

NAJBLIŻSZE ZADANIA Z ZAKRESU BADAŃ ŻŁÓŻ OŁOWIU I CYNKU POCHODZENIA OSADOWEGO*

W ciągu ostatnich kilku lat w środowisku radzieckich geologów zaczął się tworzyć i zdobywać sobie zwolenników nowy kierunek, zmierzający do wyjaśnienia genezy wielkiej grupy złóż metali kolorowych. Podstawą tego kierunku jest twierdzenie, że liczne pokładowe lub uwarstwione złoża ołowiu, cynku i miedzi zaliczane do hydrotermalnych (przeważnie do grupy teletermalnej) w rzeczywistości są złożami osadowymi w różnym stopniu zmetamorfizowanymi.

Dążenie do znalezienia nowego wyjaśnienia genezy tych złóż narodziło się w związku z praktycznymi zadaniami stojącymi przed radziecką geologią. Dotychczasowe poglądy w wielu wypadkach nie pozwalały na naukowe uzasadnienie obserwowanych zjawisk, a w związku z tym — na właściwe pokierowanie dalszymi pracami. Bogate doświadczenia w dziedzinie badań geologiczno-poszukiwawczych nagromadzone w ciągu lat władzy radzieckiej oraz opracowanie przez litologów radzieckich nowej przodującej teorii o powstawaniu skał osadowych stworzyły podstawy do rewizji poglądów na genezę omawianej grupy złóż metali kolorowych. Teoria ta różni się w sposób zasadniczy od prób niektórych badaczy zastosowania hipotezy osadowej do wyjaśnienia genezy poszczególnych złóż tego typu.

Praktyczne znaczenie tego nowego kierunku w gospodarce narodowej ZSRR nie budzi wątpliwości. Do niedawna złoża metali kolorowych poszukiwano, rozpoznawano i oceniano, opierając się na poglądzie o ich genetycznym związku z intruzyjnym działaniem. Z tego wynikało dążenie do prowadzenia poszukiwań tylko w rejonach rozprzestrzenienia skał magnetycznych, do poszukiwań kanałów rudonośnych itp. Możliwości znalezienia tych złóż na obszarach, gdzie nie ma śladów działalności intruzyjnej, z góry oceniono ujemnie, ponieważ stwierdzono brak przewodnich cech uzasadniających poszukiwania złóż typu teletermalnych w tych rejonach.

Natomiast z punktu widzenia hipotezy osadowej przez określenie paleogeograficznych warunków kształtowania się złóż rudnych i warunków ich dalszego istnienia i zmienności można odkryć i nakreślić perspektywy występowania złóż tego typu dla nowych obszarów, a także w nowy sposób pokierować pracą na terenach, gdzie już dawniej stwierdzono występowanie tych złóż. Zwłaszcza obszary płytowe, które stanowią znaczną część terytorium Związku Radzieckiego, były dotychczas pomijane przy poszukiwaniach metali kolorowych.

Opracowanie teorii o osadowym pochodzeniu rud metali kolorowych umożliwi ujawnienie perspektyw również i dla tych obszarów.

Prace nad zagadnieniem pochodzenia osadowych złóż ołowiu i cynku znalazły odbicie w artykułach M. M. Konstantinowa (10, 11), N. M. Kojpakowa (13) i J. K. Goreckiego (6) oraz w szeregu referatów M. N. Althauzena, A. D. Jerszowa, J. J. Zacharowa, M. M. Konstantinowa, P. S. Saakjana, wygłoszonych na różnych konferencjach naukowych i naradach, przy czym podstawowe założenia w nich zawarte zawsze spotykały się z dodatnią oceną i poparciem. Rada

M. M. Константинов — Ближайшие задачи в изучении месторождений свинца и цинка осадочного генезиса. Изв. Акад. Наук СССР, Серия геологическая 1954, № 2.

Techniczna Ministerstwa Geologii, rozpatrując w końcu 1951 r. to zagadnienie przy udziale przedstawicieli różnych instytucji naukowo-badawczych, podkreśliła postępowy charakter wysuwanych teorii i nakreśliła szeroki program działalności praktycznej. Problem rewizji poglądów na genezę grupy złóż teletermalnych z punktu widzenia teorii osadowej został przedyskutowany w kwietniu 1952 r. na wszechzwiązkowej naradzie nad zagadnieniem powstawania rud (16).

Wszechzwiązkowa narada nad zagadnieniem skał osadowych w 1952 r. w wyniku wypowiedzi szeregu współpracowników Wszechzwiązkowego Instytutu Surowców Mineralnych, Ministerstwa Geologii i Ministerstwa Metalurgii Kolorowej włączyła do swoich uchwał decyzję o konieczności zrewidowania poglądu na genezę złóż ołowiu, cynku i miedzi oraz nakreśliła wytyczne do opracowania teorii osadowej genezy tych rud (20).

Nowe poglądy na genezę licznych złóż ołowiu i cynku znalazły szeroki oddźwięk wśród praktyków radzieckiej geologii, którzy w wyniku swych prac już wytyczyli nowe perspektywy dla szeregu rejonów, a nawet odkryli złoża tego typu. W ten sposób do sprawy zrewidowania pojęć o genezie części złóż metali kolorowych i do opracowania teorii ich osadowo-metamorficznego pochodzenia włączyły się szerokie koła radzieckich geologów z ośrodków przemysłowych i instytucji naukowych.

Jednakże w literaturze fachowej zagadnienia te zostały naświetlone niedostatecznie. Krytyczne uwagi W. I. Smirnowa (21), J. Radkiewicza (19), dyskusje nad hipotezą osadowego pochodzenia niektórych złóż ołowiu i cynku na różnych naradach podkreśliły tylko niektóre jej słabe i sporne punkty. Dlatego uważamy za wskazane jeszcze raz omówić poszczególne zagadnienia tej teorii, aby wytyczyć najbliższe zadania przy jej opracowywaniu.

O MIGRACJI OŁOWIU W STREFIE POWIERZCHNIOWEJ

Niektórzy autorzy zaprzeczają już samej możliwości istnienia jakiegokolwiek dostroczalnej migracji ołowiu w strefie hipergenezy a także tym formom jego migracji, które jako przypuszczenie — omówiłem w swoim artykule (10).

Pragnę podkreślić, że jedynym celem, do którego zmierzałem, poruszając zagadnienia z dziedziny chemii fizycznej, zarówno w swych artykułach, jak i w sprawozdaniach, było dążenie do wykazania, że nawet w świetle bardzo skąpych danych zawartych w literaturze specjalnej, proces przemieszczenia ołowiu w powierzchniowej strefie skorupy ziemskiej, w pewnych określonych warunkach, nawet bardzo ograniczonych w porównaniu z innymi metalami, nie jest niemożliwy i takie przemieszczenie mogło czasami zachodzić w większych masach.

W celu wyjaśnienia tego zagadnienia należy się odwołać przede wszystkim do faktów, które dostarcza nam przyroda. Z tego punktu widzenia duże zainteresowanie budzą badania wód kopalnianych i powierzchniowych przepływów przeprowadzone przez radzieckich hydrogeologów. Stwierdzają oni zwiększenie koncentracji ołowiu w wodach wielu rudonośnych rejonów ZSRR. Istnieją również dane co do zawartości ołowiu w wodach naturalnych ustalone przez badaczy zagranicznych. Podamy niektóre z tych danych.

L. p.	Typy wód i rejonu	zawartość Pb w mg/l	Według danych
1.	Wody z margli poziomu kumskiego (eocen)	$6,35 \cdot 10^{-1}$	A.A. Szinka-renko
2.	Wody z piasków serii argilitowej (paleocen)	$3,86 \cdot 10^0$	"
3.	Kaukaskie wody mineralne (źródło Narodnyj)	$4,42 \cdot 10^{-1}$	"
4.	Kopalniane wody Zyrjanowskiego złoża polimetalicznego	$4 \cdot 10^{-1} - 6 \cdot 10^{-1}$	I.P. Nowochat-ski i S.K. Kalinin
5.	Kopalniane wody złoża Ridderskiego	do $8,7 \cdot 10^0$	M.S. Kelman-ski
6.	Kopalniane wody złoża Mirgalimsajskiego	$2 \cdot 10^{-1}$	A.A. Brodski
7.	Kopalniane wody złoża Aczisajskiego	$2 \cdot 10^{-1}$	"
8.	Kopalniane wody złoża Saconskiego	$1 \cdot 10^{-1}$	"
9.	Kopalniane wody złóż miedzi w ZSRR	$1 \cdot 10^{-1}$	I.P. Nowo-chatski i S.K. Kalinin
10.	Kopalniane wody złóż polimetalicznych w ZSRR	$3 \cdot 10^{-1}$	"
11.	Wody Górskich rzek Wschodniego Kazachstanu	$1,4 \cdot 10^{-2}$	J.W. Posochow S.K. Kalinin
12.	Zimne źródła Wschodniego Kazachstanu	$7 \cdot 10^{-3}$	"
13.	Termalne źródła Kazachstanu	$2,4 \cdot 10^{-2}$	"
14.	Woda morska z Halmolfiordy	$5 \cdot 10^{-3}$	I. i W. Nod-dak
15.	Woda Oceanu Atlantyckiego	$5,2 \cdot 10^{-3}$	Bonry

W wielu wypadkach w ogóle nie wykrywa się ołowiu w wodach kopalnianych, lecz nie zawsze dane te zasługują na zaufanie, ponieważ stwierdzono duże pochłanianie ołowiu przez szkło naczyń, a więc dłuższe przechowywanie próbek może spowodować znaczne błędy.

W pracy F. A. Basztana i innych (4) omawiającej badanie wód ściekowych w celu wyjaśnienia dopuszczalnych koncentracji $PbCl_2$ i $PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$, przytoczone są dane świadczące o obecności widocznych ilości ołowiu w wodach rzeki Filipówki na znacznych odległościach. W pobliżu miejsca wprowadzania do tej rzeki ściekowych wód Ridderskiego Kombi-natu zawartość ołowiu w jej wodach wynosi $2-5 \text{ mg/l}$, a w odległości 40 km, przy znacznym rozcieńczeniu — do $0,3 \text{ mg/l}$.

W 1952 r. M. N. Jakowlewa (WIMS) wykonała szczegółowe badania wód w rejonie pewnego złoża siarczków zawierających ołów i cynk, w celu wyjaśnienia warunków migracji szeregu metali, w tej liczbie ołowiu. Na podstawie otrzymanych wyników ustaliła dostrzegalne wyniesienie ołowiu przez wody podziemne i powierzchniowe. Wody z otworu wiertniczego na działce właściwego złoża wykazały zawartość Pb 75 mg/l przy pH 3,35. W dalszym ciągu

w szeregu otworów obecność ołowiu stwierdzono konsekwentnie na przestrzeni 3 km aż do najbliższej rzeczki, ze zmniejszeniem zawartości ołowiu do $0,4 \text{ mg/l}$ w wodach o pH = 7,48. W wodach rzeczki w okresie średniego stanu wody zawartość ołowiu wynosiła $3,5 \text{ mg/l}$ (przy pH 7,3). W ten sposób fakt migracji ołowiu z wodą podziemną i powierzchniową został tu ustalony zupełnie zdecydowanie.

Jeżeli zajmiemy się zagadnieniem migracji ołowiu w przeszłości geologicznej, to przy wyjaśnianiu tego zjawiska zasadnicze znaczenie mają dane o znaleziskach bezspornie egzogenicznych siarczków ołowiu i cynku w węglach kamiennych, sferysyderytach itp.

Przeze mnie i moich współpracowników zostały w ostatnich czasach zbadane egzogeniczne wytwory galenitu i sfalerytu w węglach Zagłębia Podmoskiewskiego, w fosforytach rejonu podolskiego, w wapieniach Góry Bolszoje Bogdo. Otrzymaliśmy również dane z szeregu innych rejonów. Stwierdzona została obecność galeny i sfalerytu w węglach kamiennych i koncentracjach pirytowych rejonu borowickiego bardziej na północ od ujścia rzeki Krupy, skąd pochodziły okazy opisane w 1915 r. przez A. J. Fersmana. Sfaleryt został stwierdzony w węglach rejonu tulskiego oraz dorogobuskiego, gdzie jednocześnie wykryto zwiększone zawartości ołowiu.

Biorąc również pod uwagę znacznie wcześniejsze znaleziska A. G. Jułowskiego możemy już teraz mówić o szerokiej przestrzeni występowania — choć w niewielkich dawkach — ołowiu i cynku w węglach Niecki Podmoskiewskiej. Stwierdzono występowanie na dużej przestrzeni w podolskich fosforytach siarczków ołowiu i cynku, jak również galeny w wapieniach serii bogdzińskiej. Z ostatniej pracy M. M. Odincowa (15) o płaskowcach miedzionośnych amfiteatru irkuckiego dowiadujemy się, że ubogie występowanie galenitu można tu prześledzić na przestrzeni wielu setek kilometrów w wapieniach serii ust'kuckiej.

Jakie wnioski nasuwają się więc po obiektywnym rozpatrzeniu tych przykładów? Przede wszystkim uderza bardzo duże pod względem obszaru rozprzestrzenienie siarczków ołowiu i cynku w tych rejonach. Następnie należy podkreślić również wielkie masy metali uczestniczące w procesie, pomijając nieprzemysłową ich zawartość. Przykłady te świadczą, że w przeszłości istniały warunki, w których rozpuszczanie, transport i osadzanie się ołowiu odbywało się na wielką skalę, obejmując znaczne obszary.

W świetle wyżej przytoczonych danych nie można mieć wątpliwości co do istnienia migracji wystarczająco uchwytnej ilości ołowiu w strefie powierzchniowej, w pewnych sprzyjających warunkach — jest to przecież fakt oczywisty.

Zagadnienie form, jakie przyjmowała ta migracja, powinno być rozwijane przez specjalne badania. Istniejące dane pozwolą jedynie przewidzieć możliwe warianty rozwiązania tego zagadnienia, a tym samym — ustalić ważniejsze zadania, które powinny być rozwiązane w pierwszej kolejności.

W rozważaniach nad możliwymi formami transportu ołowiu w strefie powierzchniowej opieramy się na pracach S. S. Smirnowa (22), B. W. Gromowa i innych badaczy.

Badając zachowanie się ołowiu w strefie oksydacji złóż siarczkowych, S. S. Smirnow podkreśla jego słabą zdolność migracji i mówi, że: „tylko w rzadkich przypadkach udaje się stwierdzić pewne zubożenie w ów poszczególnych odcinków strefy oksydacji, zwłaszcza warstwy przypowierzchniowej”. Ale dalej omawiając formę kwasno-węglanową (dwuwęglanową), S. S. Smirnow pisze: „W ten sposób w strefie oksydacji, która osiągnęła końcowe stadium rozwoju, w zupełności może zachodzić znaczne wyniesienie ołowiu”. A jeszcze dalej: „I konsekwentnie, jeżeli $Fe_2(SO_4)_3$, który działając na cerusyt powoduje powstanie jarozytu ołowiu, występuje w dużej ilości, a wody mają dostateczną kwasotę, mogą wytworzyć się warunki sprzyjające znacznej migracji ołowiu w początkowych i środkowych stadiach rozwoju strefy oksydacji”. „Na przykład w Górnym Zabajkału przy dużej zazwyczaj

zawartości arsenu w rudach, autor niejednokrotnie miał możność obserwować wypadki niewątpliwego transportu ołowiu w postaci złożonych arsenianów".

Z rozważań nad transportem ołowiu w postaci chlorku S. S. Smirnow wysuwa wniosek: „Zazwyczaj, przy krańcowo małej zawartości chlorków w wodach strefy oksydacji nie przejawiają one widocznego działania, ale na przykład w strefach o zwiększonej zawartości chlorków w wodach (w osadach solonośnych, w rejonach bezodpływowych itp.) można się spodziewać znacznego transportu ołowiu w strefie oksydacji“.

S. S. Smirnow zaznacza, że zjawisko migracji znacznych mas ołowiu w strefie oksydacji występuje rzadko. Należy podkreślić, że S. S. Smirnow mówi o procesach przebiegających współcześnie w istniejących strefach oksydacji, my natomiast omawiamy poszczególne etapy rozwoju skorupy ziemskiej w przeszłości, gdy mogły istnieć warunki, w których te obecnie rzadkie zjawiska odbywały się na szeroką skalę. Z punktu widzenia zasadniczych źródeł interesują nas także nie tylko strefy oksydacji poszczególnych złóż, co rozproszona metalonośność wielkich mas skalnych kontynentu, które — pod działaniem czynników wietrzenia uległy głębokim fizycznym i chemicznym przemianom.

Dlatego wykorzystanie danych S. S. Smirnowa i innych autorów o współczesnych procesach migracji ołowiu w strefie hipergenezy do wyjaśniania tych procesów w przeszłości, jest zupełnie prawidłowe. Na podstawie tych danych możemy mówić o istnieniu kilku form migracji ołowiu w roztworach: chlorkowej, kwaśnowęglanowej, plumbojarozytowej i innych, odbywających się w różnych warunkach naturalnych.

Migracja w postaci chlorków może się odbywać w przyrodzie wówczas, gdy skały zawierające minerały ołowiu są przewarstwione osadami solonośnymi, co się nie rzadko daje obserwować w zapadliskach przedgórskich (Artemowska, Zapadlisko Podkarpackie, Bolszoje Bogdo i inne). Spływające wody w tym wypadku zdolne są do rozpuszczania i wynoszenia ołowiu w postaci chlorków. Możliwe jest również przy rozwijającej się transgresji bezpośrednie działanie wód ze zbiorników silnie zasolonych na skały kontynentu zawierające ołów. Jednym z argumentów przeciwko chlorkowej formie migracji jest wskazanie na obecność wolnych anionów siarkowych (SO_4^{2-}), które z łatwością łączą się z ołowiem i przekształcają siarczki w trudno rozpuszczalną postać siarczanów.

Jednakże znane są fakty potwierdzające możliwość istnienia chlorków ołowiu i w obecności anionów siarkowych. Stwierdzono na przykład w strefach oksydacji wielu złóż siarczkowych obecność chlorków ołowiu — fosgenitu ($PbCl_2 \cdot PbCO_3$), rzadziej spotykanego kotunitu ($PbCl_2$), kumengitu ($5PbCl_2 \cdot 5Cu(OH)_2 \cdot H_2O$) i innych.

Istnieją również przekonywujące dane z dziedziny hydrometalurgii ołowiu. Dobrze znany jest proces przeróbki rud siarczanów ołowiu za pomocą roztworów soli kuchennej w niskiej temperaturze, w którego wyniku ołów przechodzi do roztworu w postaci chlorków i siarczanów. Wiadomo również, że galenit w sposób widoczny rozpuszcza się w wodzie zawierającej NaCl i jony trójwartościowego żelaza, co jest wykorzystywane przy racjonalnej analizie rud w hydrometalurgii.

Czym więc się tłumaczy w roztworach to wspólne występowanie chlorków ołowiu i jonów SO_4^{2-} ? Działa tu dużo czynników.

Wpływ anionu siarkowego (SO_4^{2-}) na rozpuszczalność chlorków ołowiu był zbadany przez wielu chemików radzieckich — B. W. Gromowa (7, 8), M. N. Sobolewa i innych. Ustalili oni, że na podstawie warunków równowagi układu $PbSO_4 + 2NaCl \rightleftharpoons PbCl_2 + Na_2SO_4$ istnieje pewna wielkość krytyczna koncentracji SO_4^{2-} , powyżej której zaczyna się spadek rozpuszczalności chlorku ołowiu. Przed osiągnięciem tej wielkości ilość chlorku ołowiu utrzymującego się w roztworze zmienia się nieznacznie. Badania doświadczalne wykazały,

że w roztworze o zawartości 7,3% NaCl przy 0,11% SO_4^{2-} utrzymuje się 0,19% $PbCl_2$. W roztworze zawierającym 23,2% NaCl przy 2,30% SO_4^{2-} może się znajdować 2,33% $PbCl_2$.

Należy pamiętać, że zwiększenie trwałości chlorków ołowiu w roztworach sprzyja tworzeniu się kompleksów. Ołów łatwo tworzy chloro-kompleksy zwłaszcza z K i $NH_4(12)$.

Wreszcie, niewątpliwie istnieje możliwość wspólnego występowania w wodach wraz z ołowiem i innych metali, które mają jeszcze większą niż ołów zdolność do łączenia się z jonami SO_4^{2-} , jak na przykład stront i bar. Metale te mogą wytrącać aniony siarkowe (SO_4^{2-}) w postaci nierozpuszczalnych związków lub wiązać aniony w rozpuszczalne, dostatecznie trwałe kompleksy, na przykład kompleksy z Fe^{+++} i tym samym chronić chlorki ołowiu przed działaniem jonów SO_4^{2-} . W ten sposób tylko na pierwszy rzut oka, przy uproszczeniu zagadnienia obecność anionów siarkowych (SO_4^{2-}) wyklucza możliwość jednoczesnego występowania w roztworach również związków chlorku ołowiu. Fakty zaczerpnięte z przyrody oraz dane chemiczne świadczą o możliwości występowania tego zjawiska, zwłaszcza w anormalnie zasolonych zbiornikach, które często posiadają warunki sprzyjające tworzeniu się złóż ołowiu.

Forma jarozytu ołowiowego jest jak najbardziej prawdopodobna w złóżach pirytowych występujących w skałach o małej aktywności chemicznej. Możliwość występowania tej formy jest ograniczona ze względu na jej małą trwałość w słabo kwaśnych i obojętnych roztworach, o czym mówiliśmy już uprzednio (10). Jednak całkowite wykluczenie możliwości istnienia tej postaci transportu ołowiu byłoby szkodliwe i uzasadnione tylko w wypadku, gdyby roztwory o niskim pH były zjawiskiem rzadkim w warunkach naturalnych. Tak jednak nie jest.

Badania wód kopalnianych prowadzone przez geologów radzieckich wykazały znaczne rozprzestrzenienie obok zasadowych i obojętnych również i wód kwaśnych. Według danych I. P. Nowochałskiego i S. K. Kalinina (14) w takich polimetalicznych złóżach, jak Zyrjanowskoje, Bielousowskoje, Bierzowskoje, Adramanskoje pH wody kopalnianej wynosi 5,8 — 4,6. W niektórych złóżach miedzi obserwuje się obniżenie pH wód kopalnianych do 2,9. N. I. Chitarow i J. P. Muliowska (26) podają dla wód kopalnianych ze złóż siarczków miedzi pH mniejsze od jedności (0,7 — 0,9). Transport ołowiu w postaci jarozytu ołowiowego na duże odległości może się odbywać tylko w warunkach małej aktywności chemicznej skał otaczających.

Natomiast przy neutralizującym działaniu skał przyległych i szybkim podnoszeniu się pH roztworu ołów może się wytrącać w postaci osadu. Jednak pod wpływem dłuższego działania roztworu na ścianki kanałów w czasie długotrwałego krążenia wód neutralizujące działanie skał przyległych zmniejsza się i możliwości migracji na większe odległości wzrastają.

Podkreślając w dalszym ciągu organiczny charakter migracji ołowiu w postaci jarozytu ołowiowego, nie widzimy jednak podstaw do jej całkowitego wykluczenia.

Migracja ołowiu w postaci dwuwęglanów (kwaśnych węglanów) może się prawdopodobnie odbywać w różnorodnych warunkach, a zwłaszcza w warunkach okruszczenia skał węglanowych.

Stosunkowo łatwo rozpuszczalny kwaśny węglan ołowiu powstaje w obecności wolnego kwasu węglowego CO_2 przez rozpuszczanie cerusytu. Postać ta zasługuje na większą uwagę, ponieważ w warunkach naturalnych jest ona dostatecznie trwałą. Może ona występować przy szerokiej rozpiętości pH roztworów. Rozporządzamy danymi, które świadczą o tym, że kwaśny węglan ołowiu w obecności wolnego dwutlenku węgla CO_2 może się utrzymać w roztworze nawet w obecności siarkowodoru.

Istnieją dane wskazujące, że oprócz tych bardziej znanych form transportu ołowiu występują również

i inne. W ostatnich czasach na podstawie badań doświadczalnych ustalono możliwość transportu ołowiu w postaci dwusiarczku ołowiu ($Pb(HS)_2$) w siarkowodorowych roztworach o pH poniżej 7 (27). Możliwy jest również transport ołowiu w organicznych związkach kompleksowych. To ostatnie znajduje potwierdzenie w występowaniu dużych koncentracji ołowiu 2—3,5% w popiele niektórych roślin (S. I. Siniakowa, patrz 24). Wiadomo również, że w obecności szeregu zasadowych soli kwasów organicznych (oprócz szczawowych) liczne trudno rozpuszczalne sole ołowiu i kwasów organicznych przechodzą w łatwo rozpuszczalne związki kompleksowe.

Formy transportu ołowiu w roztworach są więc dostatecznie różnorodne i ich rola może być różna w zależności od konkretnych warunków naturalnych.

Istnieje jeden ogólny argument przeciwko istotnej roli tych form transportu w procesach koncentracji ołowiu w osadach — to właściwości toksyczne związków ołowiu, które powinny byłyby doprowadzić do zagłady fauny w zbiornikach, gdzie odbywa się jego koncentracja.

Prawdopodobnie argumenty te są nieco przesadzone. Badania F. A. Baszian i innych (4) wyjaśniły, że ołów ma własności toksyczne w następujących stężeniach (mg/l):

ryby	—	15 — 150
skorupiaki	—	0,5
ślimaki	—	1,2
motyle	—	165
wodorosty	—	1 — 2

Bakterie w obecności ołowiu nie ginęły: stwierdzono tylko osłabienie ich czynności — jaskrawe przy stężeniu ołowiu ponad 10 mg/l i słabe przy 0,5 mg/l.

Omawiając zagadnienia form migracji ołowiu należy zwrócić szczególną uwagę również i na inne rodzaje jego transportu, na co wskazywaliśmy już wcześniej (10). Prawdopodobnie transport ołowiu może się odbywać nie tylko w roztworach chemicznych, ale i w postaci zawiesiny cząstek mineralnych i koloidów. N. G. Brodska (5), która badała procesy tworzenia się osadów w Morzu Aralskim, doszła do wniosku, że pierwiastki występujące w małej ilości, w tej liczbie i ołów, dostają się do zbiorników głównie w postaci zawiesin.

Pochodzenie i rodzaj tych zawiesin mogą być różnorodne: mogą się one tworzyć w potokach płynących

w postaci najdelikatniejszych koloidalnych wytrącen rozcieńczonych roztworów zawierających ołów; mogą powstawać podczas kruszenia się minerałów zawierających ołów pod wpływem działalności erozyjnej; w końcu mogą one występować w postaci zawiesiny różnych materii koloidalnych zawartych w mętach potoków powierzchniowych adsorbujących ołów z roztworów.

To ostatnie znajduje potwierdzenie w pracach I. N. Antipowa—Karatajewa i innych (1), którzy ustalili, że w szeregu dwuwartościowych metali ołów pod względem sorpcji na łałach i materiałach humusowych zajmuje pierwsze miejsce.

Mamy więc prawdopodobnie kilka dróg, którymi w różnych warunkach odbywa się proces transportu znacznych mas ołowiu. Niewyjaśnione pozostaje zagadnienie ilościowego udziału w tym procesie poszczególnych form migracji ołowiu.

Także są w skrócie istniejące we współczesnej chemii i chemii fizycznej dane dotyczące migracyjnej zdolności ołowiu w strefie hipergenez. Oczywiście nie dają nam one całkowitej wiedzy o istocie odbywających się w warunkach naturalnych procesów przemieszczania się ołowiu. Wyjaśniają jednak zupełnie jednoznacznie zagadnienie istnienia takich przemieszczeń i pozwalają z całą pewnością stwierdzić, że ołów chociaż wykazuje wyraźnie obniżoną w porównaniu z innymi metalami zdolność migracji, może być w określonych warunkach przenoszony w znacznych masach.

Należy zadać pytanie, czy słuszne jest przesuwanie punktu ciężkości dyskusji w dziedzinę chemii fizycznej i wyjaśnianie istnienia lub braku osadowych złóż ołowiu z tego punktu widzenia czego próbują dokonać poszczególni specjaliści.

Takie podejście wydaje się nam niestosowne. Wiadomo przecież, że dla niektórych rud, na przykład boksytów, których osadowe pochodzenie zostało udowodnione przynajmniej 20 lat temu, formy migracji głino dotychczas nie zostały ostatecznie ustalone. Również i w wypadku złóż hydrotermalnych, znanych i badanych od przeszło 100 lat, ciągle jeszcze toczą się dyskusje na temat form transportu i liczni specjaliści zajęci są wyjaśnianiem tego zagadnienia, a jednak wcale nie wątpią w samo istnienie złóż hydrotermalnych.

(Doiakończenie nastąpi)