траторами золота и ряда сопутствующих компонентов V, Ni, Zn, Cu, Mn и др., в битумоидах являются преимущественно асфальтогеновые фракции и асфальтены [Немеров и др., 2009]. Согласно полученным данным битумоид с месторождения Дегдекан имеет углеродистый состав и не содержит (тяжелых фракций) асфальтенов. В связи с этим, предположение о формировании месторождения Дегдекан, связанного с миграцией благороднометальной составляющей совместно с катагенным флюидом (нафтиды и элизионные воды) в процессах катагенетических трансформаций и последующим его концентрированием в процессе метаморфизма (Сухоложский тип), на наш взгляд, маловероятно.

3. Нерастворимая часть углеродистого вещества, представляющая одну из минеральных фаз углистых сланцев месторождения Дегдекан, могла служить средой для концентрирования металла в процессе рудогенеза.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта №02.G25 31.0075 в рамках постановления Российской Федерации №218 от 09.04.2010г.

Список литературы

1. Будяк А.Е., Брюханова Н.Н. Селен, висмут и ртуть месторождений золота различных генетических типов в черносланцевых формациях // Геохимия. 2012. №9, С.881-888.

2. Литвиненко И.С. Условие нахождения и типоморфизм самородного золота в рудах Дегдеканского (северо-восток России) месторождения в черносланцевых толщах // Геология и геофизика. 2009. Т.50. №6. С.691-697.

3. Мартихаева Д.Х., Макрыгина В.А., Воронцов А.Е., Развозжаева Э.А. Углеродистое вещество в метаморфических и гидротермальных породах // Новосибирск: ГЕО, 2001.

4. Паршин А.В., Абрамова В.А., Мельников В.А., Развозжаева Э.А., Будяк А.Е. Перспективы благородно и редкометалльного оруденения нижнепротерозойских отложений на территории Байкальской горной области // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 3 (74). С. 53-59.

5. Развозжаева Э.А., Спиридонов А.М., Белозерова Г.М., Мартихаева Д.Х. Рудные элементы в битумоидах черносланцевых образований // Геология минералогия юга Сибири. Вестник Гео ИГУ. 2005. № 4. С.110-114

6. Развозжаева Э.А., Спиридонов А.М., Таусон В.Л., Будяк А.Е. Высокодисперсное золото в рассеянном углеродистом веществе осадочно-метаморфических формаций юга Сибирской платформы // Мат. Всерос. конф. «Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований». 2010. Т.2. С.156-158.

ОЦЕНКА АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕТОДАМИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Филимонова Л.М.

Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН г.Иркутск, Россия

Введение. Иркутский алюминиевый завод (ИркАЗ) ОК РУСАЛ – один из крупнейших алюминиевых заводов в Российской Федерации расположен в промышленной зоне города Шелехова в 22 км от Иркутска (рис. 1).

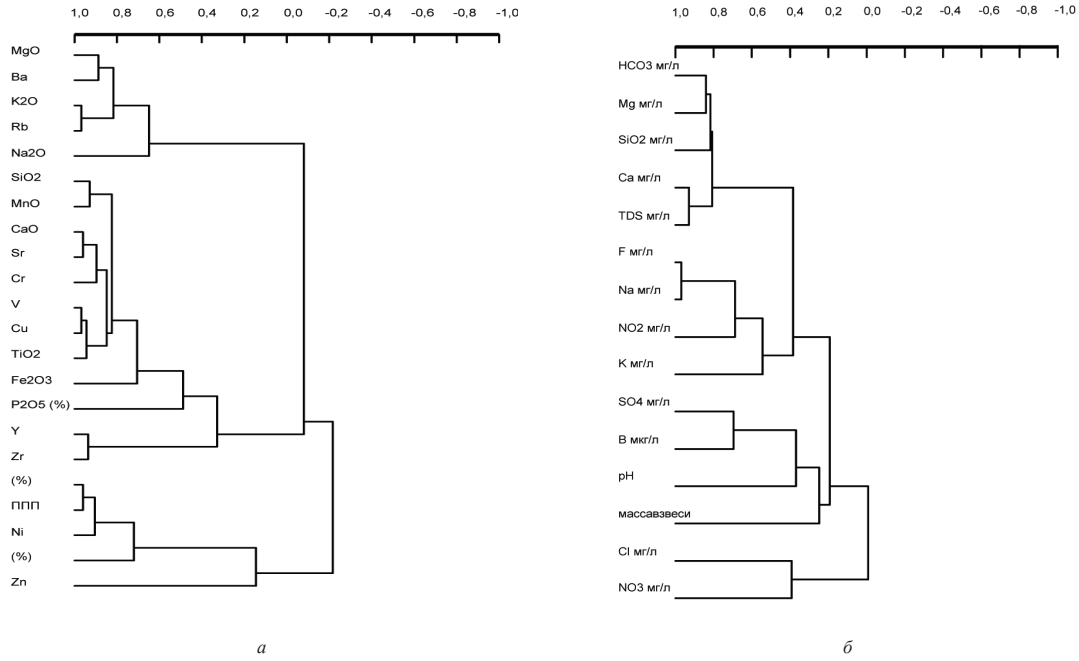

Рисунок 1. Корреляционный анализ. а. парные коэффициенты корреляции компонентов твердых осадков снега. б. парные коэффициенты корреляции компонентов снеговой воды.

Особенности технологии получения алюминия методом электролиза и содобикарбонатный способ очистки электролизных газов («мокрая» газоочистка) предопределяет состав газопылевых выбросов, основными компонентами которых являются фтористые и сернистые соединения, глиноземная пыль, бензапирен, натрий и другие органические вещества. Первая выливка алюминия была произведена в 1962 году, поэтому можно считать, что уже более полувека ИркАЗ является наиболее значимым источником загрязнения атмосферы иркутской промышленной зоны.

Количество, газопылевых выбросов и твердых отходов определяется тем, что на получение одной тоны алюминия расходуется до 25 кг фтора, поступающего с фтористыми солями, с анодной массой привносится 10 – 16 кг серы, и 20 – 25 кг натрия, с кальцинированной содой, используемой в системе газоочистки. Таким образом, с 1962 г. на территорию, прилегающую к Шелеховскому промышленному району, с газопы-

левыми выбросами и твердыми отходами поступило приблизительно 1,1 млн. т фтора, 0,01 – 0,015 млн. т серы и около 1 млн. т натрия. В ближайшее время на Иркутском алюминиевом заводе планируется внедрение "сухой" газоочистки обеспечивающей более полное удаление фторидов. Однако, этот способ менее эффективен по отношению к диоксиду серы, содержание которого будет возрастать, так как при изготовлении анодов планируется использовать более дешевые высокосернистые нефтяные коксы. В связи с этим, контроль за содержанием фтора и серы в твердых аэрозолях, влажных атмосферных выпадениях в зоне влияния ИркАЗа являлся наиболее востребованным и актуальным направлением исследований состояния окружающей среды [1].

Основной задачей исследования является не прямое сравнительное сопоставление содержаний токсикантов в природных средах, а корректная геостатистическая обработка химико-аналитических данных позволяющая дать комплексную оценку состояния экосистемы в целом. Требуется найти ответ на наиболее важные вопросы, возникающие при исследовании территорий подвергшихся техногенному воздействию. Во-первых, установить степень загрязненности наиболее высокотоксичными веществами сравнив её с состоянием фоновых участков. Во-вторых, определить формы существования элементов, как в виде газов, так и в твердом состоянии, и растворенном виде. В–третьих, построить полиэлементные карты техногенной нагрузки, идентифицирующие ассоциации элементов совместно поступающих из источников загрязнения и ассоциации, накапливающихся в объектах окружающей среды. Для решения поставленных задач снеговой покров является наиболее информативным объектом исследования [2].

Снег, обладая высокой сорбционной способностью, захватывает во время снегопада существенную часть аэрозолей техногенного и естественного происхождения. Частично сорбируются легко растворимые газы, такие как фтор, хлор окислы серы. Между снегопадами на поверхность снежного покрова, оседает пыль, благодаря этому, за период залегания снегового покрова минеральные и органические вещества накапливаются в однородном естественном субстрате, сохраняющем в неизмененном виде минералогическую и геохимическую информацию о веществе, поступающем из атмосферы. Это позволяет на основе специализированных геоинформационных систем, определить устойчивую структуру атмосферных выпадений учитывая ландшафтно-климатические условия и особенности промышленных производств [2].

Характер загрязнения атмосферных осадков Иркутского промышленного района

Первые геохимические исследования снегового покрова Иркутского промышленного района выполнялись в рамках комплексной программы «Экологический мониторинг» в 1982 – 1986 годах институтом геохимии им А.П. Виноградова. На основании этих исследований были выявлены локальные очаги загрязнения тяжелыми металлами, и другими токсичными элементами, определена пространственная структура техногенно-геохимического поля городов и основных транспортных артерий. Это позволило оптимизировать принцип дальнейших снегомерных исследований, надежно обосновав нецелесообразность опробования с высокой плотностью всего района исследований. В значительной части проб содержания загрязнителей были близки к фоновым, следовательно, информативность массовых данных не соответствует затратам на их получение. Было принято решение исследовать загрязнение окружающей среды с помощью трех типов точек отбора проб: подфакельного, маршрутного и фонового. Подфакельные располагаются согласно рельефу и розе ветров по периметру главных источников выбросов, не более пяти точек отбора. Маршрутные расставляются в соответствии с особенностями размещения источников загрязнения в промышленной зоне и обслуживающих транспортных систем. Основное назначение этих пунктов отбора оценка общей техногенной нагрузки на исследуемый полигон и их число определяется размерами района исследований, рельефом и положением жилых районов. Фоновый пост необходим для режимных наблюдений за изменением состава атмосферных осадков за пределами зоны техногенного воздействия .

Предшествующие работы показали, что ИркАЗ, как промышленный центр оказывает мощное воздействие на состав атмосферных осадков. Согласно данным экологической службы, наибольший вклад в суммарный выброс вносят предприятия: теплоэнергетики – 45,9 %; и цветной металлургии – 22,7 %; причем наибольшее количество загрязняющих веществ в атмосферу поступает от «ИркАз-СУАЛ». Таким образом, Шелехов относится к городам с высоким уровнем загрязнения воздушного бассейна. Это предопределило выбор местоположения полигона снеговой геохимической съемки, его конфигурацию и размер. Учитывались как геоморфологическая позиция и метеорологические особенности, так и техногенная нагрузка, рассчитанная по результатам снеговых съемок 2008-2010 годов [3].

Методика исследований. Пробы снега отбирались в конце марта – начале апреля 2013 года в поймах рек р. Иркут и Олха. В соответствии с розой ветров, рельефом и расположением основных источников загрязнения была построена сеть отбора проб, всего 38 точек (рис 1). Особое внимание при конструировании сети уделялось промышленным зонам и автотранспорту. Координатная привязка мест отбора проб осуществлялась с помощью GPS-навигатора Garmin 62S. С целью определения фоновых значений измеряемых параметров, методом конверта взята усредненная проба (25 колонок объемом 3 тыс. см^3 с площади 10 м^2), за пределами зоны воздействия промышленного района. Отбор выполнялся на всю глубину снежного покрова. Нижняя часть снеговой колонки (0,5 – 1 см), с почвенными частицами, отсекалась. Определялась мощность снегового покрова, подсчитывались его плотность и влагозапас. Общий объем пробы как правило, составлял 10 – 12 литров (~ 12 кг).

Всего проанализировано более 40 проб снеговой воды, 30 твердого осадка. Гидрохимический анализ снеговых вод на содержание основных ионов K^+, Na^+, Ca^{+2}, HCO_3^-, NO_3^-, HNO_3*, Cl^-, SO_4^{2-}) проводили комплексом общепринятых методов. Микроэлементный состав снеговой воды и твердых осадков исследовался с помощью комплекса высокочувствительных методов анализа: рентгенофлуоресцентного (РФА-СИ), масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС, ИСП-АЭС), фазовый состав анализировался на сканирующем электронном микроскопе фирмы Jeol [5]. Все анализы выполнены в лабораториях института геохимии СО РАН им. А.П.Виноградова.

Результаты исследования химического и минерального состава осадков/ Минерализация снеговых вод (TDS), на территории полигона, меняется в широких пределах 12,26 – 74,80 мг/дм^3, что свидетельствует о неравномерности техногенной нагрузки. Содержание твердого осадка (M_{OC}) в снеговых пробах варьирует от 0,3 до 700 мг/дм^3. Эти величины не явля-

ются абсолютными, Несмотря на то, что атмосферная пыль, представлена слаборастворимыми компонентами, в процессе таяния снега, они частично переходят в раствор. В первую очередь это касается пылевых выбросов образующихся при производстве алюминия, таких как фторид натрия NaF, флюорит CaF_2, сульфат натрия Na_2SO_4. Следовательно, содержание таких элементов натрий, фтор, сера, как в растворе, так и в твердой фазе может изменяться, в зависимости от времени таянья снега, начальных pH снеговой воды. Корреляционный анализ (рис. 2) показал, что общая масса твердого осадка (M_{OC}) имеет слабую положительную корреляцию с содержанием в водном растворе ионов кальция, кремния, бора, сульфатов и слабую отрицательную с хлором и нитратами. Это подтверждает низкую растворимость твердого осадка.

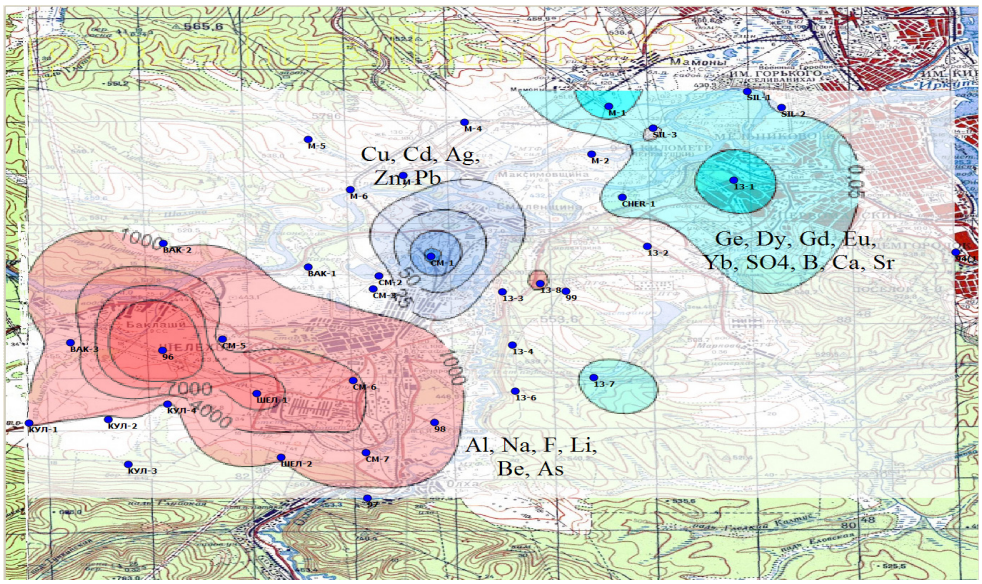

Рисунок 2. Распределение веществ-индикаторов различных источников антропогенных воздействий.

Величина pH снеговых вод, напротив, варьирует в меньших пределах от 4,3 до 6,8. Средняя величина водородного показателя (5,9) незначительно отличается от значений фонового участка (5,8 – 6,0). Однако, сравнение абсолютных величин pH свидетельствует о более щелочном характере снегового покрова в промышленной зоне ИркАЗа и. Метод парной корреляции показал, что величина pH не взаимосвязана с минерализаций и массой взвешенного вещества, следовательно, водородный показатель наиболее устойчивый параметр атмосферных осадков, поскольку он является аддитивной величиной и определяется, гидрохимическим типом снеговых вод. Суммарная плотность атмосферных выпадений на техногенно–нагруженных территориях оценивается в 6–8 т/км^2 год, причем количества выпадений в растворимой и твердой фазах различаются на два порядка.

Воздействие алюминиевого производства приводит к характерному изменению химического состава снежного покрова, резко понижается величина окислительно-восстановительного потенциала (Eh до 236 мВ), минерализация возрастает до 74 мг/л. Вокруг завода и карьера запыленность снежного покрова в среднем в 10-15 раз выше фонового. Корреляционный анализ показал (рис. 2), что изменение поведение элементов строго взаимосвязано, так в водном растворе отмечена высокая положительная степень зависимости содержаний соединений для пар кремний – кальций, натрий – фтор и сульфат ион бор. Эти группы между собой имеют слабую положительную корреляцию и слабую отрицательную с хлором и нитрат ионами. Причем для пары натрий фтор характерна положительная связь с Al, Li, Be,Ni As Ga, а для пары кремний – кальций с Mo, Mg, Sr, Cr, Cd, U. Зависимость содержаний химических элементов в твердой фазе несколько иная. Строго выделяются пары Mg – Ba, R – Rb, Ca – Sr. Пара алюминий – никель имеет слабую отрицательную корреляцию указанными выше группами. Проведенный корреляционный анализ позволил более детально расшифровать моноэлементные карты. Во-первых, самые высокие содержания серы и фтора в растворе не связаны с самой высокой минерализацией и весом твердого осадка. Высокие содержания кальция, свинца, меди, кадмия не связаны с выбросами алюминиевого производства, в то время как As, Be, Na ,F, Ni, поступают с газопылевыми выбросами. Полиэлементные карты убедительно показали мозаичность техногенной нагрузки. Для отдельных элементов, таких как свинец ртуть кальций несомненно существование нескольких мощных источников. Следовательно, в районах высокой техногенной нагрузки преобладают атмосферные осадки слабощелочного характера, не оказывающие значительного влияние на физические и химические свойства почв и поверхностных вод. В соответствии с полученными результатами можно сделать вывод об относительно благополучной экологической обстановке в пойме реки Олхи. Более высокая общая техногенная нагрузка оказывается на районы прилегающие к Шелиховскому железнодорожному транспортному узлу и Ново-Иркутской ТЭС. Район Мамоны – Максимовщина, где расположены сельхозугодия, можно выделить, как можно выделить как сравнительно чистый.

Список литературы

1. Головных Н.В., Тупицын А.А., Бычинский В.А, Пашкова Г.В., Шепелев И.И. Оптимизация баланса фтора в производстве алюминия // Изв. вузов. Цветная металлургия. 2005. № 6. С. 29–35.

2. Бычинский В.А., Вашукевич Н.В. Экологическая геохимия. Тяжелые металлы в почвах в зоне влияния промышленного города. Уч. пос. Иркутск: Изд-во Иркутск. гос. Ун-та, 2008. 189 с.

3. Головных Н.В., Бычинский В.А., Филимонова Л.М., Глазунов О.М. Геоэкологические исследования загрязненности почв в зоне действия алюминиевого завода. // Геоэкология 2014 №3 с. 34-46.