

Исследования термальных источников

УДК 551.23: 550.42

ПОВЕДЕНИЕ МЕДИ, ЦИНКА, СВИНЦА В ОСАДКАХ ИЗ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД В РАЙОНЕ КИХПИНЫЧСКОГО ДОЛГОЖИВУЩЕГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

О.Ф. Карданова

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: kof@kscnet.ru

Введение

Данная работа является продолжением исследований, выполняемых автором в районе Кихпинычского долгоживущего вулканического центра (КДВЦ). В этом районе было обнаружено большое разнообразие осадков из термальных вод: железистые, железисто-кремнистые, кремнистые, кремнисто-серные, серные, сульфидные (пиритные), глиноземистые, марганцовистые, карбонатные. Описание некоторых типов осадков в кратере вулкана Старый Кихпиныч приведено в статье автора [5]. Условия образования и типы глиноземистых осадков, ртути, радиоактивных элементов рассмотрены в работах [6-8]. Большой интерес к осадкам этого района проявляла С.И. Набоко [10].

До появления в Институте вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН рентгенофлуоресцентного спектрометра “S4 PIONEER” анализы на микрокомпоненты (в том числе Cu, Zn, Pb) выполнялись спектральным приближенно-количественным методом. Если для меди чувствительность метода была неплохая ($3 \cdot 10^{-4}$ %), то для цинка и свинца она была низкой (Pb – 50, Zn – 300). В этой работе использованы анализы, выполненные в ИВиС рентгенофлуоресцентным методом, чувствительность метода (ppm): Cu - 2.1; Zn - 1.6; Pb - 1.4. В отдельных случаях, которые оговорены особо, для характеристики поведения этих элементов использованы данные приближенно-количественного спектрального анализа для тех термальных полей (ТП) или типов осадков, для которых нет других данных.

Результаты анализов и их обсуждение

Кихпинычский долгоживущий вулканический центр расположен в Восточной вулканической зоне Камчатки [2]. Как КДВЦ он был выделен В.И. Белоусовым [1]. Расположение термальных полей, а также наличие Cu, Zn, Pb в осадках из термальных и холодных источников показано на рис. 1. В районе КДВЦ на некоторых термальных полях, таких, как Северное поле в кратере вулкана Старый Кихпиныч (СП СК), Долина Гейзеров (ДГ), Верхне-Гейзерное поле (ВГ), Южно-Кихпинычское термальное поле (ЮКТП) развиты такие формы гидротермальных проявлений, как грязевые котлы. Минеральные глины грязевых котлов имеют весьма разнообразный состав, консистенцию и цвет. На ЮКТП - это котлы с чисто белой каолиновой глиной (редко - с пленкой пирита на поверхности), зеленоватые серные, еще реже - черные пиритные; два последних – с каолинитом и аморфным кремнеземом. На СП СК (ТП 3) встречены пиритные и светлые каолиновые котлы. На ВГ палитра окраски минеральных глин котлов весьма разнообразна: светло-серые и зеленоватые, коричневатые и вишневые, черные. В составе всех котлов присутствует каолинит и кремнезем, в коричневатых и вишневых, кроме того, иллит и гидроокислы железа. Грязевые котлы в Долине Гейзеров имеют сероватую или красноватую окраску, но там отсутствуют котлы, подобные тем, что встречаются на ЮКТП.

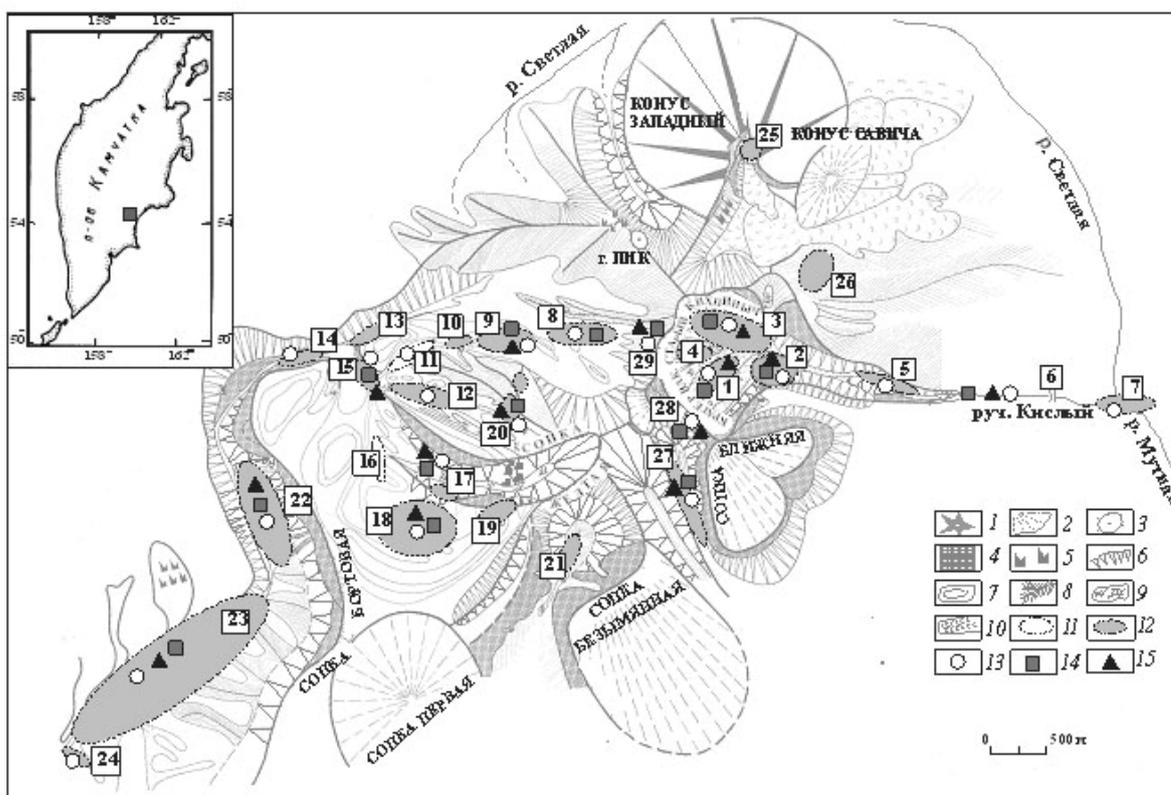


Рис. 1. Схематическая карта расположения термальных полей КДВЦ, на которой показана встречаемость Cu, Zn, Pb в хемогенных осадках из вод. *Условные обозначения:* 1- лавовые конусы; 2 – лаво-пирокластические конусы; 3 – вершины; 4 – отвесные склоны; 5 - отдельные скалы; 6 – крутые склоны; 7– горизонталы; 8 – водоразделы; 9 – снежники; 10 – лавовые потоки; 11 – границы полей с холодными источниками; 12 – термальные поля (цифра – номер поля); 13-15 – элементы, определенные в осадках (13 – медь, 14 – цинк, 15 – свинец). *Термальные поля:* 1-5 – вулкан Старый Кихпиныч (1 – Южное, 2 – Восточное, 3 – Северное, 4 – Западное, 5 - «Щеки»); 6 – русло ручья Кислого между полем «Щеки» и истоком реки Мутная; 7 – исток реки Мутная; 8 – Перевальное; 9 – Травертиновое; 10 – Теплое; 11 – Серное (холодное); 12 – Каменный Карман; 13 – ручей Прозрачный; 14 – «Колорадо»; 15 – Долина Смерти; 16 – холодные источники Новые; 17 – горячий источник Новый; 18 – ЮКТП; 19 – Вершинное; 20 – Северо-Кихпинычское; 21 - исток ручья Короткий Ключ; 22 – Верхне-Гейзерное; 23 – Долина Гейзеров; 24 – ручей Второй (в ~ 0,5 км от гейзера Первенец вниз по р. Шумная); 25 - Конус Савича; 26 – Склоновое; 27 – источники в верховье ручья Извилистый; 28 – перевал Южный (у сопки Ближняя); 29 – перевал Западный (истоки реки Гейзерная). На врезке показано расположение района исследований.

Кремнистые осадки, имеющие характерную текстуру гейзеритов, были отобраны из Si-Na вод гейзеров на ТП 23. Похожие осадки взяты из кремнистого плаща горячего источника, вытекавшего из трещины на середине стенки с водопадом, на ТП 24 (ручей Второй). Также были исследованы образцы опалитов с ТП 18. На участке Малышка (ТП 22 б, рис. 2) встречены кремнисто-железистые осадки. Марганцовистые осадки были отобраны на ТП 1, ТП 9 и ТП 22. Среди травертинов, представленных кальцитом или манганокальцитом, встречаются марганцовистые прослои (мощностью до 0.3-0.5 см), корочки и налеты. Они состоят из таких минералов, как вернадит, манганозит, полианит, криптомилан, нсутит. Подобные слойки имеются в травертине на устье источника на участке Термальное болото, нижняя площадка (ТП 22 д; рис. 2). Вблизи

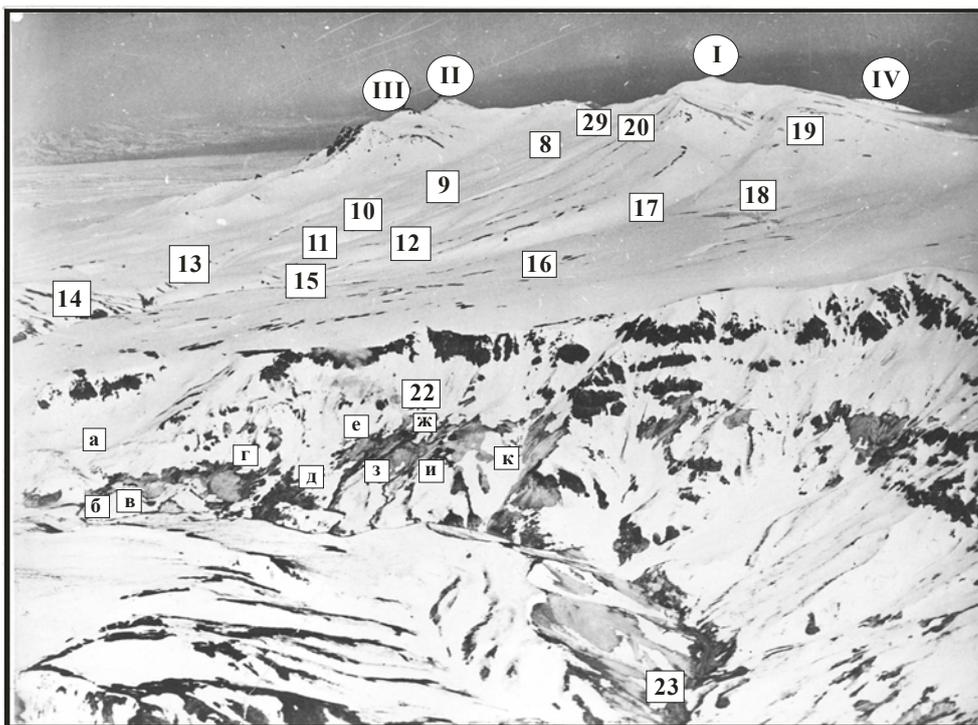


Рис. 2. КДВЦ со стороны р. Гейзерной (фото Белоусова В.И., июнь 1967 г.). I – Сопка Желтая, II – конус Савича, III – гора Пик, IV – сопка Безымянная. Нумерация термальных полей согласно рис. 1. Участки Верхне-Гейзерного поля (ТП 22): а – ручей Кровавый, б – Малышка, в – Большая фумарола, г – Лагерный, д-е – Термальное болото (д – нижнее, е – верхнее), ж – исток ручья Горячего (виден столб пара), з-и – ручей Теплый (з – северный, и – южный), к – ручей Подъемный.

этого источника, на площадке размером 2х3 м, где годом ранее было озерко, отобран черный рыхлый осадок, представленный вадами. На ТП 9 встречаются такие же тонкие слои марганцовистых осадков среди кальцита, имеющего концентрически-слоистое строение, как и на ТП 22. Марганцовисто-железистый осадок мощностью ~ 5 см был встречен в русле сухого ручья на ТП 1. Глиноземистые осадки бокситового состава (без сульфатов) образовывались на ТП 1, ТП 2, ТП 5 и в истоке реки Мутной в зоне смешения вод ручья Кислого и реки Мутной (ТП 7). Железистые осадки в районе КДВЦ осаждаются из кислых и близнеитральных вод. Первые представлены гетитом, гидрогетитом, ярозитом (часто с алунитом). Они встречаются на ТП 3 (СП СК), на ТП 22 (участок Малышка, рис. 2); из вод с $t < 20^{\circ}\text{C}$ - в районе источника Новый (ТП 17), по руслу (ТП 6) и в устье ручья Кислого (ТП 7). Железистые осадки, представленные сидерогелем, гидрогетитом, гетитом (иногда с карбонатами и фосфатами) осаждаются из близнеитральных вод. Эти осадки очень широко распространены. Они встречаются на вулкане Старый Кихпинич (ТП 1, ТП 2, ТП 5), на ТП 21 (исток ручья Короткий Ключ), на ТП 8, ТП 9, ТП 10, ТП 12, ТП 13, ТП 14, ТП 16, ТП 17 и ТП 22 (участки: ручей Кровавый; Большая фумарола, площадка нижняя; ручей Теплый; ручей Подъемный), поле 27 (ручей Извилистый) (рис. 2). Сульфидные осадки, представленные пиритом и марказитом, осаждаются на ТП 3 и ТП 22. Серно-пиритные осадки обнаружены на ЮКТП и ВГ. На шести полях были встречены серные осадки, осаждающиеся из теплых и горячих источников (ТП 3, ТП 18, ТП 22), из холодных – на поле 11, ТП 12, ТП 15). Карбонатные осадки в районе КДВЦ образуются двумя путями: 1 – на устье источников (ТП 1, ТП 2, ТП 22, ТП 24), 2 – железистые осадки (сидерогели), осаждающиеся на устье источников, на некотором расстоянии от устья переходят в карбонатные осадки, которые на ТП 9 представлены кальцитом, на ТП 2 - арагонитом. На ТП 2 встречались оба варианта, но к 1997 г. источники оказались уничтожены оползнем. На поле 27 (в ~

100 м от источников вниз по ручью), были взяты образец кальцита из карбонатной жилы и кальцитовая корочка на базальте (~ 2 см мощностью) из осыпи. В ДГ (ТП 22) по ручью Водопадному в районе источника Аверий отобраны несколько разновидностей кальцита из старой карбонатной плиты.

Таблица 1. Медь, цинк, свинец в осадках из термальных вод на полях КДВЦ (метод рентгенофлуоресцентной спектроскопии*, мкг/г)

Название термального поля, участка (площадки)	Cu		Zn		Pb		n**
	от	до	от	до	от	до	
<i>Кратер вулкана Старый Кихпинич (СК)</i>	13	240	2	354	2	43	14
Южное, ТП 1	17	240	19	354	2	16	7
Восточное, ТП 2	24	34	11	214	2	5	3
Северное, ТП 3	13	34	2	287	8	43	4
СК, западный перевал; ТП 29	23	27	18	23	28	37	3
СК, южный склон с. Ближней; ТП 27	24	28	6	17	9	10	2
СК, южный перевал; ТП 28		153		187		8	1
Ручей Кислый, ТП 6	21	42	37	221	18	31	3
Исток р. Мутной, ТП 7		27		103		14	1
Перевальное, ТП 8		35		259		1	1
Травертиновое, ТП 9	15	24	3	180	2	10	7
Долина Смерти, ТП 15		47		5		11	1
Холодный источник на границе ТП 17		31		106		9	1
Южно-Кихпиничское, ТП 18	11	102	1	63	9	44	24
Сопка Желтая, северный склон, ТП 20	13	38	3	23	12	16	3
<i>Верхне-Гейзерное поле, ТП 22</i>	11	113	2	248	1	73	45
ТП 22 а, участок Ручей Кровавый	20	27	48	248	1	10	2
ТП 22 б, участок Малышка		11		3		11	1
ТП 22 в, участок Большая фумарола	16	72	9	108	4	13	3
ТП 22 г, участок Лагерный	15	113	2	74	12	73	5
ТП 22 д, участок Термальное болото (нижняя)	12	70	6	121	7	18	14
ТП 22 е, участок Термальное болото, (верхняя)	20	49	3	32	9	12	4
ТП 22 ж, участок Ручей Горячий		23		23		12	1
ТП 22 з, участок Ручей Теплый, (северная)	25	57	63	220	12	21	11
ТП 22 и, участок Ручей Теплый (южная)	26	47	26	122	13	15	4
<i>Долина Гейзеров, ТП 23</i>	19	29	3	63	8	14	8
Гейзеры	19	22	11	63	10	11	4
Котлы	23	29	3	41	8	14	4
Ручей Второй, вниз по р. Шумная, ТП 24		23		н.о.		7	1

Примечание. * - спектрометр "S4 PIONEER", ИВиС. Аналитики: Е.В. Карташева, Н.И. Чеброва. n** - количество исследованных образцов.

Кальцит на ТП 24 встречается в 2 местах: 1 – карбонатный плащ источника в северной стенке каньона с водопадом (перекрытый позднее небольшим обвалом); 2 – обломки породы с оторочкой (до 2 см мощностью) из желтоватого кальцита в ~15-20 м выше впадения ручья Второго в реку Шумную, почти на урезе разреза восточного борта реки.

Поведение Cu, Zn, Pb изучалось на термальных полях КДВЦ и на отдельных участках ВГ (ТП 22) (табл. 1). На ТП 1 отмечены наиболее высокие максимальные

содержания меди и цинка (мкг/г): Cu до 240, Zn до 354 и высокие - для Pb (43). Примерно такое же значение для Pb (44) отмечено в образцах пород на ЮКТП, наиболее высокое (73) - на участке Лагерном (ТП 22 г). На большинстве термальных полей отмечалось высокое (>100 мкг/г) и максимальное содержание Zn в осадках.

Таблица 2. Средние содержания Cu, Zn, Pb в осадках из вод на полях КДВЦ (метод рентгенофлуоресцентной спектроскопии*, мкг/г)

Название термального поля (участка)	Среднее содержание			n**
	Cu	Zn	Pb	
<i>Кратер вулкана Старый Кихпинич (СК), ТП 1-3</i>	57,9	130	12	14
Южное, ТП 1	92,1	123,1	10	7
Восточное, ТП 2	28,3	130,3	3,5	3
Северное, ТП 3	20	141,8	19,8	4
СК, западный перевал; П 29	25	20,5	32,5	3
СК, южный склон с. Ближней; П 27	26	11,5	9,5	2
СК, южный перевал, П 28	153	187	8	1
Ручей Кислый, ТП 6	34,3	154,7	23	3
Исток р. Мутной, ТП 7	47	5	11	1
Перевальное, ТП 8	35	259	1	1
Травертиновое, ТП 9	19,1	68,3	7,1	7
Долина Смерти, ТП 15	47	5	11	1
Холодный источник на границе ТП 17	31	106	9	1
Южно-Кихпиничское, ТП 18	32,3	12,3	19,3	24
Сопка Желтая, северный склон, ТП 20	24	12	14,67	3
<i>Верхне-Гейзерное поле, ТП 22 (все участки)</i>	35,7	63,3	14,9	45
Ручей Кровавый, ТП 22а	23,5	148	5,5	2
Малышка, ТП 22б	11	3	11	1
Большая фумарола, ТП 22в	42,3	49,3	9,3	3
Лагерный, ТП 22г	53,6	25,6	39,8	5
Термальное болото, (нижняя), ТП 22д	32,6	47,9	10,8	14
Термальное болото, (верхняя), ТП 22е	35,8	16,2	10,2	4
Ручей Горячий, ТП 22ж	23	23	12	1
Ручей Теплый, (северная), ТП 22з	36,3	115,4	14,5	11
Ручей Теплый, (южная), ТП 22и	32,8	61,8	14	4
<i>Долина Гейзеров, ТП 23, (гейзеры и котлы)</i>	23,1	30,2	11	8
Ручей Второй, вниз по р. Шумная, ТП 24	23	н.о.	7	1

Примечание. * - спектрометр "S4 PIONEER", ИВиС. Аналитики: Е.В. Карташева, Н.И. Чеброва. n** - количество исследованных образцов.

Средние содержания этих элементов на полях и участках исследуемого района даны в табл. 2. Содержание меди на ТП 7, 15, 18, 20 и поле 27 выше, чем Zn и Pb (рис. 3). Только на поле 29 среднее содержание Pb выше, чем Cu и Zn. На всех остальных ТП среднее содержание Zn существенно выше, чем двух других элементов. Высокие содержания Cu и Zn отмечены в образце глины с поля 28. Наиболее высокое содержание цинка в осадке ТП 8. Среднее содержание Pb в образцах с поля 29 и участка Лагерный (ТП 22 г) - более 30 мкг/г (табл. 2), на ТП 3 и ТП 18 его содержание также достаточно высокое (19-20 мкг/г). Отметим, что на этих же полях отмечается высокое содержание ртути и РАЭ [10, 11]. Пределы содержаний Cu, Zn и Pb (мкг/г) в различных типах осадков КДВЦ показаны в табл. 3.

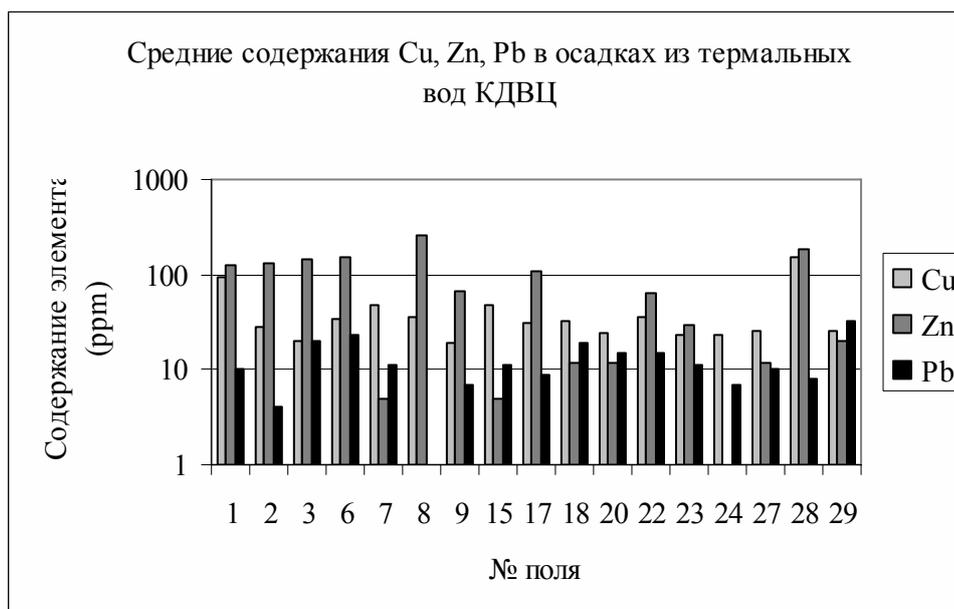


Рис. 3. Распределение средних содержаний Cu, Zn, Pb в осадках на полях КДВЦ.

Таблица 3. Интервалы содержания меди, цинка и свинца в минеральных глинах и некоторых типах хемогенных осадков на термальных полях КДВЦ

Тип осадка	Cu		Zn		Pb		n*
	от	до	от	до	от	до	
Железистые	11	47	3	354	1	14	8
Глиноземистые	34	240	19	97	7	16	3
Марганцовистые	22	40	14	110	7	13	3
Кремнистые	19	22	7	63	10	11	5
Кремнисто-железистые	12	20	3	6	10	12	2
Серные	22	67	4	32	11	70	6
Карбонатные	15	27	3	180	2	10	13
Сульфидные		27		48		10	1
Термальные глины (все):	11	113	1	220	7	73	52
а) ЮКТП	11	102	1	34	9	44	19
б) ВГ	15	113	2	220	7	73	29
в) ДГ	23	29	3	41	8	14	4
Измененные породы	13	38	2	52	12	43	8

Примечание. Анализы выполнены методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии ("S4 PIONEER"), ИВиС. Аналитики: Е.В. Карташева, Н.И. Чеброва. * - число образцов.

Для глиноземистых осадков отмечается наиболее высокое максимальное содержание Cu (до 240), в минеральных глинах котлов ЮКТП (ТП 18) и ВГ (ТП 22) оно заметно ниже (102-113). Максимальное содержание Zn встречено в железистых осадках (354), высокие максимальные значения этого элемента характерны для минеральных глин ТП 22 (220), для карбонатных осадков эта величина равна 180. Самое высокое

содержание Pb (≥ 70) отмечается для серных осадков и термальных глин ВГ поля (табл. 3). В опалитах ТП 18 по данным спектрального анализа содержание Cu, Zn, Pb ниже чувствительности метода.

Средние содержания Cu, Zn и Pb (мкг/г) в отдельных типах осадков приведены на рис. 4 и в табл. 4. Максимальные значения Cu отмечаются для глиноземистых осадков (131), минимальные – для кремнистых и кремнисто-железистых (16-20), для остальных типов осадков – не выше 42. Наиболее высокое содержание Zn наблюдается

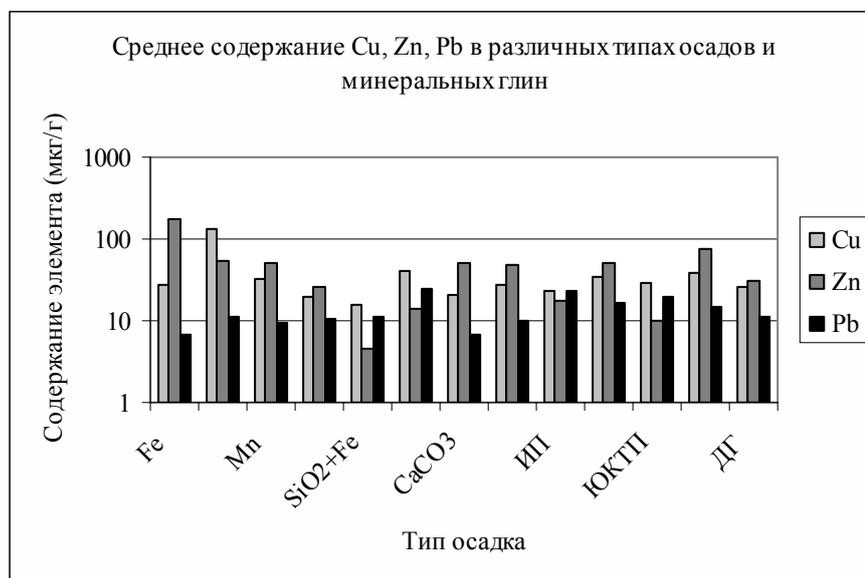


Рис. 4. Распределение средних содержаний Cu, Zn, Pb в различных типах осадков КДВЦ.

Таблица 4. Средние содержания Cu, Zn, Pb в некоторых типах хемогенных осадков КДВЦ

Тип осадка	Cu	Zn	Pb	n*
Железистые	28,12	174,88	6,57	8
Глиноземистые	131	53	11,33	3
Марганцовистые	32,33	51,67	9,67	3
Кремнистые	20	25,8	10,6	5
Кремнисто-железистые	16	4,5	11	2
Серные	41,5	14	24,67	6
Карбонатные	20,62	50,42	6,8	13
Сульфидные	27	48	10	1
Термальные глины (все):	34,38	49,57	16,58	52
а) ЮКТП	29,53	10,17	19,74	19
б) ВГ	38,69	76,72	15,21	29
в) ДГ	26,25	30	11,5	4
Измененные породы	23,25	17,12	22,75	8

Примечание. Выполнено методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии ("S4 PIONEER"), ИВиС. * - число образцов.
Аналитики: Е.В. Карташова, Н.И. Чеброва.

для железистых осадков (175), для глиноземистых, марганцовистых и карбонатных осадков оно равно, соответственно, 53, 52 и 50. Для кремнисто-железистых осадков эта

величина минимальна – 4.5. В глинах ТП 22 содержание цинка выше, чем в глинах ЮКТП и ВГ. Самые высокие содержания Pb отмечаются для серных осадков (24.5), чуть ниже (23) – для измененных пород термальных полей. Для глин ЮКТП эта величина (20) наиболее высокая, для глин ДГ - наиболее низкая (11.5). Минимальные содержания Pb отмечаются для карбонатных (6.8) и железистых осадков из близнеитральных вод – 6.5.

Заключение

Максимальные средние значения Cu отмечаются для глиноземистых осадков (131), минимальные – для кремнистых и кремнисто-железистых (16-20), для остальных типов осадков – не выше 42. Наиболее высокое среднее содержание Zn наблюдается для железистых осадков (175), для кремнисто-железистых осадков эта величина минимальна - 4.5. Среднее содержание цинка в глинах ТП 22 выше, чем в глинах ЮКТП и ВГ. Самые высокие средние содержания Pb отмечаются для серных осадков (24.5). Для глин ЮКТП эта величина (20) наиболее высокая, для глин ДГ - наиболее низкая (11.5). Минимальные средние содержания Pb отмечаются для карбонатных (6.8) и железистых осадков из близнеитральных вод – 6.5.

Низкое содержание Zn в кремнистых осадках из щелочных вод ТП 23 и ТП 24 вполне объяснимо, так как в таких водах этот элемент переходит в раствор в результате образования растворимых цинкатов - солей цинковой кислоты [11]. В сероводородной среде Zn образует практически нерастворимый сульфид. Для Zn хорошими сорбентами являются метаколлоидные железистые, марганцовистые, глиноземистые осадки и минеральные глины котлов. Наряду с сорбцией имеет место вхождение Zn в решетку глинистых минералов [3], это возможно для глин ТП 22.

Осадителями Cu из вод служат H_2S , CO_3^{2-} , SiO_2 , PO_4^{3-} [11]. Отрицательно заряженные коллоиды легко адсорбируют Cu^{2+} . Известно, что в термальных водах Cu мигрирует в форме комплексов Cu^+ , Cu^{2+} и концентрируется на геохимических барьерах. Минералы Cu осаждаются на щелочном барьере при нейтрализации кислых вод. Эти минералы адсорбируются гидроокислами Al, Mn, кремнеземом, глинами.

В сильнокислых ($pH < 3$) сульфатных водах Pb переходит в водную фазу в виде Pb^{2+} , но образующиеся сульфатные соединения свинца быстро осаждаются. В близнеитральной среде из воды осаждаются труднорастворимые соединения свинца $Pb(OH)_2$ [3]. Установлено несколько форм нахождения свинца в природных образцах, в %: в виде PbO - в глинах (до 52), гидроксидах железа (до 87), псиломелане (до 86); в виде $PbSO_4$ – в псиломелане (~43), известняках (до 25), глинах кор выветривания (12), в виде PbS – в известняках (40), в пирите (100) [4]. Можно предположить, что наиболее вероятной формой нахождения Pb в хемогенных осадках и глинах КДВЦ могут быть: в глинах некоторых котлов и железистых осадках - PbO, в марганцовистых осадках – PbO и $PbSO_4$, в сульфидных осадках – PbS, в карбонатах – PbO и PbS.

Список литературы

1. Белоусов В.И. Геология гидротермальных полей в областях современного вулканизма. М.: Наука, 1978. 137 с.
2. Брайцева О.А., Флоренский И.В., Пономарева В.В. и др. История активности вулкана Кихпинич в голоцене // Вулканология и сейсмология. 1985. № 6. С. 3-19.
3. Голева Г.А. Гидрогеохимия рудных элементов. М.: Недра. 1977. 216 с.
4. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. М.: Недра. 1996. кн. 3. С. 114-161
5. Карданова О.Ф. Состав вод и хемогенные осадки в источниках Ключа Кислый (вулкан Кихпинич, Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 1983. № 6. С. 64-75.
6. Карданова О.Ф., Карнов Г.А. Условия образования и типы парагенетических ассоциаций глиноземистых осадков Кихпиничского долгоживущего

- вулканического центра (Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2000. № 3. С. 15-34.
7. Карданова О.Ф. Ртуть в хемогенных осадках и термальных глинах грязевых котлов Кихпиничского долгоживущего вулканического центра (КДВЦ) // Материалы ежегодной конференции, посвященной дню вулканолога 27-29 марта 2008 г. Петропавловск-Камчатский. 2008. С.110-119.
 8. Карданова О.Ф., Фирстов П.П. Радиоактивные элементы в осадках и измененных породах Кихпиничского долгоживущего вулканического центра // Вулканология и сейсмология. 2009. № 2. С. 22-38.
 9. Леонов В.Л., Гриб Е.Н. Структурные позиции и вулканизм четвертичных кальдер Камчатки. Владивосток: Дальнаука, 2004. 189 с.
 10. Набоко С.И. Металлоносность современных гидротерм в областях тектономагматической активности. М.: Наука, 1980. 199 с.
 11. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа. 1989. 528 с.

Cu, Zn AND Pb BEHAVIOUR IN SEDIMENTS FROM THERMAL WATERS IN THE AREA OF THE LONG-LIVING KIKHPINICH VOLCANIC CENTER (KDVC)

O.F. Kardanova

The Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, 683006, Petropavlovsk-Kamchatsky, e-mail: kof@kscnet.ru

The area of the long-living Kikhpinch volcanic center is abundant in various types of water sediments including silicate, ferrous, sulphuric, aluminous, carbonate, manganiferous, sulphide, and others. Samples of sediments were analyzed to identify behavior of Cu, Zn and Pb at different sites of the center. Analyses of aluminous sediments from the South field located in the crater of Staryi Kikhpinch Volcano showed the highest concentration of Cu – 240 µg/t. The highest values of Zn - 354µg/t were observed in ferrous sediments. The highest content of Pb is found in the Verkhne-Geysernyi field in mineral clays of mud flows (Pb=73µg/t) and in sulphuric sediments (Pb=70µg/t) from Lagernyi site.