

И. Ю. ЛУБЧЕНКО

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА В ОСАДКАХ ПО ПРОФИЛЮ ЧЕРЕЗ СЕВЕРО-ЗАПАДНУЮ КОТЛОВИНУ ТИХОГО ОКЕАНА

(Представлено академиком Н. М. Страховым 5 X 1972)

Данных по геохимии Pb в океанах очень немного, хотя сам факт его накопления в пелагических илах и особенно в Fe—Mn-конкрециях хорошо известен (⁴).

Все немногочисленные опубликованные в литературе исследования, касающиеся распределения Pb в тихоокеанских осадках (⁷) относятся в основном к пелагическим красным глинам.

Целью данной работы было изучение особенностей распределения Pb в осадках разных литолого-фациальных зон по профилю от берегов Японии к центру Северо-Западной котловины Тихого океана.

Всего было проанализировано 365 проб. Все определения были выполнены методом количественного спектрального анализа (⁹).

На профиле в направлении от берега к центру котловины выделяются четыре типа осадков (²): I — вулcano-терригенные осадки приматериковой зоны; II — гемипелагические кремнисто-глинистые илы; III — глубоководные пелагические глины переходного типа с прослоями кислых вулканических стекол; IV — глубоководные пелагические (красные) глины.

Характер распределения Pb и накопление его в различных типах осадков иллюстрирует геохимический профиль, построенный в изолиниях по методу Н. М. Страхова (⁶) — рис. 1. Содержания Pb в осадках профиля колеблются в довольно значительных пределах: в поверхностном слое 10—33, в толще осадков $2-46 \cdot 10^{-4}$ %. Самые низкие содержания наблюдаются в грубых, плохо сортированных прибрежных вулcano-терригенных осадках: 2—18, в среднем $9 \cdot 10^{-4}$ %. В более тонких кремнисто-глинистых илах содержания Pb несколько возрастает: 9—26, в среднем $16 \cdot 10^{-4}$ %. В глубоководных глинах переходного типа концентрация Pb еще больше: 14—28, в среднем $21 \cdot 10^{-4}$ %. И, наконец, в наиболее удаленных от берега хорошо сортированных однородных красных глинах отмечаются максимальные концентрации Pb: 21—46, в среднем $29 \cdot 10^{-4}$ %.

Такое распределение элемента по профилю контролируется формой его поступления в бассейн и закономерно вытекает из приуроченности Pb к самым тонким, коллоидным и субколлоидным фракциям осадка (³⁻⁵). Наши данные (табл. 1) показывают, что максимальные содержания элемента всегда наблюдаются в тонкопелитовой фракции осадка ($28-49 \cdot 10^{-4}$ %). Поэтому накопление Pb в глубоководных илах находится в прямой зависимости от содержания в осадке тонкопелитовой фракции. Этот факт становится более очевидным, если сравнить содержания Pb в размерных фракциях (% к валовому количеству элемента в осадке) с учетом выхода самих фракций. Из табл. 1 видно, что основная масса Pb во всех зонах сосредоточена в тонкопелитовой фракции, но в зависимости от типа осадка доля Pb, приходящаяся на фр. < 0,001 мм, меняется. Если в вулcano-терригенных отложениях с большим содержанием грубообломочного материала на долю тонкопелитовой фракции приходится около 50% общего количества Pb в осадке, то в однородных тончайших красных глинах эта доля составляет иногда 80%. Рост содержаний Pb от прибрежных осадков к пелагическим

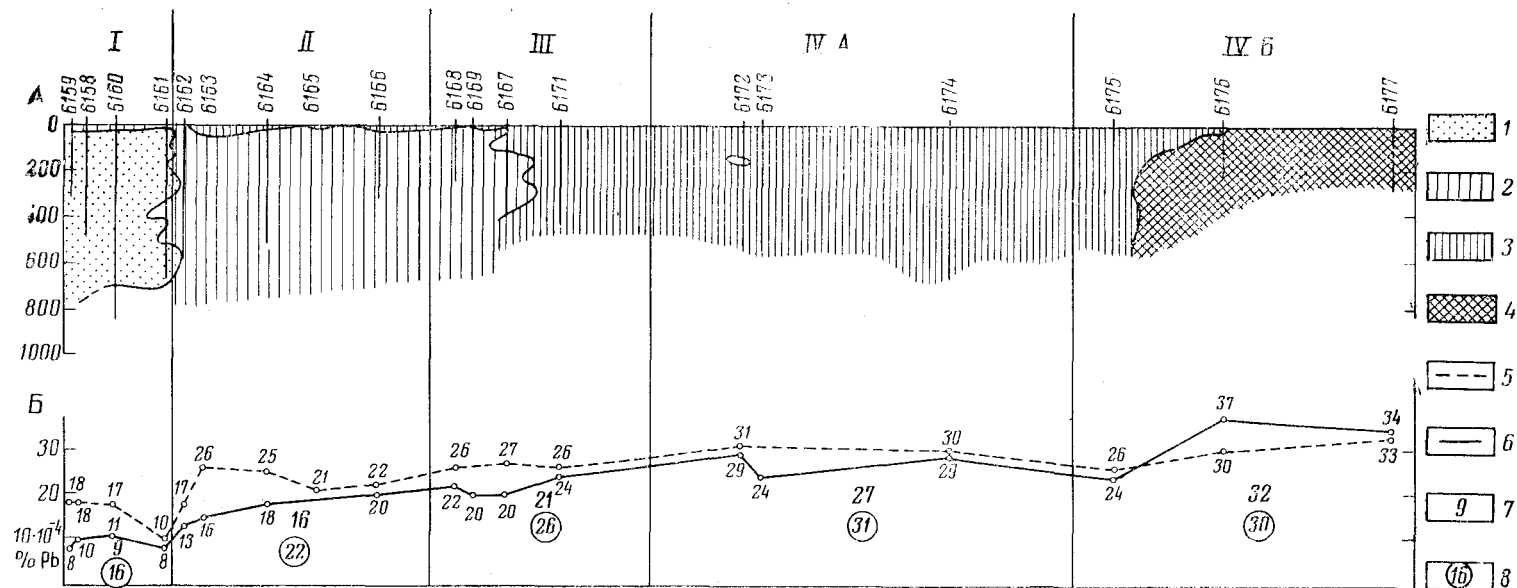


Рис. 1. Геохимический профиль распределения Pb в тихоокеанских осадках (А) и распределение его по профилю через Северо-Западную котловину (Б) ($10^{-4}\%$). I — прибрежные вулканотерригенные осадки; II — гемипелагические кремнисто-глинистые илы; III — глубоководные пелагические глины переходного типа; IVa — глубоководные пелагические глины с пепловыми частицами; IVб — глубоководные пелагические глины с цеолитами. 1 — <10 , 2 — $10-20$, 3 — $20-30$, 4 — >30 , 5 — в поверхностном слое осадков, 6 — в толще осадков (среднее по станциям), 7 — в поверхностном слое осадков разных литолого-фациальных зон (среднее), 8 — в толще осадков разных литолого-фациальных зон (среднее)

Таблица 1

Содержание Pb в размерных фракциях (мм) тихоокеанских осадков

Литолого-фациальная зона	№ ст.	Горизонт, см	Содержание Pb, 10 ⁻⁴ %				Содержание Pb, % к валовому			
			1,0—0,1	0,1—0,01	0,01—0,001	0,001	1,0—0,1	0,1—0,01	0,01—0,001	0,001
I	6159	0—5	6	13	12	38	29,9	9,4	8,8	51,9
	6158	238—250		17	15	28		32,0	21,8	48,2
	6160	0—5	4	20	18	41	11,6	35,9	11,0	41,5
II	6163	1—5		13	6	28		13,8	8,2	78,0
	6165	0—5	10	12	8	34	5,2	10,7	10,4	73,7
III	6167	0—10		16	12	44		17,3	46,8	35,9
	6167	380—390	16	10	18	40	7,0	8,9	8,9	75,2
	6171	0—5		16	14	42		8,0	13,7	78,3
IV	6174	0—5		19	24	38		2,2	28,1	69,7
	6174	50—60		22	28	36		3,4	33,5	63,1
	6174	240—250		21	19	49		2,4	16,3	81,3

связан, таким образом, прежде всего с изменением от берега к пелагиали гранулометрического состава отложений: в направлении к центру бассейна происходит постепенное увеличение дисперсности осадков, повышение степени их сортировки, и в этом же направлении происходит обогащение осадков Pb.

Изменение содержания Pb в осадках различных зон может быть также связано с изменением от берега к пелагиали минерального состава отложений. В нашем случае прибрежные терригенные осадки, обогащенные обломками основного состава, постепенно сменяются илами с прослоями кислых вулканических стекол. А, как известно, содержания Pb в породах увеличиваются по мере уменьшения их основности (¹, ⁸). Поэтому вкрапления кислых пород могут содействовать накоплению Pb в осадках. Концентрации Pb в чистом вулканическом стекле, по нашим данным, достигают 28—30·10⁻⁴ %, а в гальках основных пород не превышают 3—4·10⁻⁴ %.

Содержание Pb в тонкопелитовой фракции, главной носительнице элемента, слегка понижаясь в гемипелагических илах, практически остается на одном уровне во всех зонах профиля — в среднем 39·10⁻⁴ %. В то же время состав фр.<0,001 мм не одинаков в прибрежной и глубоководной областях. От берега к центру возрастает роль коллоидов, меняется состав глинистых минералов от прибрежных существенно монтмориллонитовых глин к глинам с преобладанием гидрослюд. Весьма постоянное содержание Pb в тонкопелитовой фракции объясняется его активным участием в диагенетическом перераспределении элементов при образовании Fe—Mn-конкреций. Реальная концентрация Pb в тонкопелитовой фракции, а следовательно и в осадке, для пелагических глин увеличится, если учесть количества Pb в Fe—Mn-конкрециях, поскольку конкреции формируются из самого тонкого коллоидного материала.

Содержание Pb в конкрециях меняется по профилю от 63—123·10⁻⁴ % в зародышевых конкрециях до 350—365·10⁻⁴ % в конкрециях пелагических областей (табл. 2), т. е. в направлении к центру бассейна накопление

Таблица 2

Содержание Pb в конкрециях и вмещающих илах

Литолого-фациальная зона	№ ст.	Pb, 10 ⁻⁴ %		Коэфф. концент-трир.
		конкр.	ил	
II	6165	88	21	4,2
	6168	63	26	2,4
III	6167	123	26	4,7
	6172	377	32	11,7
IV	6174	350	30	11,6
	6175	350	26	14,0
	6177	365	33	11,0

Pb в конкрециях увеличивается. В этом же направлении усиливается процесс конкрециообразования. Коэффициент обогащения Pb в конкрециях по сравнению со вмещающими илами достигает в пелагических областях 14,0, в то время как коэффициент обогащения Pb самих пелагических илов относительно илов мелководных составляет лишь 3,2. Иными словами, геохимическая подвижность Pb значительно выше на диагенетической стадии, чем на стадии осадочной дифференциации вещества ⁽⁴⁾.

Весьма интенсивное концентрирование Pb в Fe—Mn-конкрециях свидетельствует о его высокой геохимической подвижности, о большой роли свободных форм Pb в осадке. Реакционноспособные формы элемента определяются количеством растворенного и коллоидного Pb. Ранее нами были получены данные о частичной миграции Pb в растворенном состоянии и об активном сорбционном поглощении его аморфными окислами Fe и Mn ⁽³⁾. Дополнительные исследования подтвердили большую реакционную и сорбционную способность Pb: от 86,7 до 90,6 % Pb в осадке извлекается разбавленной HCl; от 44 до 96 % Pb в осадке связано с аморфными окислами Fe и Mn (табл. 3).

Таблица 3

Роль свободных форм Pb в осадке

№ ст.	Содерж. Pb, 10 ⁻⁴ %		Pb, связанный с аморфн. окислами, % к общ.	№ ст.	Содерж. Pb, 10 ⁻⁴ %		Pb, растворенный, % к общ.
	общ. в осадке	после удаления аморфн. окислов			общ. в осадке	в м.н.о.	
6171	42	6	86	6174	30	4	86,7
6172	12	5	58	6175	32	3	90,6
6175	30	17	44	6177	34	4	88,8
6176	34	13	61				
6177	20	5	75				

Таким образом, особенности распределения Pb по профилю через Северо-Западную котловину Тихого океана отражают терригенный характер седиментации, связь Pb с приносом материала, с формами его миграции. Ничтожные количества растворенного элемента при больших размерах водоема и малых скоростях осадкообразования сказываются при накоплении Pb в пелагических илах. Огромные акватории бассейна создают большие возможности фракционирования осадочного материала, а характерное для Pb распределение в гранулометрическом спектре — концентрирование в самой тонкой фракции осадков — приводит к обогащению глубоководных красных глин Pb. Распределение Pb в осадках контролируется также диагенетическими процессами, интенсивно протекающими в пелагических областях океанов.

Геологический институт
Академии наук СССР
Москва

Поступило
3 VII 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Виноградов, Геохимия, № 7 (1962). ² Н. А. Лисицина, О. А. Дворецкая, Литол. и полезн. ископ., № 4 (1972). ³ И. Ю. Лубченко, И. В. Белова, там же, № 1 (1973). ⁴ Н. М. Страхов, Э. С. Залманзон и др., там же, № 3 (1967). ⁵ Н. М. Страхов и др., Литол. и полезн. ископ., № 2 (1971). ⁶ Н. М. Страхов, Литол. и полезн. ископ., № 4 (1972). ⁷ E. D. Goldberg, G. O. S. Asrhenius, Geochim. et cosmochim. acta, v. 13, № 2/3 (1958); D. S. Gronow, ibid., v. 33, № 12 (1969); S. K. El Wakul, I. P. Riley, ibid., v. 25, № 2 (1961). ⁸ K. H. Wedepohl, Geochim. et cosmochim. acta, v. 10, № 1/2 (1956). ⁹ И. Ю. Лубченко, ДАН, т. 193, № 3 (1970).