

Tadeusz OSMÓLSKI

Kras a geneza złóż siarki w Polsce

(Odpowiedź)

Dyskutując z zarzutami M. Niecia, dotyczącymi wieku krasu gipsów, pochodzenia wapieni w złożach siarki, morfologii stropu złóż siarki, genezy wapieni płonnych itp., autor podważa ich słuszność. Na potwierdzenie swojego stanowiska przedstawia dodatkowe dane o budowie geologicznej północnej strefy brzeżnej zapadliska przedkarpackiego oraz pewne szczegóły budowy geologicznej obszarów siarkonośnych.

W dyskusji z poglądami M. Niecia, polemizującego z moimi niektórymi opiniami na temat krasowienia gipsów na obszarach siarkonośnych (T. Osmólski, 1976), chciałbym na wstępie wyjaśnić, że stanowisko moje wynika z pewnej znajomości problemów geologicznych miocenu północnej strefy brzeżnej zapadliska przedkarpackiego i geologii złóż siarki, nad którymi pracuję z przerwą czteroletnią od 1953 r. Szczegółowa stratygrafia utworów miocenu, oparta na analizie materiałów geologicznych zbieranych od 1958 r. w rejonach od Proszowic (Posądz) po Wiślicę (Czarkowy), oraz pewne obserwacje, dotyczące wykształcenia nadkładu złoża w Machowie, dostarczają dowodów na istnienie przerw w sedymentacji poszczególnych ogniów miocenu. Szczególnie wyraźnie jest to widoczne w brzeżnych strefach basenu sedymentacyjnego na powstałych wcześniej czy też podczas sedymentacji utworów miocenu drobnych wyniesieniach — późniejszych strukturach siarkonośnych. M. Nieć zgadza się z istnieniem udokumentowanych przeze mnie (T. Osmólski, 1976) dwóch przerw w sedymentacji osadów badenu, pierwszej po osadzeniu się gipsów, drugiej — dolnego ogniwa warstw pektenowych. Pyta jednak „Czy jednakże w okresach tych przerw sedymentacyjnych kras rozwijał się w gipsach, czy też w wapieniach siarkonośnych?”. Według M. Niecia nic nie wyklucza możliwości, że zarówno procesy powstawania wapieni siarkonośnych, jak i procesy ich krasowienia mogły mieć miejsce w badenie.

Podobnie jak prawie wszyscy geolodzy na świecie pracujący nad genezą złóż siarki uznają wapienie siarkonośne za epigenetyczne, a zatem

konieczność dopływu bituminów, niezbędnych do zamiany gipsów na wapienie z siarką, podczas powstawania złóż siarki. Moim zdaniem budowa geologiczna brzeżnej strefy basenu badeńskiego wyklucza skierowaną ku obszarom siarkonośnym migrację tych bituminów i ich akumulację w tych strefach. Postaram się wyjaśnić to tak „autorytatywne” stwierdzenie. Otóż utwory badenu, tj. warstwy baranowskie, osady chemiczne (gipsy) i warstwy pektenowe, po osadzeniu się leżały poziomo i do chwili powstania tektoniki sarmackiej nie mogły tworzyć ani pułapki, ani też dróg migracji dla bituminów. Powstające w tym czasie, czy też migrujące z podłoża bituminy mogły być tylko równomiernie rozprowadzane w partiach stropowych warstw baranowskich i jeżeli mogłyby się wtedy tworzyć wapienie z siarką, to objęłyby cały obszar występowania gipsów. W związku z tym w takim przypadku nie powstałyby złoża siarki, lecz tylko drobne wtrącenia wapieni z siarką rozproszone równomiernie w gipsach.

Jeżeli przyjąć, że drogi migracji bituminów w poziomo leżących utworach badenu zostały „uporządkowane” na wcześniej zarysowanych i ciągle odnawianych strukturach antyklinalnych na obszarach wszystkich późniejszych złóż siarki, co zresztą sugeruję w moich artykułach (T. Osmólski, 1972, 1976), to i tak jedyne utwory, które mogły tworzyć pułapkę dla bituminów — warstwy pektenowe — są na antyklinach najcieńsze (kilku- lub kilkunastometrowe), gdyż podczas przerwy sedymentacyjnej po osadzeniu się dolnego, ilastego ogniwa warstw pektenowych z *Neobulimina longa* Venglinsky były one rozmywane i niszczone na elewacjach. Te resztki ilów nie mogły tworzyć szczelnego ekranu dla bituminów, tym bardziej że, jak wiemy z obliczeń, dla powstania złoża siarki typu tarnobrzeskiego potrzeba było (w przeliczeniu na ropę naftową) setek milionów ton ropy lub ok. 100 mld m³ gazu (R. Krajewski, 1962). Wydaje się, że dowody jakich dostarcza budowa geologiczna raczej przekonują do teorii epigenetycznego, posarmackiego procesu tworzenia się złóż siarki. Proces taki mógł się rozpocząć dopiero w chwili zakończenia osadzania się gipsów na elewacjach, tworzących się już od końca kredy, po czym miało miejsce skrasowienie gipsu a następnie:

- a — pogłębienie się centralnych partii morza miocenijskiego;
- b — osadzenie się grubego, ilastego ekranu warstw krakowieckich;
- c — nachylenie generalne ku wschodowi i południowi kompleksu utworów badenu, co umożliwiło lub ułatwiło migrację bituminów ku wschodniom badenu;
- d — powstanie tektoniki dysjunktywnej umożliwiającej tworzenie się złóż typu czarkowskiego (T. Osmólski, 1963) oraz początek powstawania budowy blokowej utworów miocenu;
- e — powstanie w podłożu gipsów szczelin, spękań lub innych dróg migracji wód w utwory badenu, a szczególnie w gipsy.

Ustalenie wieku — czasu — większości wyżej wymienionych procesów geologicznych nie następuje trudności. W sarmacie nastąpiła generalna przebudowa geologiczna i zakończenie sedymentacji utworów miocenijskich. Kras gipsowy na strukturach potencjalnie siarkonośnych w świetle znanych obecnie faktów geologicznych powstał w badenie (fig. 1). Procesy hydrogeologiczne oraz niektóre tektoniczne nadające obecny kształt złożom są czwartorzędowe.

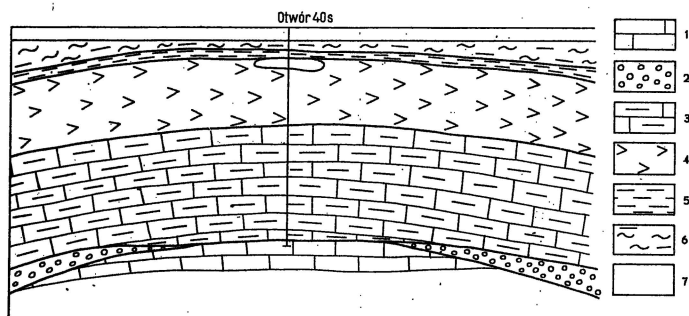


Fig. 1. Przekrój geologiczny w rejonie Posądz

Geological section through the vicinities of Posądz

Kampan: 1 — margle krzemionkowe, 2 — zlepieńce; baden: 3 — margle ilaste, 4 — gipsy z kawerną o wysokości 4 m nawiercona w otworze 40s, 5 — łowce chodenickie, 6 — ility z *Neobulimina longa*; 7 — czwartorzęd — less

Campanian: 1 — siliceous marls, 2 — conglomerates; Badenian: 3 — clay marls, 4 — gypsum with cavern 4 m high, found in the borehole 40s, 5 — Chodenickie claystones, 6 — clays with *Neobulimina longa*; 7 — Quaternary — loess

Dyskutując nad problemem pochodzenia wapieni w złożach siarki okazuje się, że niestety dotychczas nie znaleziono dowodów na istnienie jakichkolwiek złożowych, syngenetycznych wapieni ani w Piasecznie, ani w Czarkowych, ani w Posądz, ani w Machowie, ani też w złożach zachodniej Ukrainy. Przeciwnie istnieją dowody, że są to wyłącznie wapienie epigenetyczne, tzw. posiarkowe. Być może wkładki wapieni syngenetycznych zostaną znalezione, szczególnie na wychodniach złóż, ale najprawdopodobniej, jak zresztą wykazali J. Czerwiński i T. Osmólski (1974), będą one pochodzić z wapnistych czy wapiennych wrostków, tkwiących pomiędzy kryształami gipsu, lub z wmgrowania w procesie krasowienia gipsów substancji węglanowych z utworów nadległych. Dowodów dokumentujących ten pogląd dostarczyło opracowane J. Czerwińskiego i T. Osmólskiego (1974).

Inny problem wymagający wyjaśnienia jest następujący: M. Nieć opisał „okruchy i fragmenty wapieni siarkonośnych”, znajdujące się w ciemnych ilach wypełniających lejki i kieszenie na powierzchni stropowej złoża, nie podając wyników badań mikrofaunistycznych, które pozwoliłyby ustalić ich wiek. Przecież mogą to być resztki twardych wkładek wapiennych, występujących w nadzłożowych utworach badenu. Otoczaki takie nawet osiarkowane zostały opisane przeze mnie z Machowa (T. Osmólski, 1976, tabl. I, fig. 2) jako resztki zniszczonych (rozmytych) partii warstw pektenowych, nadzłożowych. Spoczywają one na stropie nie zniszczonego, nie zaburzonego złoża siarki. Występowanie tych otoczek i ich stosunek do złoża siarki ustalono na złożu odsłoniętym, nie zaburzonym; wiek ich określono na podstawie fauny w nich występującej.

Poważnym zarzutem wydaje się pogląd M. Niecia, że „urozmaiconą” morfologię stropu mają również głęboko zalegające złoża Jeziórko i Grzybów. Podważałoby to uznawanie wpływu procesów interglacjalnych na tworzenie się kopulastych wyniesień stropu charakterystycznych dla złoża Piaseczno (kilkumetrowej szerokości i 2 — 3 m wysokości) i w rezultacie

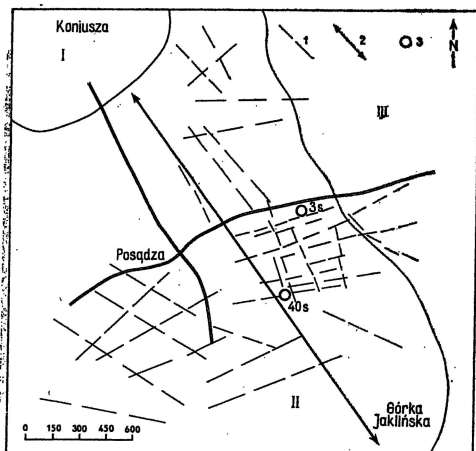


Fig. 2. Szkic spekań i uskoków w rejonie Posadzy

Sketch of fractures and faults in the vicinities of Posadza

1 — dyslokacje i spekania stwierdzone za pomocą zdjęć lotniczych; 2 — oś struktury antyklinalnej Koniusza — Posadza — Górka Jaklińska; 3 — otwory wiertnicze; I — kreda, II — baden, III — sarmat

1 — dislocations and fractures traced with the use of air photos; 2 — axis of anticlinal structure Koniusza — Posadza — Górka Jaklińska; 3 — boreholes; I — Cretaceous, II — Badenian, III — Sarmatian

wykluczałoby moją hipotezę o wczesnoczwartorzędowym wieku złóż siarki (T. Osmólski, 1963, 1976). Istnienie tak niewielkich deformacji można stwierdzić jedynie na obszarach eksploatacji odkrywkowej, gdyż kartowanie powierzchni złóż otworami wiertniczymi nie pozwala tak drobnych form wykryć. W Machowie, gdzie strop złoża jest obecnie odsłonięty, można łatwo sprawdzić, że takich wybrzuszeń stropu nie stwierdza się. Jest on tu generalnie płaski, a ma tylko niewielkie deniwelacje, które powiększone o błąd spowodowany krzywizną otworów wiertniczych mogą sugerować, że deniwelacje stropu wykazane przez M. Niecica w złożach Basznia i Mishraq są podobne do form spotykanych w Piasecznie. Wnioski swoje opieram na faktach geologicznych stwierdzonych bezpośrednio, zaobserwowanych na złożach odsłoniętych w Piasecznie i Machowie.

Zagadką pozostaje zagadnienie genezy „skorupy” wapieni płonnych, którą pokryte są złoża siarki, oraz czas powstawania stalaktytów i stalagmitów w złożach całkowicie zawodnionych. Rozwiązanie tych problemów należy widzieć w tektonice, a ściślej w neotektonice.

Kartowanie powierzchniowe obszarów siarkonośnych w północnej strefie brzeżnej zapadliska przedkarpacciego metodą fotointerpretacji zdjęć lotniczych wykazało istnienie gęstej sieci spekań i drobnych uskoków w utworach miocenu. Na przykład na doświadczalnym polu eksploatacyjnym (900 × 700 m) w rejonie Baszni wykazano istnienie 6 stref uskokuwowych (w tym horstu wynoszącego środkową partię złoża), których odwierconymi tu otworami nie udało się wykazać. Na strukturze Koniusza — Posadza — Górka Jaklińska występuje również gęsta siatka spekań i drobnych uskoków, z których część powoduje niewielkie przemieszczenia utworów miocenu (fig. 2). Złoże siarki wydaje się być zbudowane z wielu małych, oddzielnych bloków; spekania tworzą tu dwa zespoły na skłonach zanurzającej się ku południowemu wschodowi struktury. Bez analizy zdjęć lotniczych, lecz tylko na podstawie kartowania otworami wiertniczymi takie formy tektoniczne interpretowane były jako dwa uskoki obcinające strukturę (T. Osmólski, 1972). Jak wiemy, co stwierdzono zarówno w złożach zachodniej Ukrainy, jak i w złożach pol-

skich (Basznia i in.), uskoki z reguły wyznaczają granice złóż siarki. Jeżeli da się udowodnić, że są to strefy drobnych przesunięć czy też równoległe linie pęknięć i przesunięć górotworu, to mogą być one pre-dysponowane do odprowadzania wód złożowych z siarkowodorem oraz siarki ze stref granicznych złoża. Na granicy złoża powstaną wówczas płonne wapienie posiarkowe. Pęknięcia otwierają wodom złożowym drogi migracji ku powierzchni, szczególnie w przypadku istnienia napiętego zwierciadła wód, co stwierdza się z reguły w polskich złożach siarki.

Obniżenie poziomu zwierciadła wód złożowych (może to dotyczyć tylko niewielkiego fragmentu złoża), jak się wydaje, jest wynikiem wyniesienia grupy czy też pojedynczych bloków. Dowodem tego są stalaktyty i stalagmity kalcytowe i barytowe. Istnienie takich — ruchomych podczas sedimentacji poszczególnych ogniw miocenu — bloków udowodniono pracami prowadzonymi przez autora w Czarkowach (T. Osmólski, 1972). Znane są one również z rejonu Baszni. Opisane zjawiska geologiczne można porównać do działania „pompy” tektonicznej o wielu tłokach. O tym, że ruch taki istnieje dotychczas, dowodzą zaobserwowane pęknięcia wzdłuż uskoku nad złożem siarki w Senisławicach, odkrytego w latach sześćdziesiątych. Zarejestrowano tam kilkusetmetrowe pęknięcia uwidaczniające się w postaci niewielkiego obniżenia powierzchni. Wtórny zjawiskiem był intensywny wypływ wód siarkowodorowych z pobliskich źródeł. Obecnie obserwuje się tam prawie całkowity zanik wypływu tych wód. Przesunięciem w pionie bloków da się również wyjaśnić okresowy dopływ wód z tlenem, koniecznych dla utleniania, powstającego w procesie redukcji gipsów, siarkowodoru do siarki, a więc dla powstania złóż.

*

Jak widać wiele skomplikowanych i niejasnych problemów dotyczących genezy złóż da się wyjaśnić przyjęciem istnienia permanentnej labilności obszarów złóż siarki. Procesy geochemiczne prowadzące do powstania złóż zostaną być może całkowicie wyjaśnione za pomocą badań izotopów siarki, węgla i tlenu. Wyniki tych badań muszą być poparte dokładną znajomością wszystkich szczegółów budowy geologicznej złóż. Na obecnym etapie badań odczuwa się brak nowoczesnych opracowań tektonicznych, sedimentologicznych i mineralogicznych oraz szczegółowej tektoniki złóż eksploatowanych. Interesujące nas szczegóły budowy geologicznej zostały zarejestrowane na archiwalnych zdjęciach lotniczych; analiza tego materiału pozwoli na ich odtworzenie. Prace te zostały obecnie podjęte w Instytucie Geologicznym i jak się wydaje dostarczą dowodów pozwalających wyjaśnić pozostałe problemy dyskusyjne.

PIŚMIENNICTWO

- CZERMIŃSKI J., OSMÓLSKI T. (1974) — Stosunki izotopowe siarki i węgla w rudzie siarki i utworach jej towarzyszących a geneza złóż siarki w Polsce. Kwart. geol., **18**, p. 334 — 354, nr 2. Warszawa.
- KRAJEWSKI R. (1962) — O budowie i powstaniu złoża siarki w Piasecznie. Wszechświat, z. 4, p. 85 — 91. Kraków.
- NIEĆ M. (1977) — Kras a geneza złóż siarki w Polsce (dyskusja). Kwart. geol., **21**, p. 855 — 864, nr 4. Warszawa.
- OSMÓLSKI T. (1963) — Związek procesu powstawania złóż siarki w miocenie zapadlika przedkarpackiego z litologią ich podłoża. Kwart. geol., **7**, p. 439 — 443, nr 3. Warszawa.
- OSMÓLSKI T. (1972) — Wpływ budowy geologicznej brzeżnych partii niecki działoszyckiej na rozwój procesu metasomatozy gipsów miocennych. Biul. Inst. Geol., **260**, p. 65 — 188. Warszawa.
- OSMÓLSKI T. (1976) — Kras a geneza złóż siarki w Polsce. Kwart. geol., **20**, p. 559 — 570, nr 3. Warszawa.

Тадеуш ОСМУЛЬСКИ

КАРСТ И ГЕНЕЗИС МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕРЫ В ПОЛЬШЕ (ОТВЕТ В ДИСКУССИИ)

Резюме

В порядке дискуссии с М. Непем, для подтверждения своих взглядов, автор приводит дополнительные данные о геологическом строении северной краевой зоны Предкарпатского прогиба, некоторые детали геологического строения сероносных районов, а также теоретические рассуждения относительно генезиса известняков, окутывающих месторождения серы и образования сталактитов.

Новые фотограмметрические методы изучения геологического строения месторождений серы принесли доказательства их блокового строения и наличия густой сети трещин. Неотектонические процессы, приводящие к вертикальному перемещению блоков, являются причиной изменения уровня вод и их миграции в залежь или из залежи. Этот процесс может привести к частичному удалению серы из залежи или к притоку вод насыщенных кислородом, необходимым для окисления H_2S .

Автор считает, что некоторые проблемы такие, например, как наличие и время образования карста в баденских гипсах на тех площадях нельзя установить однозначно путем изучения только месторождений серы, тем более, что применяемые на закрытых месторождениях такие методы седиментологических исследований, как картирование их скважинами и попытки корреляции седиментационных явлений по буровым материалам, отличаются малой точностью и могут быть интерпретированы слишком произвольно. По мнению автора единственным методом, позволяющим выяснить проблему образования место-

рождений серы, является детальное изучение геологического строения всей территории, где залегает сера, а также проведение дополнительных систематических наблюдений на месторождениях серы, вскрытых горными выработками.

Сложные геохимические процессы, идущие в месторождениях, могут быть разрешены путем проводимого автором изучения стабильных изотопов: серы, углерода и кислорода.

TADEUSZ OSMÓLSKI

KARST AND GENESIS OF POLISH SULPHUR DEPOSITS (A REPLY)

Summary

In reply to M. Nieć, the author present some new data supporting his point of view. They include the data on geological structure of northern marginal zone of the Carpathian Foredeep, some details about the geological structure of sulphur-bearing areas and implications of the theories concerning the genesis of limestones enveloping the sulphur deposit and the formation of stalactites.

The use of new photogrammetric methods in reconstructions of the geological structure of the sulphur deposit has provided additional evidence of its block structure and revealed a dense network of fractures. Neotectonic processes leading to vertical translocations of the blocks are responsible for changes in water level and migration of water into and out of the deposit. The migration of water may lead to the removal of sulphur from some parts of the deposit or inflow of waters bringing oxygen necessary for H_2S oxidation.

According to the author same problems such as the existence and the age of karst of the Badenian gypsum from the marginal zone of the Carpathian Foredeep cannot be unequivocally solved through studies of sulphur deposits only; the more so that the methods of sedimentological studies hitherto used to deposits covered by sedimentary blankets — such as mapping by boreholes and attempts to correlate sedimentary events with the use of core material — are rather imprecise and arbitrary. It appears that the genesis of sulphur deposits may be explained only through a detailed reconstruction of the geological structure of the whole area of occurrence of these deposits and through supplementary observations systematically made on deposits exposed by mining works.

Complex geochemical processes operating in the deposits may be explained through the studies of stable isotopes of sulphur, carbon, and oxygen which are carried out at present by the author.