

УДК 911.2:504.05

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛЛЮТАНТОВ НА ТАЕЖНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ

Давыдова Н.Д., Знаменская Т.И.

*ИГСО РАН «Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН», Иркутск,
e-mail: davydova@irigs.irk.ru*

Дана схема комплексного подхода к изучению техногенного воздействия поллютантов на геосистемы и некоторые результаты исследований трансформации геохимической среды таежных геосистем.

Ключевые слова: экосистема (геосистема), загрязнение, ассоциация химических элементов, ореолы рассеяния, техногенные нагрузки, геохимические условия среды

ENVIRONMENTAL GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF ANTHROPOGENOUS IMPACT OF VARIOUS POLLUTANTS ON THE TAIGA GEOSYSTEMS BY ALUMINIUM PRODUCTION

Davydova N.D., Znamenskaya T.I.

*IGSB Russian Academy of Sciences V.B. Sochava Institute of Geography, Irkutsk,
e-mail: davydova@irigs.irk.ru*

The scheme of an integrated approach to the study of the impact of anthropogenous impact pollutants on geosystems and some results of the study of geochemical environment transformation of taiga geosystems is presented.

Keywords: ecosystem (geosystem), pollution, association of chemical elements, diffuse haloes, technogenic load, geochemical conditions of the environment

Возрастающее антропогенное давление на биосферу в условиях глобального изменения климата существенно повышает опасность и непредсказуемость последствий необдуманных решений и действий в сфере промышленности, строительства, сельского хозяйства и других видов деятельности. В переходный период от эпохи техногенеза к эпохе ноосферы для принятия решений на пути разумного формирования биосферы необходимы количественные показатели о вещественном изменении экосистем (геосистем) под давлением антропогенных факторов.

Для Сибири одной из серьезных проблем, связанной с экологией стало строительство и ввод в эксплуатацию алюминиевых заводов. Еще на стадии их планирования допускаются ошибки и просчеты, касающиеся нарушения международных норм по выпуску продукции на уровне 200-300 тыс. т/год, что соответственно ограничивает общий выброс в атмосферу токсичных веществ. Однако при строительстве гигантов алюминия в Сибири это не учитывалось. Главная цель как можно полнее использовать дешевую энергию гидроэлектростанций и выплавить больше алюминия. С каждым годом мощности заводов растут, стремясь к миллионному рубежу. В условиях такой политики мероприятия по снижению выбросов мало что меняют.

Одной из задач ландшафтно-геохимического мониторинга близких по сходству

естественных и нарушенных в результате техногенеза геосистем состоит в выявлении их различий по геохимическим показателям, установление величины отклонений от нормы и степени влияния, привнесенных с техногенными потоками веществ на компоненты геосистем, процессы их функционирования, качество и количество биологической продукции. Все это дает возможность посредством нормирования управлять техногенезом.

Материалы и методы исследования

Исследования проводятся на территории, подверженной воздействию пылегазовых эмиссий Братского алюминиевого завода (БрАЗа). Объект изучения – южно-таежные плоскогорные геосистемы Средней Сибири. Время техногенного пресса около 45 лет. Исследуемая территория входит в провинцию редко островного и спорадического распространения многолетнемерзлых пород (ММП) [1]. Их мощность и температура в районе Братска сильно варьируют. Толщина ММП достигает 20 м, температура – 0-0,6 °С. Мерзлые породы приурочены преимущественно к долинам рек, их северным склонам под лесом, заболоченным с торфяными почвами участкам террас и пойм.

Техногенные потоки веществ устанавливались посредством измерения концентраций химических элементов в снежном покрове, отражающем загрязнение воздушного бассейна [7]. В условиях Сибири это один из признанных методов учета поллютантов т.к. практически половину года он является их естественным поглотителем. Изучался вещественный состав пылегазовых эмиссий, первичное распределение приоритетных поллютантов в пространстве и вторичная их дифференциация в почвах, а также

влияние их на химические свойства почв и растений. Изучено более 20 химических элементов. Количественный анализ состава твердых плохо растворимых аэрозолей (взвесей) снеговой воды, растений, почв и почвенных растворов выполнялся в сертифицированном химико-аналитическом центре Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН с применением спектрометров атомно-эмиссионного с индуктивно связанной плазмой Optima 2000 DV и атомно-абсорбционного с прямой электротермической атомизацией проб Analyst 400 фирмы Perkin Elmer согласно утвержденным методикам. Содержание фтора в жидкой и твердой фазах снеговой воды, почвах и породах выявлялось с помощью фторселективного электрода [5].

При оценке влияния пылегазовых эмиссий на экосистемы применяется комплексный подход, основанный на принципах и методах геохимии ландшафта [2, 4] по схеме:

- сбор информации о природных условиях территории (климат, растительность, почвы, рельеф, почвообразующие породы, воды), влияющие на первичное распределение и вторичное перераспределение поллютантов в геосистемах,
- определение исходного химического состава компонентов геосистем,
- качественный и количественный химический состав техногенного потока веществ,
- учет количества поступающих веществ во времени и пространств (нагрузки) – общее и по отдельным химическим элементам и соединениям,
- установление ассоциаций химических элементов–загрязнителей, вычисление индексов суммарного загрязнения по компонентам геосистем,
- выделение приоритетных элементов–загрязнителей,
- картографическое отображение распределения поллютантов в пространстве,
- эколого-геохимическое зонирование территории по степени риска, которое проводится на основе комплексной бальной оценки относительно ПДК уровней содержания приоритетных элементов–загрязнителей в компонентах природной среды.
- картографическое отображение нагрузок элементов–загрязнителей на геосистемы,
- установление предельно-допустимых нагрузок по ответной реакции наиболее уязвимых биотических компонентов и элементов,
- выявление трендов загрязнения геосистем и варианты прогноза их состояния,
- научно-обоснованные рекомендации по нормализации эколого-геохимической обстановки на территории, прилегающей к заводам за счет снижения пылегазовых эмиссий.

Результаты исследования и их обсуждение

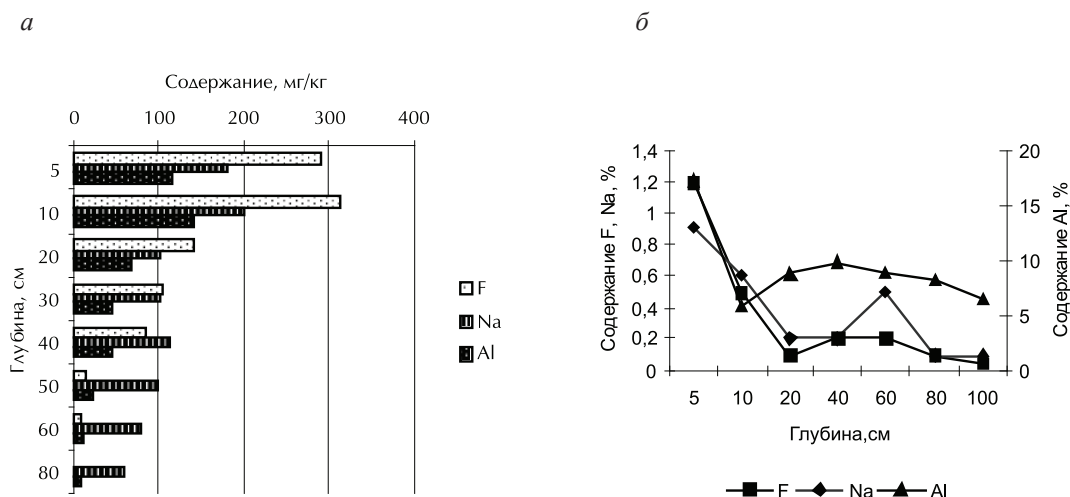
Установлено, что химический состав твердых аэрозолей (технолитов) БрАЗа, выделенных из снега, отличается очень высоким содержанием алюминия и фтора и повышенным никеля. В последнее десятилетие аномальной в твердом веществе выбросов по отношению к дерново-подзолистым почвам фона является ассоциация, состоящая из семи элементов: $F_{50} Al_{5,2} Ni_{4,5} Co_{2,0} Cu_{1,8} Zn_{1,8} Pb_{1,8}$. Потенциальный

индекс суммарного загрязнения (Zc), рассчитанный по [6] составляет 61,1 условных единиц (у.е.), что соответствует высокому и опасному уровню согласно [4]. Главными элементами-загрязнителями являются F, Al, Ni.

В составе растворимого в снеговой воде вещества в отличие от технолитов содержится кроме фтора и алюминия повышенное количество натрия. По сравнению со снеговой водой фона здесь выделяется ассоциация, состоящая из восьми элементов, таких как $Al_{85,7} F_{82,1} Na_{75,6} Ca_{5,0} Mg_{5,0} Co_{5,0} Pb_{3,3} Si_{2,9}$. Уровень накопления веществ очень высокий и опасный (Zc = 1768 у.е.). В группу приоритетных элементов входят Al, F, Na.

При анализе распределения фтора в снежном покрове Братского техногенного ореола по данным 2004-2010 гг. установлен достаточно высокий уровень его содержания. До 10 км от источника эмиссий, в направлении (В-СВ) основного переноса загрязняющих веществ, его концентрации в снеговой воде меняются от 2,0 мг/дм³ в городе Братске до 40,0 у завода. За 40-летний период поступления пылегазовых эмиссий в экосистемы сформировалась техногенная геохимическая аномалия с высоким содержанием фтора в снеге, почвах и растениях [3]. Почвенные растворы по отношению к почвенным растворам фона, прежде всего, в гумусовом горизонте Ad имеют повышенные концентрации по трем элементам – $F_{251} Al_{18,8} Na_{18,7}$ и менее значительные по четырем – $Zn_{2,4} Sr_{1,7} Ba_{1,7} Pb_{1,5}$. Индекс суммарного загрязнения составляет 290 у.е., что соответствует очень высокому и опасному уровню. Ассоциацию с аномальным содержанием в твердой фазе почв вблизи завода по отношению к почвам фона составляют семь элементов – $F_{28,3} Ni_{5,5} Pb_{3,9} Zn_{2,8} Cu_{2,2} Al_{1,7}$. Индекс суммарного загрязнения Zc = 39,4 у.е. и также соответствует высокому и опасному уровню.

Существенное накопление фтора в почвах обнаружено на расстоянии до 9 км в северо-восточном направлении от источника эмиссий, включая территорию г. Братска. Наличие физико-геохимических и механических барьеров (в том числе мерзлотного), удерживает водорастворимый фтор в слое 0-50 см, что создает условия для длительного его контакта с твердой фазой почв и перехода в малоподвижные формы. В обедненном илстой фракцией элювиальном оподзоленном горизонте A₂, как правило, процесс накопления фтора в валовой форме выражен слабее по сравнению с верхним дерновым горизонтом A₁ (0-10 см) и ниже лежащими (40-60 см) горизонтами B₁ и Cca (рисунк, б).



Содержание элементов-загрязнителей в дерново-подзолистой остаточно-карбонатной почве зоны наибольшего воздействия пылегазовых эмиссий БрАЗа:
а – водорастворимая форма, б – валовая форма

Кроме фтора, почвенно-геохимические барьеры сдерживают миграцию за пределы почвенного профиля алюминия. Это диагностируется по уменьшению его содержания в водной вытяжке на глубине 50 см и ниже (рисунок, а), а также увеличению их валового количества в верхней и средней частях профиля (рисунок, б). Обогащение почв алюминием указывает на процесс их техногенной аллитизации.

Натрий в отличие от фтора захватывается почвой значительно слабее. Это заметно по повышенному содержанию его водорастворимой формы по всему почвенному профилю и напротив низкому валовому содержанию (рисунок, а, б). Подобная закономерность характерна также для кремния и кальция, что в условиях промывного типа водного режима является свидетельством проявления процессов десиликации и декальцинации в техногенных почвах.

Воздействие на растительный покров проявляется, прежде всего, в тотальном поражении древесного яруса в санитарно-защитной зоне и за ее пределами. Вследствие ландшафтного разнообразия и различной устойчивости древесных пород к токсичным газам трансформация носит пятнисто-радиальный характер. Больше поражение характерно для сухих наветренных склонов и вершин с хвойными породами деревьев. В меньшей степени поражены растительные сообщества влажных местоположений.

Заключение. К приоритетным относятся те элементы-загрязнители, которые

в одной или нескольких ассоциациях имеют индекс аномальности не менее 10. Это F, Al, Na. Группу второстепенных загрязнителей составили Ca, Mg, Ni, Pb, Cu, Zn, Sr, Ba. Указанные элементы влияют главным образом на химический состав снежного покрова, почвенных растворов, почв и растений. Поражающее действие на биоту в большей степени связано с газообразной составляющей. Все это свидетельствует о необходимости снижения техногенных нагрузок

Список литературы

1. Атлас. Иркутская область: Экологические условия развития. – М. – Иркутск, 2004. – С. 76-77.
2. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – 324 с.
3. Давыдова Н.Д. Трансформация геохимической среды в техногенной аномалии // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии, 2012. – № 3 (20). – С. 56-65.
4. Перельман А.И., Касимов. Геохимия ландшафта. – М.: Астрель-2000», 1999. – 763 с.
5. РД 52.24.360-2008. Массовая концентрация фторидов в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионоселективным электродом. – Ростов-на Дону, 2008. – 25 с.
6. Саг Ю.Е., Смирнова Р.С. Геохимические принципы выявления зон воздействия промышленных выбросов в городских агломерациях // Вопросы географии. – М.: Мысль, 1983. – Сб. 120. – С. 45-55.
7. Davydova N.D., Znamenskaya T.I., Lopatkin D.A. Identification of Chemical Elements as Pollutants and Their Primary Distribution in Steppes of the Southern Minusinsk Depression // Contemporary Problems of Ecology, 2013. – Vol. 6. – No.2. – Pp. 228-235.