

Кроме того, в непосредственной близости от Костомукшского месторождения находится Корпангское месторождение, на котором в мае 2006 г. начинаются вскрышные работы, а в 2008 г. планируется начать добычу железных руд. Пробы, отобранные автором летом 2005 г. на участке Корпангского месторождения, которые сейчас анализируются, предоставят основу для дальнейшего мониторинга антропогенной нагрузки на окружающую среду. Они позволят разграничить естественный природный фон до начала разработки Корпангского месторождения и последующую антропогенную нагрузку.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. А.Г. Марченко

ЛИТЕРАТУРА

Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 1998 году. – Петрозаводск: Государственный комитет охраны окружающей среды по Республике Карелия, 1999. 263 с.

Гуляева Н.Г. Методические рекомендации по эколого-геохимической оценке территорий при проведении многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000. - М.: ИМГРЭ, 2002. 72 с.

Калабин Г.В., Воробьев А.В., Джаняни А.В., Салазкин М.Г. Исследование техногенного воздействия железорудных карьеров Европейской части России на окружающую среду. // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2002, №12. С.8-13.

Пантелеева Я.Г. Оценка состояния окружающей среды Костомукшского района Республики Карелии на основе эколого-геохимических исследований. // Записки Горного института, 2006, Т. 167, часть 1. С. 26-28.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В ПОЧВАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Питиримов П.В.

СПбГУ, Санкт-Петербург, p.p@list.ru

Исследования по изучению распределения ртути в почвах проводились на территории СПбГУ. Причиной для начала этих исследований являлись необходимость проверки методики отбора и подготовки представительных проб почв для анализа на ртутном анализаторе РА-915+ и наличие сильного загрязнения ртутью некоторых участков СПбГУ, в частности, здания НИФИ.

Исследование площадного распределения. По заранее составленной адаптированной карте масштаба 1:2000 исследуемая территория разбивалась на участки 20×20м, на каждом из которых методом «конверта» с участка 1×1 м отбиралась одна обобщенная проба (четыре единичных пробы по углам квадрата, одна – в центре, после чего навески объединялись в одну пробу) (*Caem*). Глубина пробоотбора составляла 0,5 – 2 см.

Все отобранные пробы почв высушивались в абсолютно свободном от ртутного загрязнения помещении без нагревания, чтобы исключить адсорбцию и испарение ртути, и просеивались для отбора фракции менее 0,25 мм. Валовое содержание ртути в пробах почвы определялось методом пиролиза без предварительной химической пробоподготовки. Данный метод обладает рядом преимуществ перед широко используемым методом холодного пара: по производительности, стоимости анализа и погрешности измерений, связанной с влиянием матрицы на результаты анализа.

Анализ содержания ртути в пробах проводился с использованием анализатора ртути РА-915+, использующем оригинальную схему зеэмановской атомно-абсорбционной спектроскопии с высокочастотной модуляцией поляризации света, пиролизной приставки РП-91С и специального программного обеспечения. Калибровка прибора выполнялась с помощью набора СДПС-3 с аттестованным значением концентрации 300 мкг/кг. Каждая рядовая проба анализировалась как минимум два раза. В случае сильного различия между значениями концентрации ртути в одной и той же пробе (более 10%) проводились дополнительные измерения.

Уровнем для аномалий при построении карты был выбран уровень ПДК (2100 мкг/кг)

В результате первичной обработки данных была получена карта распределения ртути в почвах СПбГУ. На ней четко прослеживаются три аномалии: на месте свалки у гаража 17мкг/кг (8 ПДК), НИФИ (до 4-5 ПДК), часть газона перед главным зданием, прилегающая к Университетской набережной.

Выявленные аномалии не являются локальными и могут быть с высокой степенью вероятности обнаружены при данной плотности сетки измерений (20×20м). В среднем расстояние от центра аномалии до снижения концентраций до 1 ПДК составляет 25-35 м, что является следствием высокой миграционной активности ртути.

Исследование форм нахождения ртути методом определения термоформ. Дальнейшие исследования заключались в определении форм нахождения ртути в почвах. По этой тематике написано немало статей с разнящимися данными, поэтому за основу были взяты совместные исследования Н.Р. Машьянова и его японских коллег Akito Matsuyama и Hirokatsu Akagi (NIMD, Minamata).

Для получения термоформ ртути необходим постепенный нагрев проб (*Политиков, Caem, Blester, Edinghaus*). Это частично удалось реализовать на экспериментальной версии новой приставки пиролиза с возможностью ступенчатого изменения температур и функцией дожигания. Существует вариант постепенного продвижения пробы в

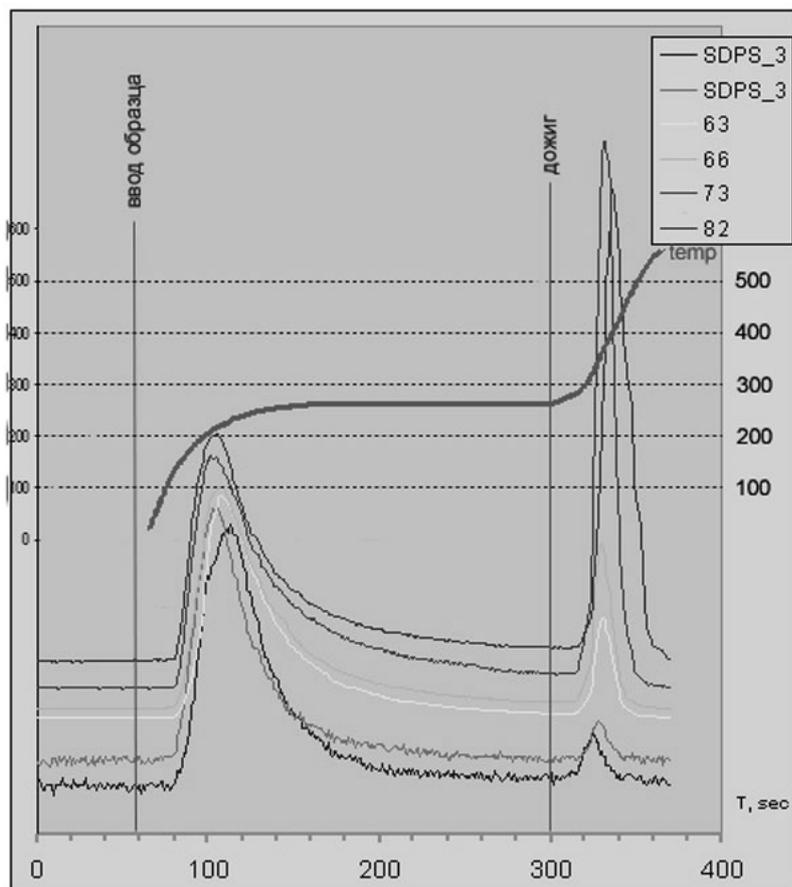


Рис.1. Выход ртути из проб в зависимости от температуры.

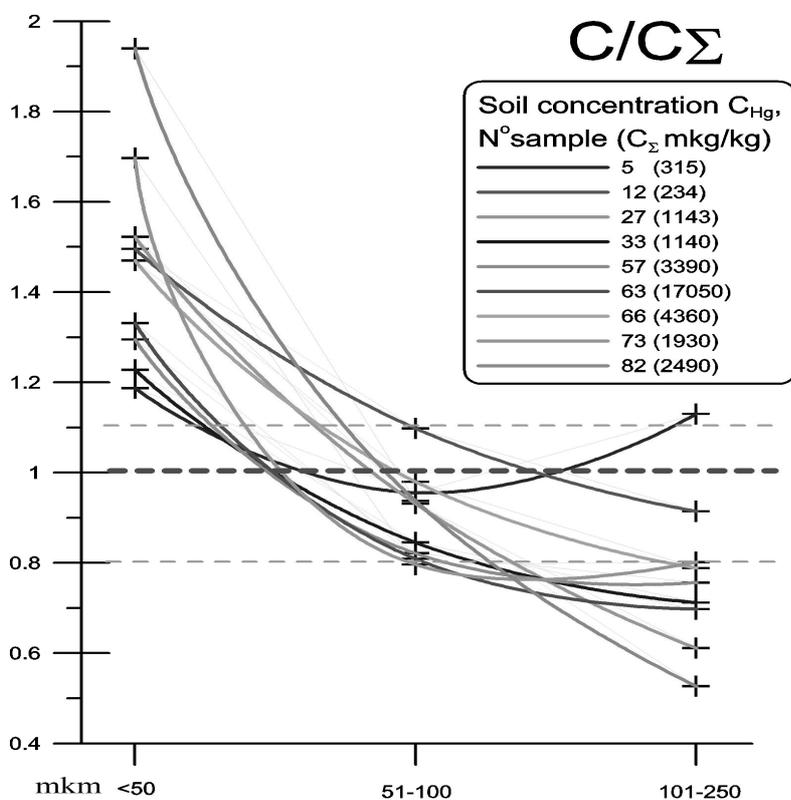


Рис.2. Распределение концентраций ртути по трём фракциям.

испаритель, что также создаёт ступенчатое повышение температур. В виду технических причин, пришлось использовать минимальную ступень нагрева испарителя (около 260°C) и дожиг. Калибровка изменения температур во времени производилась термпарой, погружённой в образец пробы. Подбор временных интервалов производился экспериментально, критерием для перехода на следующую ступень являлся полный выход ртути на предыдущей (в данном случае ступени было только две: начальная и дожиг). Первая ступень соответствовала нагреву от комнатной температуры до 260°C, вторая ступень (дожиг) соответствовало с 260°C до 580-600°C. Временные интервалы были выбраны следующие:

- Простой установки после установления температуры в 260°C (1 мин);
- Ввод образца на 60 сек, выход первой фазы ртути;
- Включение дожига на 300 сек, нагрев до 580-600°C, выход второй фазы ртути;
- Окончание измерений на 360 сек, включение режима продувки и охлаждения установки.

Для эксперимента было отобрано 4 пробы, графики выхода ртути из которых при первичных анализах давали несколько мод (пробы № 63, 66, 73, 82 и для калибровки стандарт СДПС-3 (300 мкг/кг). В результате по каждой пробе была получена термоформа с двумя пиками (Рис. 1.), затем термоформы нормировались по первому пику, считались площади пиков в результате чего было получено распределение фаз ртути. Наблюдается тенденция уменьшения количества первой фазы с уменьшением общих концентраций в пробе. Это объясняется тем, что фоновой является вторая труднолетучая фаза (химически сорбированная, $HgSO_4$, HgS , CH_3Hg^+ , органически связанная ртуть), а увеличение концентраций преимущественно происходит за счёт первой фазы (Hg^0 , HgO , $HgCl_2$, физически адсорбированная ртуть). Дальнейшие исследования показали, что первая фаза по большей части состоит из атомарной ртути и является доказательством заражения почв металлической ртутью, часть из которой со временем образовала химические со-

единения. Высокие содержания легколетучих соединений ртути в стандарте СДПС-3 объясняются его происхождением (искусственное заражение парами металлической ртути определённой фракции грунта).

Исследование **распределения ртути в зависимости от структуры почв.** Третья часть исследований заключалась в изучении распределения соединений ртути по различным фракциям почв. Было просеяно 9 проб различных концентраций (4 участвовавшие в получении термоформ, 4 с попарно сходными и 1 с наименьшими концентрациями). Поскольку пробы были предварительно просеяны через 250 мкм сито, то доступными фракциями оставались <50 мкм, 51-100 мкм и 101-250 мкм. Пробы просеивались на виброустановке в течение 5 минут. После просеивания каждая проба визуально контролировалась на качество результата.

При недостаточном просеивании и ввиду особенностей некоторых грунтов может возникать проблема слипания мелких частиц в более крупные с последующим смещением их в грубую фракцию. Возможность механической подготовки проб (растирание, размачивание) не приветствуется, поскольку может привести к потере легколетучей фракции ртути (особенно адсорбированной и атомарной).

В дальнейшем фракции отдельных проб для получения гранулометрического состава взвешивались и анализировались на ртуть с применением пиролизной приставки. В итоге наблюдается общая тенденция увеличения концентраций ртути с уменьшением размера зёрен (Рис. 2.). Это объясняется увеличением общей площади поверхности и появлением глинистых минералов в мелкой фракции. Фракция 51-100 мкм фактически характеризует концентрации (с разбросом значений в 10-20%) в общих пробах, а, следовательно, рекомендуется для анализа, поскольку практически исключает неравномерность зёрен в навеске.

Из этих исследований следует ряд важных выводов: во-первых это доказывает качество просеивания. В обратном случае получалось бы «седлообразное» распределение, т.е. часть мелкой обогащённой ртутью фракции перешла в более крупную, а средние фракции остались без изменения (наблюдается у пробы N5).

Во-вторых по простой формуле пересчёта концентраций:

$$C = C_{<50} * m_{<50} + C_{51-100} * m_{51-100} + C_{101-250} * m_{101-250}$$

получаем следующее распределение (таб.).

Соотношение рассчитанных и валовых концентраций

N пробы	Доля фракций, %			Концентрации, мкг/кг		
	<50 мкм	51-100 мкм	101-250 мкм	C	C _{av}	C/C _{av}
5	17	35	48	250	230	1,09
12	20	33	47	340	320	1,06
27	19	27	54	990	1140	0,87
33	28	31	41	1030	1140	0,90
57	10	36	53	1720	1930	0,89
63	16	29	55	2160	2490	0,87
66	10	29	62	2800	3390	0,83
73	11	33	55	4060	4370	0,93
82	12	32	55	13800	17000	0,81

Примечание: C_{av} – средняя валовая проба.

Таким образом, средний разброс измерений укладывается в 10%, что для экспресс метода является неплохим результатом. На отклонение влияют многие факторы: в любом случае не исключён эффект слипания частиц, а следовательно переход мелких фракций в грубую; погрешности измерения общих проб (до 10%) ввиду неравномерности первоначального отбора фракций из пакета с пробами в небольшие (20-100 мг) навески (некоторые просеянные пробы могут расслаиваться по размерности зёрен, поэтому перед измерениями пробы в пакете следует тщательно перемешивать).

Выводы.

1. Почвы СПбГУ загрязнены соединениями ртути, особенно это проявляется вблизи здания НИФИ, свалки у гаража и автодороги вдоль набережной.

2. Аномалии чётко фиксируются при данной плотности сетки. Возможна детализация, с целью подробно определения местоположения аномалий и их точной качественной оценки.

3. Установлено, что подготовка проб может проводиться без квартования, поскольку при просеивании происходит необходимое перемешивание.

4. Установлено распределение концентраций в различных фракциях, чем мельче фракция, тем большие концентрации ртути в них фиксируются.

5. Установлено, что концентрации, наиболее близкие к средним, наблюдаются в фракции 51-100 мкм (эту фракцию можно считать наиболее представительной, поскольку она практически исключает неравномерность соотношения зёрен в навесках).

6. Установлены формы нахождения ртути, их соотношение и связь с концентрациями.

Научный руководитель Машьянов Н. Р., д.г.м.н., с.н.с. (НИИЗК, Санкт-Петербург).

ЛИТЕРАТУРА

- Политиков М.И., Жеребцов Ю.Д., Сикорский В.Ю. Технология ргутOMETрических поисков рудных месторождений// Москва, Недра, 1992
- Сагг Ю.Е. и др. Геохимия окружающей среды// - М.: Недра, 1990
- H. Blester, Martinez-Cortizas A., R. Birkenstock, R. Kilians // Effect of Peat Decomposition and Mass Loss on Historic Mercury Records in Peat Bogs from Patagonia. Environ sci. technol, 2003.
- H. Blester, G. Mttler, H.F. Scholer. // Binding and mobility of mercury in soils contaminated by emissions from chlor-alkali plants. Institute of Environmental Geochemistry, University of Heidelberg INF 236, D-69120 Heidelberg, Germany. Received 15 Janua.y 2001: accepted 12 May 2001
- Edinghaus R., Turner R.R., de Lacerda, Vasiliev O., Salomons W. (Eds.) Mercury Contaminated Sites// Springer-Verlag Berlin Heidelberg New-York 1999.

ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ИХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Пуховава З.Э.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт, Владикавказ, giacinty@inbox.ru

Введение. Негативные последствия промышленно-хозяйственной деятельности обуславливают нарушение устойчивости экосистем к внешним неблагоприятным воздействиям; приводят к деградации механизмов самоочищения природной среды, возникновению проблемных ситуаций и формированию экологически проблемных зон - своеобразных "болевых точек" среды обитания. Эколого-геохимическое и санитарно-гигиеническое неблагополучие среды обитания становится причиной необратимых мутагенных процессов в живых организмах, подрывает генофонд и разрушает культурное наследие страны.

Насущная на сегодняшний день проблема устойчивого развития как России в целом, так и отдельных ее регионов предполагает гармоничные и бесконфликтные отношения природы и общества. Она включает многие аспекты, в том числе: рациональное природопользование и экологический мониторинг, управление ресурсами, а также идентификацию источников загрязнения и регулирование уровня воздействия техногенных объектов на окружающую природную среду.

В соответствии с законом развития эколого-геохимических изменений в геохимическом ландшафте изменение концентрации загрязняющих веществ в какой-либо части ландшафта, несомненно, отразится на всех его частях. Однако, учитывая природную консервативность, этот процесс может затянуться на годы (Барабощкина, 2000).

Химическая активность элементов. Токсичность химических элементов (их соединений) зависит не только от концентрации, но и от формы, а часто и от вида их нахождения в биосфере. Так, в почвах большинство химических элементов находится в минеральной форме. При этом, чем труднее минерал растворим, тем менее доступны для организмов составляющие его химические элементы, а, следовательно, меньше их токсичное воздействие даже при высоких концентрациях.

Способность элементов и соединений переходить из одной среды в другую обусловлена их химической активностью. Выделяют три группы элементов разной подвижности.

I. Элементы, которые образуют легко растворимые соединения. Это - калий, кальций, натрий, магний, фтор и др., формирующие биомассу, включая скелетные образования организмов.

II. Элементы, лишь частично переходящие в растворы. К ним относятся никель, цинк, медь, кобальт. Они являются активными регуляторами биохимических процессов, хотя и присутствуют в биомассе в незначительных количествах.

III. Элементы, которые в силу своей инертности в природных условиях практически не переходят в растворы, например, алюминий и титан.

Две первые группы элементов всегда были широко распространены в мире минералов и играли существенную роль в разных стадиях эволюции биосферы. Влияние элементов третьей группы на развитие биоты до наступления антропогена (последний период кайнозоя, продолжающийся около 700 тыс. - 1 млн лет; важнейшее событие периода - появление человека) было несущественным. В эпоху бурного развития техники картина изменилась, они стали активно вовлекаться в миграционные потоки и по трофическим цепям попадать в организм человека в избыточных количествах. Избыток, недостаток и дисбаланс элементов (хотя бы в одном из компонентов литосферы) могут рассматриваться как потенциальные факторы экологического риска развития негативных биологических реакций в человеческой популяции, поскольку речь идет о факторах среды обитания, способных привести к росту заболеваемости людей (Попова, 2004).

Формирование литохимических ореолов. Современная концепция образования рудных месторождений, и в частности колчеданных, рассматривает их формирование как результат многоэтапного процесса дифференциации и концентрирования рудного вещества, реализующего переход металлов от первоначального рассе-