

TADEUSZ GAŁKIEWICZ¹

TEORIA ORTOHYDROTHERMALNEJ GENEZY
 ŚLĄSKO-KRAKOWSKICH ZŁÓŻ Zn-Pb
 (2 fig.)

*A theory of orthohydrothermal origin of the Silesian-Cracovian
 zinc-lead deposits*
 (2 Figs.)

Treść: Przedstawiono schematycznie najnowsze ujęcie teorii ortohydrotermalnego pochodzenia śląsko-krakowskich złóż cynkowo-ołowiowych. Przytoczono argumenty świadczące za tą teorią. Jako źródło roztworów hydrotermalnych wskazano magmę zasadowo-alkaliczną z płaszcza Ziemi. Rozważano oddzielenie roztworów hydrotermalnych od magmy, ich charakter oraz warunki wytrącania okruszcowania, zwracając szczególną uwagę na zjawiska geotektoniczne.

WSTĘP

Problem genezy śląsko-krakowskich złóż cynkowo-ołowiowych nie może być traktowany w oderwaniu od analogicznych innych złóż w świecie. Z dokonanego ostatnio szczegółowego przeglądu współczesnych poglądów na pochodzenie złóż cynkowo-ołowiowych typu S-C (*Silesian-Cracovian* = = śląsko-krakowskich) (T. Gałkiewicz, 1968) wynika, że poglądy o osadowym pochodzeniu są odosobnione. Poglądy o hydrotermalnym pochodzeniu złóż Zn-Pb typu S-C można rozbić na trzy zasadnicze odmiany: 1) hydrotermalno-osadowe (np. F. Ekiert, 1959), 2) parahydrotermalne (roztwory nie związane z magmą, pochodzące zwłaszcza z ogrzanych wód reliktowych ang. *connate waters*) (T. Gałkiewicz, 1966), 3) ortohydrotermalne (roztwory juwenilne, związane z magmą). Z tych rozważań wyłączono pierwszy punkt widzenia, ponieważ raczej da się go wyłączyć z klasycznych poglądów hydrotermalnych (T. Gałkiewicz, 1968).

Autor jest zwolennikiem hydrotermalnego pochodzenia śląsko-krakowskich złóż Zn-Pb i uważa, że przemawiają za tym następujące fakty: 1) pionowy zasięg okruszcowania w utworach dewońskich, karbońskich, perm-skich, triasowych i jurajskich, 2) związek okruszcowania ze strukturami dysjunktywnymi o przebiegu WNW, 3) duża zmienność kształtu, treści ciał rudnych, niski współczynnik rudonośności, niska gęstość przestrzenna rud, 4) charakterystyczne tekstury kruszcowe — wypełnienie pustych przestrzeni, wyparcie i zastąpienie, 5) pionowa strefowość okruszcowania, 6) duże aureole geochemiczne wokół ciał rudnych, 7) różne warunki fizykochemiczne powstania skał otaczających i okruszcowania, 8) temperatury powstania sfalerytu do 120°C, 9) skład izotopowy ołowiu, który świadczy o neogeo-

¹ Katowice, ul. Dąbrowskiego 20a/6.

skim wieku okruszcowania (T. Gałkiewicz, 1966, 1967, 1968; C. Harańczyk, 1962, 1965; S. Śliwiński, 1964).

Jednym z najdobitniejszych argumentów za hydrotermalnym pochodzeniem złóż cynkowo-ołowiowych typu S-C są wyniki badań nad wrostkami ciekło-gazowymi z minerałów kruszczowych i płonych z różnych złóż (E. Roedder, 1967). Zdziwia w tych wynikach zgodność danych, mimo że pochodzą z różnych złóż. Jest to jeszcze jeden wyraźny argument za traktowaniem tych złóż wspólnie. Jak wynika z tych badań, ciekła część takiego wrostka jest stężoną solanką (o zawartości wagowo ponad 15% soli) w składzie licząc od najobficiej występujących pierwiastków: Cl, Na, Ca, K, Mg, S. Z gazów występujących w takich wrostkach (występujących pod ciśnieniem na ogół wyższym niż atmosferyczne) najobficiej występuje metan, niskie są natomiast zawartości CO₂. Temperatury roztworów określano na zasadzie homogenizacji wrostków; są w granicach 100—150°C, dochodzą do 200°C (ewentualne poprawki na ciśnienie są niewielkie). W 1957 r. N. P. Jermakow w ZSRR określił temperatury homogenizacji wrostków ze sfalerytów śląsko-krakowskich złóż Zn-Pb w granicach od 50—60°C do 120°C. Świadczy to dobitnie, że kruszce tych złóż powstały z roztworów hydrotermalnych.

Zachodzi pytanie, jakie były to roztwory: para- czy ortohydrotermalne? Autor jest zwolennikiem poglądu, że złoża śląsko-krakowskie powstały z roztworów ortohydrotermalnych. Przyjmując bowiem za podstawę koncepcję parahydrotermalną, należałoby oczekiwać, że złoża typu S-C będą się pojawiały stosunkowo często. Tymczasem nie obserwuje się takich zjawisk. Ponadto ostatnio (T. J. Sawkins, 1969), stwierdzono, że skład cieczy wrostków ciekło-gazowych ze złóż typu S-C nie odpowiada wodom reliktowym.

MAGMA MACIERZYSTA ROZTWORÓW ORTOHYDROTERMALNYCH

Jak wiadomo, obecnie powszechnie wyróżnia się dwa główne rodzaje magmy: 1) kwaśną, tworzącą się w skorupie ziemskiej głównie w wyniku procesów paligenetycznych, 2) zasadowo-alkaliczną, tworzącą się w górnej części płaszczki ziemskiego. Oczywiście, że możliwe są procesy dyferencjacji tych magm, jak też zjawiska asymilacji czy mieszania.

Z jaką magmą związane są złoża cynkowo-ołowiowe typu S-C? Nieliczni badacze (T. Gałkiewicz, 1968) sądzą, że mogą być związane z magmą kwaśną. Powszechny jest natomiast pogląd, że związane są z magmą zasadowo-alkaliczną. Dla złóż Zn-Pb śląsko-krakowskich prócz autora (T. Gałkiewicz, 1966, 1967, 1968) podobne poglądy wyznaje też C. Harańczyk (1965).

Z neogeńskimi skałami wylewnymi zasadowo-alkalicznymi Czech związane są w rejonie Jihlavy przejawy okruszcowania i złoża Zn-Pb-BaSO₄-CaF₂ typu złóż S-C. Dalszym argumentem za związkiem śląsko-krakowskich złóż Zn-Pb z magmą zasadowo-alkaliczną jest wybitna koncentracja w nich prócz głównych metali takich pierwiastków jak magnez, żelazo i siarka.

ODDZIELENIE ROZTWORÓW Z MAGMY

Oddzielenie roztworów z magmy może nastąpić w odpowiednich warunkach. Ustalenie tych warunków nie zostało jeszcze w pełni sprecyzowane. Wiadomo, że roztwory ciekłe nie mogą swobodnie krążyć na głęboko-

ściach poniżej kilku km głębokości, ale nie dotyczy to roztworów gazowych. Poniżej tej granicy krążenie roztworów ciekłych jest możliwe tylko w przypadku otwarcia kanałów w wyniku zjawisk tektonicznych. Brak skał magmowych w bezpośredniej bliskości złóż wskazuje, że roztwory pomagmowe, które utworzyły okruszcowanie, oddzielały się z magmy na dużych głębokościach. Dlatego też występujących nieco dalej od złóż wylewnych skał zasadowo-alkalicznych nie można uważać za skały macierzyste złóż, lecz raczej za siostrzane. Czy oddzielone roztwory od magmy były głównie gazowe, a potem gazowo-ciekłe, czy ciekłe; na jakich głębokościach oddzielały się od magmy — wszystko to czeka na dalsze badania.

CHARAKTER ROZTWORÓW HYDROTHERMALNYCH

Wiadomym jest skład roztworów przed samym wytrąceniem okruszcowania. Powstaje pytanie w jakiej formie te roztwory zawierały związki kruszcowe? Wydaje się, że najtrafniejszą w tym zakresie jest teoria H. L. Barnes'a (1967). Zakłada ona, że cynk był w formie $Zn(HS)_2$, pH takich roztworów wynosiło około 6, (zwrócić należy uwagę na zależność pH od temperatury!). Były to roztwory rzeczywiste, a nie koloidalne. Nie jest wykluczonym, że w procesie wytrącania okruszcowania roztwory te mogły niekiedy przejść w koloidalne. Dalej, można przyjąć, że roztwory rzeczywiste były roztworami przesyconymi (W. W. Szerbina, 1968). Wskazuje na to drobnoziarnistość minerałów kruszczowych, zjawiska izomorficzne, słabo zaznaczona strefowość okruszcowania i nieduże ilości minerałów żylnych. Czy roztwory z których wytrąciło się okruszcowanie w stosunku do pierwotnych pomagmowych przeszły ewolucję? Chyba tak, ale jest to znów przedmiot dalszych skomplikowanych dociekań.

WYTRĄCANIE OKRUSZCOWANIA

W wytrącaniu okruszcowania z roztworów hydrotermalnych główną rolę grały, zmiany ciśnienia, temperatury, pH i Eh. Zmiany tych warunków następowały w wyniku podchodzenia roztworów pomagmowych blisko powierzchni, zmieszania z wodami gruntowymi szczególnie w strefie aeracji, kontaktu roztworów z odpowiednimi skałami (szczególnie ze skałami węglanowymi). By roztwory mogły zbliżyć się do powierzchni, musiały zaistnieć dogodne warunki strukturalne w wyniku zjawisk tektonicznych. Autor sądzi, że główną rolę odegrały w tym rozłamy (ang. *lineaments*, ros. *razłomy*), zaburzenia dysjunktywne ogromnej skali pionowej (pęknięcia całej skorupy ziemskiej, a nawet sięgające w górny płaszcz Ziemi) i podobnej poziomej (strzaskanie ogromnych stref). Zjawiskom tym towarzyszy masa takich objawów jak uskoki czy szczeliny. Zjawiska te stworzyły dogodne warunki dla krążenia roztworów i wytrącania okruszcowania. Jaki interwał czasowy mogły objąć te zjawiska? Przedział czasowy można określić w granicach do kilku a nawet kilkunastu mln lat. Mogą dlatego też zaistnieć zjawiska strukturalne tej samej fazy tektonicznej przed-, między- czy pozłożowe. Zależności okruszcowania od zjawisk tektonicznych czy strukturalnych nie da się prosto wyrazić, można bowiem obserwować zależności regionalne lub lokalne.

Oczywiście, że problem ten wymaga również dalszych studiów, podobnie jak i poprzednio wysunięte.

POZYCJA ŚLĄSKO-KRAKOWSKICH ZŁÓŻ Zn-Pb

Autor uważa, że omawiane złoża związane są z zasadowo-alkalicznym magmatyzmem neogeńskim ze strefy stabilnej oraz dużymi rozłamami skorupy ziemskiej o generalnym przebiegu zbliżonym do WNW. Podkreślić należy prawidłowość lokalizacji identycznych regionów złożowych: śląsko-krakowskiego i Nadrenii (fig. 1). Obydwa leżą w strefie stabilnej na końcach tego samego pasa magmatyzmu zasadowo-alkalicznego o przebiegu prawie równoleżnikowym (kierunek zbliżony do WNW!) wieku neogeńskiego. Pas tego magmatyzmu leży w miejscu dużego rozłamu skorupy ziemskiej i kończy się na przecięciu z prostopadłymi doń innymi dużymi zaburzeniami tektonicznymi.

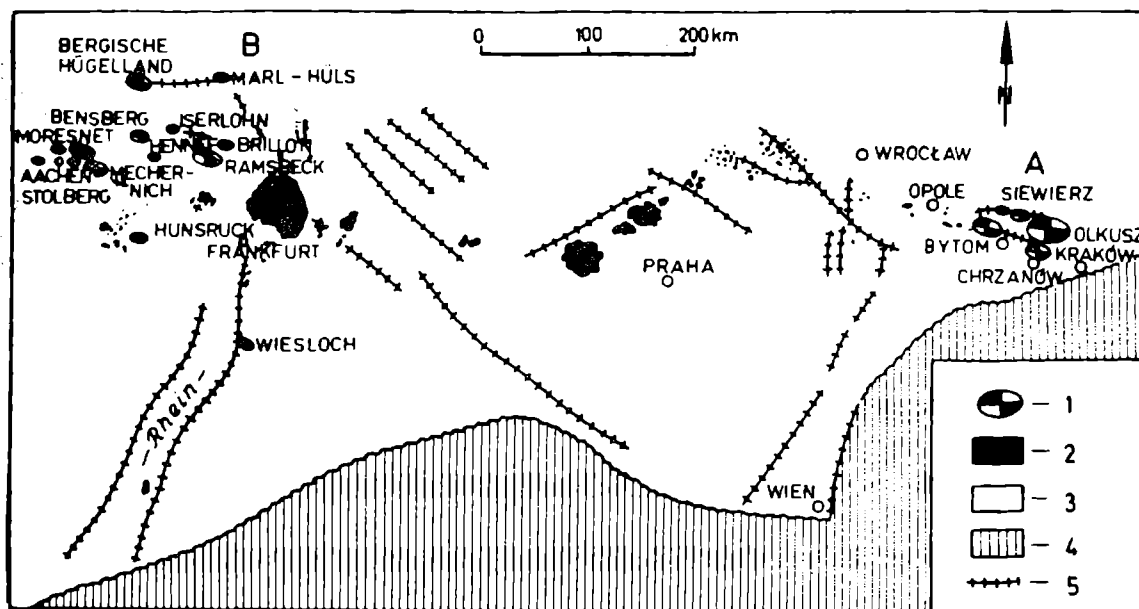


Fig. 1. Pozycja złóż śląsko-krakowskich i Nadrenii. A — złoża śląsko-krakowskie; B — złoża Nadrenii; 1 — złoża cynkowo-ołowiowe typu S-C (Silesian-Cracovian); 2 — neogeńskie skały magmowe zasadowo-alkaliczne; 3 — strefa stabilna (platforma) w cyklu alpejskim; 4 — strefa mobilna (geosynklina) w cyklu alpejskim; 5 — duże zaburzenia geotektoniczne (głównie dyslokacje), przeważnie trzeciorzędowe

Fig. 1. Position of the Silesian-Cracovian and Rhine area deposits. A — Silesian-Cracovian deposits; B — Rhine-area deposits; 1 — Lead-zinc deposits of the Silesian-Cracovian type; 2 — Neogene alkaline basic magmatic rocks; 3 — stable zone (platform) in the Alpine cycle; 4 — mobile zone (geosyncline) in the Alpine cycle; 5 — large geotectonical disturbances (mainly dislocations); generally Tertiary in age

Rozpatrując złoża cynkowo-ołowiowe typu S-C w Europie powstałe w końcu cyklu alpejskiego, można stwierdzić, że złoża te leżą w pobliżu przejawów magmowych: dla strefy stabilnej w pobliżu magmowych przejawów zasadowo-alkalicznych, a dla strefy mobilnej również w pobliżu przejawów magmowych. Autor uważa, że ustalając pozycję metalogeniczną złóż cynkowo-ołowiowych typu S-C należy wyróżnić wśród nich dwie grupy: 1) związaną ze strefą mobilną (geosynklinalną). Złoża takie pojawiają się przy końcu cyklu geotektonicznego w skałach węglanowych, mają raczej małe znaczenie gospodarcze, 2) związane są ze strefą stabilną (platformą). Złoża takie pojawiają się na początku lub końcu cyklu geotektonicznego, również w skałach węglanowych i mają duże znaczenie gospodarcze. Przykłady takich złóż dla Europy pokazano na fig. 2.

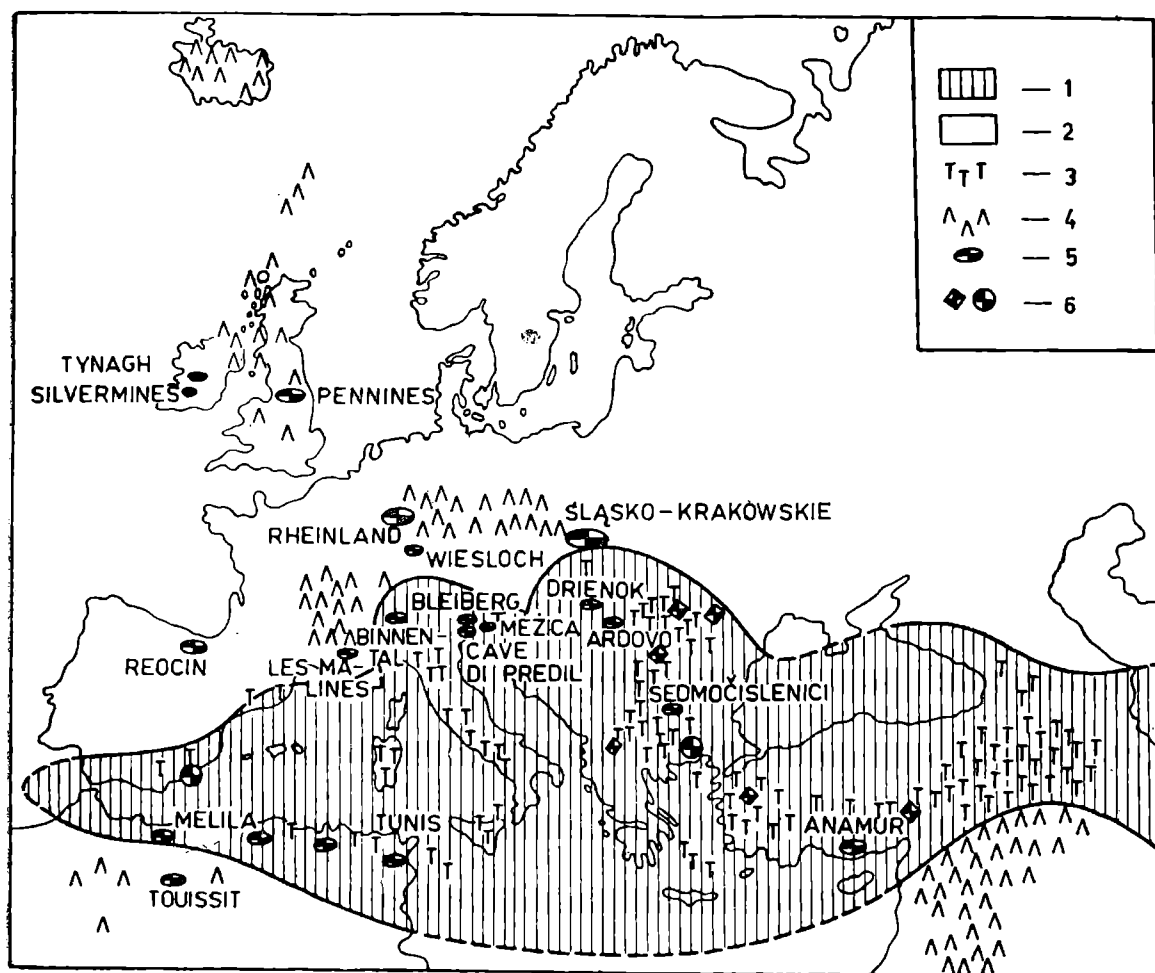


Fig. 2. Sytuacja metalogeniczna złóż Zn-Pb (szczególnie typu S-C) powstałych w końcu cyklu alpejskiego w Europie. 1 — strefa mobilna (geosynklina); 2 — strefa stabilna (platforma); 3 — magmatyzm stadium końcowego strefy mobilnej; 4 — równoległy magmatyzm strefy stabilnej; 5 — złoża Zn-Pb typu S-C; 6 — inne złoża Zn-Pb
 Fig. 2. Metallogenic situation of the lead-zinc deposits (particularly of the Silesian-Cracovian type) formed during the final stage of the Alpine cycle in Europe. 1 — mobile zone (geosyncline); 2 — stable zone (platform); 3 — magmatism of the final stage in the mobile zone; 4 — simultaneous magmatism of the stable zone; 5 — zinc-lead deposits of the Silesian-Cracovian type; 6 — another Zn-Pb deposits

ZAKOŃCZENIE

Powstanie śląsko-krakowskich złóż cynkowo-olowiowych autor wyobraża sobie następująco: Ascenzyjne juwenilne roztwory hydrotermalne pochodzące z magmy zasadowo-alkalicznej wykorzystały w neogenie głębokie pęknięcia skorupy ziemskiej o generalnym przebiegu WNW. Początkowo nastąpiła wtórna dolomityzacja skał węglanowych i utworzenie wtórnych dolomitów kruszczośnych. (Autor uważa, że dolomity kruszczośne powstały też wtórnie z wapieni przez wymianę MgO z wód wysychającego zbiornika morskiego). W dogodnych skałach: węglanowych z dużą ilością wolnych przestrzeni (najlepiej odpowiadały tym warunkom strzaskane dolomity kruszczośne) nastąpiło wytrącanie okruszcowania w wyniku reakcji roztworów z wodami gruntowymi, skałami otaczającymi przez zmianę ciśnienia, temperatury, pH i Eh roztworów.

Przedstawione wyżej wypowiedzi należy traktować jako schematyczne ramy teorii ortohydrotermalnego pochodzenia śląsko-krakowskich złóż cynkowo-ołowiowych. Konieczne są dalsze wszechstronne badania nad pogłębieniem, poprawieniem oraz sprawdzeniem wysuniętej teorii.

WYKAZ LITERATURY

REFERENCES

- Barnes H.L. (1967), Sphalerite solubility in ore solutions of the Illinois-Wisconsin district. *Econ. Geol. Monograph* 3, Lancaster, p. 326—332.
- Ekiert F. (1959), Neue Anschauungen ueber die Bildung von triassischen Blei-Zinkerzlagerstaetten in Oberschlesien. *Z. angew. Geol.* Bd. 5, 9, p. 385—392.
- Gałkiewicz T. (1966), Geneza śląsko-krakowskich złóż cynkowo-ołowiowych. *Rudy Metale*, 11, 6, p. 285—290.
- Gałkiewicz T. (1967), Genesis of Silesian-Cracovian zinc-lead deposits. *Econ.-Geol. Monograph* 3, Lancaster, p. 156—168.
- Gałkiewicz T. (1968), Geneza złóż Zn-Pb typu S-C. *Rudy Metale*, 13, 11, p. 587—596.
- Harańczyk C. (1962), Vertical Ore-Zone in the Zone of Faulting Observed in Klucze near Olkusz (Silesian-Cracovian Zinc and Lead Deposits). Symposium Problems of Postmagmatic Ore Deposits. Praha, 1, p. 248—253.
- Harańczyk C. (1965), Złóża Zn-Pb typu śląsko-krakowskiego i ich związek komagmowy ze skałami alkalicznymi. *Rudy Metale*, 10, 3, p. 132—139, 4, p. 187—193.
- Roedder E. (1967), Environment of deposition of stratiform (Mississippi Valley type) ore deposits from studies of fluid inclusions. *Econ. Geol. Monograph* 3, Lancaster, p. 349—362.
- Sawkins F.J. (1969), The Significance of Na/K and Cl/SO₄ Ratios of Fluid Inclusions and Subsurface Waters, with Respect to the Genesis of Mississippi Valley-type Ore Deposits. *Econ. Geol.* 63, 8, p. 935—942.
- Śliwiński S. (1964), Przejawy mineralizacji kruszcowej w utworach dewońskich i triasowych obszaru siewierskiego. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 34, 1/2, p. 151—181.
- Ščerbin V.V. (1968), Vlijanie stepeni peresiščeniya sulfidnych rastvorov na charakter endogenogo rudoobrazovaniya. *Mežd. Geol. Kongress XXIII. Ses. Dokl. sov. geol. Probl.* 7, Moskwa, p. 63—67.

SUMMARY

The author presents a scheme of origin of the Silesian-Cracovian zinc-lead deposits. In his opinion, juvenile hydrothermal solutions originated from alkali basic magmas penetrated upwards through Neogene deep faults, oriented WNW. The hydrothermal action resulted in dolomitization of carbonate rocks. Under favourable conditions precipitation of ore minerals occurred as a product of reaction of these solutions with meteoric waters and wall rocks.

translated by W. Narębski