji (afanityzacji) dużych kryształów selenitu. Powstają struktury drobne i kryptokryształiczne „alabastrowe” (głęb. 445 m).

Fig. 4. Dehydrites showing visible process of recrystallization (aphanitization) of large selenite crystals. There are formed fine structures and „alabaster” cryptocrystalline structures (depth 445 m).



Ryc. 5. Anhydryt z zachowanymi zarysami po kryształach selenitu, struktury drobno i kryptokryształiczne (głęb. 1071,9 m).

Fig. 5. Anhydrites with preserved outlines after selenite crystals; fine-crystalline and cryptocrystalline structures (depth 1071,9 m).

brązowymi podbarwieniami i pałeczkowo klinowymi skupieniami, które swym zarysem przypominają kryształy selenitu. W niektórych partiach profilu struktury te są tak silnie przebudowane, że pierwotne struktury dają się odtworzyć jedynie po przebiegu zaileń. Autor obserwował wyraźne struktury poseleinitowe w anhydrytach z głębokości > 1000 m (otwór Dzików) w centralnej części zapadliska.

W górnej części profilu występują anhydryty drobno laminowane materiałem ilastym, przy czym zailenia są nieciągłe, niekiedy faliste, podobnie jak w gipsach i dehydrytach, jednak z wyraźnym wpływem diagenety. Obserwowane często w gipsach zaburzone, w przewodzie spływowo, tekstury warstwowkowe nie były spowodowane zdaniem autora zmianami objętościowymi, związanymi z hydratacją anhydrytów, lecz pozostawały w związku ze zmiennymi warunkami sedymentacyjnymi. Ostatnio S. Kwiatkowski (8) i autor obserwowali w gipsach warstwowanych struktury prądowe (krzyżowe warstwowanie), potwierdzające tezę o pierwotnym sedymentacyjnym pochodzeniu gipsów (5, 6). Ponadto w anhydrytach występują również wtórne gipsy włókniste, które skupione są w obrębie zaileń i wypełniają szczeliny spękań. Podlegają one również procesom stopniowej dehydratacji do anhydrytu włącznie, zachowując strukturę włóknistą, zwłaszcza na głębokościach > 1500 m. Zjawisko to pośrednio potwierdza wniosek o co najmniej dwóch stadiach procesu dehydratacji.

## WNIOSKI

1. W obrębie 3 zaszębiających się stref występowania siarczanów w zapadlisku przedkarpackim istnieją 2 litologicznie korelujące się serie. Podobieństwa polegają na wykształceniu podobnych tekstur w górnej serii warstwowanej, jak również istnieniu w dehydrytach i anhydrytach struktur po przeobrażonych rekrytalizowanych selenitach w dolnej serii. Pomiedzy gipsami i anhydrytami nie obserwuje się facjalnych zaszębień lub wzajemnego ich przerażania, co między innymi wykluczałoby tezę o sedymentacyjnym pochodzeniu anhydrytów.

2. Struktury ziarniste i duże kryształy są przeobrażone w struktury afanitowe i drobnoziarniste, dzięki procesom diagenetycznej rekrytalizacji i dehydratacji, którym towarzyszy również ubytek objętości. Szczególnie intensywne przeobrażenia obserwujemy w tej partii profilu, gdzie występują czyste siarczany wapnia (dolna część profilu).

3. Strefa anhydrytów występująca w zasadzie powyżej 500 m głębokości jest pod ciśnieniem nadkładu około 1000 T/m<sup>2</sup> w temperaturze ~19 °C oraz na głębokości 2500 m pod ciśnieniem 5000 T/m<sup>2</sup> i temperaturze ~63 °C, przyjmując 2,00 T/m<sup>2</sup> c.wł. nadkładu oraz 45 m/1 °C stopień geotermiczny +8 °C (średnia roczna temperatura). Brak w warunkach naturalnych odpowiednio wysokiej temperatury (>100 °C) potrzebnej przy dehydratacji gipsów był równoważony odpowiednio wysokim ciśnieniem nadkładu lub dynamicznymi naprężeniami i ciśnieniami w obrębie stref dyslokacyjnych.

4. Wychodząc ze stosunków objętościowych anhydrytu do gipsu, który wynosi 1:1,58, możemy w przybliżeniu ustalić maksymalną miąższość anhydrytów, która powstała przez dehydratację 55 m grubej warstwy gipsów. W ten sposób obliczona miąższość wynosi około 34,8 m. Taką maksymalną miąższość anhydrytu stwierdzono również w północnej części zapadliska przedkarpackiego w otworach wiertniczych wykonanych przez Instytut Geologiczny (Osuchy — 34,3 m, Kozaki — 36 m).

W przypadku hydratacji anhydrytów (60% przyrost objętości) należałoby oczekiwać, oprócz znacznych zniekształceń tekstur i struktur (zwłaszcza selenitów) w obrębie „uwadnianych wtórnych gipsów”, również zmian na kontakcie ze skałami podścielającymi i przykrywającymi siarczany, jak wygniecenia i złustrowania. Zmian takich zwłaszcza w podatnych na odkształcenie marglach i ilach pektenowych przykrywających gipsy nie obserwowano.

5. Gipsy występujące w układzie zaburzeń tektonicznych (dyslokacje, nasunięcia, przefalowania) są również przeobrażone i w różnym stopniu odwodnione do anhydrytu włącznie, mimo że występują na płytszych głębokościach lub prawie na powierzchni, między innymi w rejonie: Łopuszki, Miedzowej, Siedlisk i w pobliżu dyslokacji w rejonie: Połańca, Horyńca oraz w dolinie Dniestru (Rozdołu) na terenie USRR, gdzie częściowo przeobrażone siarczany obserwował autor. Proces przeobrażeń gipsów na tych obszarach należy wiązać w tym przypadku z metamorfozą typu dynamicznego, wywołaną naprężeniami i dużymi ciśnieniami w obrębie uskoków i nasunięć. Jak to wynika ze wstępnych danych, były one rzędu  $\geq 1000$  T/m<sup>2</sup>.

6. W konkluzji należy wypowiedzieć pogląd, że mioceneskie anhydryty w północnej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego powstały w wyniku przeobrażeń postsedymentacyjnych typu diagenetyczno-rekrytalizacyjnego i dynamometamorficznego (w pobliżu dyslokacji).

## LITERATURA

1. Borchert H., Bader E. — Zur Metamorphose ozeaner Gipsablagerungen. Neues Jb. Min. Abh., 1953, 86/1.
2. Bundy W. M. — Petrology of Gypsum-Anhydrite Deposits in South — western Indiana. Jour. Sed. Petr., 1956, 26/3.

3. Cieszewski M. — Zasady i wybrane metody kontroli produkcji gipsu. Cement, Wapno, Gips, 1955, nr 12.
4. Cisek B., Czernicki J. — Budowa geologiczna i rozwój facjalny miocenu strefy zewnętrznej Przedgórze Karpat Środkowych. Geol. i Geof. naft., 1964, nr 8—9.
5. Gawel A. — Złoże gipsu w Polsce południowej. Cement, Wapno, Gips, 1955, nr 6.
6. Kreutz F. — Gipsy. Ochrona Przyrody, 1925, t. 5.
7. Kubica B. — Charakterystyka litologiczna mioceneskich osadów chemicznych w widłach Wisły i Sanu. Prz. geol., 1965, nr 6.
8. Kwiatkowski S. — Cross-bedding in Miocene Gypsum of Nida Valley. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. géol. et geogr., 1966, t. 14, nr 3.
9. Langbein R. — Zur Petrologie des Anhydrits. Chemie der Erde, 1968, t. 27.
10. Ney R. — O poziomie gipsowym na przedpolu Karpat wzdłuż strefy Przemysł—Lubaczów—Horyniec. Prz. geol., 1963, nr 6.
11. Pawłowska K. — O gipsach, siarce rodzimej i pogipsowych skałach świętokrzyskiego miocenu. Księga Pam. ku czci Prof. J. Samsonowicza, 1962, Pol. Akad. Nauk.
12. Pawłowski S. — Geology of Sulphur Deposits in Poland. XXII Inter. Geol. Congress, 1968, t. 8.
13. Póbarski J. — Złoże solne Bochni na tle geologicznym okolicy. Biul. Państw. Inst. Geol., 1952, nr 78.
14. Posnjak E. — Deposition of Calcium Sulphate from sea water. Am. Jour. Sci., 1940, 238.
15. Śliwiński Z., Łapinkiewicz A. — Metodyka i wyniki opracowania ujednoczonej mapy strukturalnej poziomu przewodniego na Przedgórze Karpat między Wisłą a wschodnią granicą Państwa. Geol. i Geof. naft., 1964, nr 10—12.
16. Toriumi T., Hara R. — On the transition point of Calcium sulphate in water and concentrated sea water. Technol. Rep., 1948, t. 12, nr 72. Tokoku Imper. Univ. Sendai, Japan.
17. West J. M. — Evaporite diagenesis in the Lower Purbeck beds of Dorset. Yorkshire Geol. Soc., 1964, t. 34, cz. 3, nr 15.

## SUMMARY

The article discusses the problem of the genesis of the anhydrites found to occur in the northern and central parts of the Carpathian foredeep, and formed after the alteration of gypsums due to the secondary diagenetic and recrystallization-dehydration changes. Tectonic activity of dynamometamorphic type in the zones of dislocations or in the adjacent areas also strongly affected all these processes.

Observations of drill cores demonstrate that the sulphate deposits encountered in the Carpathian foredeep are represented by three varieties intertonguing with each other, depending upon the amount of crystallization water and occurrence depth.

1. Gypsums are found to occur at an uppermost level, from 0,00 to 250—300 m. They are characterized by a type macrocrystalline texture in the lower part of the section, and by lamellar structures in the upper part.

2. Dehydrites occur at a depth of 250—500 m.

3. Anhydrites make the third variety of the sulphates and occur at a lowermost level, at a depth from 500 to 2500 m, except for the areas situated near the dislocations, where the anhydrites are found at a lesser depth.

Within the three intertonguing zones of sulphate occurrences are found two series which can be correlated lithologically. The similarity consists in the development of similar structures in the upper laminar series, as well as in the presence of some structures after the altered recrystallized selenites in both dehydrites and anhydrites of the lower series.

## РЕЗЮМЕ

В статье освещается генезис ангидритов, распространенных в северной и центральной частях Предкарпатского прогиба. Ангидриты образовались за счет гипсов в итоге диagenетических изменений, перекристаллизации и дегидратации. Определенное влияние на ход этого процесса оказывал динамометаморфизм в зонах тектонических дислокаций и в их ближайшем окружении.

Наблюдения кернового материала выявили, что сульфатные отложения Предкарпатского прогиба, в зависимости от содержания кристаллизационной воды и глубины залегания, подразделяются на три разновидности.

1. Гипсы, залегающие в интервале до глубины 250—300 м от поверхности, характеризуются ти-

пичными крупнокристаллическими структурами в нижней части разреза и слоистыми текстурами в верхней части.

2. Дегидриты, залегающие в интервале 250—500 м.

3. Ангидриты образуют третью разновидность сульфатов. Они распространены в зоне от 500 м до глубины 2500 м, за исключением тектонических зон, где ангидриты могут залегать ближе поверхности.

Внутри этих зон распространения сульфатных отложений Предкарпатского прогиба отмечаются два корреляционных литологических горизонта. Это выражено сходством текстур в верхней слоистой серии гипсов и наличием структур после перекристаллизованных селенитов в дегидритах и ангидритах.