

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНО - ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АЭРОЗОЛЕЙ г. НОВОСИБИРСКА****Артамонова С.Ю., Лапухов А.С. (ИГМ СО РАН)***artam@uiggm.nsc.ru, lapuchov@uiggm.nsc.ru*

Ключевые слова: *локальное техногенное загрязнение, техногенные аэрозоли, минеральный и элементный состав аэрозольных частиц, опробование снежного покрова*

В крупных городах Сибири расположено множество промышленных предприятий - источников выбросов в окружающую среду. Основной целью работы являлось изучение минерально-геохимических особенностей техногенных аэрозолей г. Новосибирска, образующихся: 1) при металлургическом переделе оловянных концентратов на Оловокомбинате; 2) сжигании углей на тепловых электростанциях (ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-5); 3) вдоль транспортных магистралей. В условиях Сибири снег является идеальным модельным объектом для изучения выбросов промышленных предприятий, поскольку с начала ноября до конца марта - начала апреля в устойчивом снежном покрове фиксируются твёрдые аэрозольные частицы, а также сорбированные на твердых фазах газообразные продукты. Доминирование южных и юго-западных направлений в розе ветров Новосибирска предопределило расположение профилей пробоотбора снега с северной и северо-восточных сторон от труб исследуемых объектов [1].

Твердая тонкодисперсная фаза аэрозолей концентрировалась путем фильтрации талого снега. Элементный состав аэрозольных частиц определялся рентген-флуоресцентным методом на синхротронном излучении (РФА-СИ, аналитик Колмогоров Ю.П.) на станции элементного анализа ВЭПП-3 Института ядерной физики СО РАН. Этим методом определялось до 35 элементов (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Br, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Hg, Tl, Bi, Th, Pb и другие) с пределами обнаружения от 0.3 до 0.1 ppm в зависимости от энергии возбуждения эмиссионных линий [2], относительная погрешность - 10-15 %.

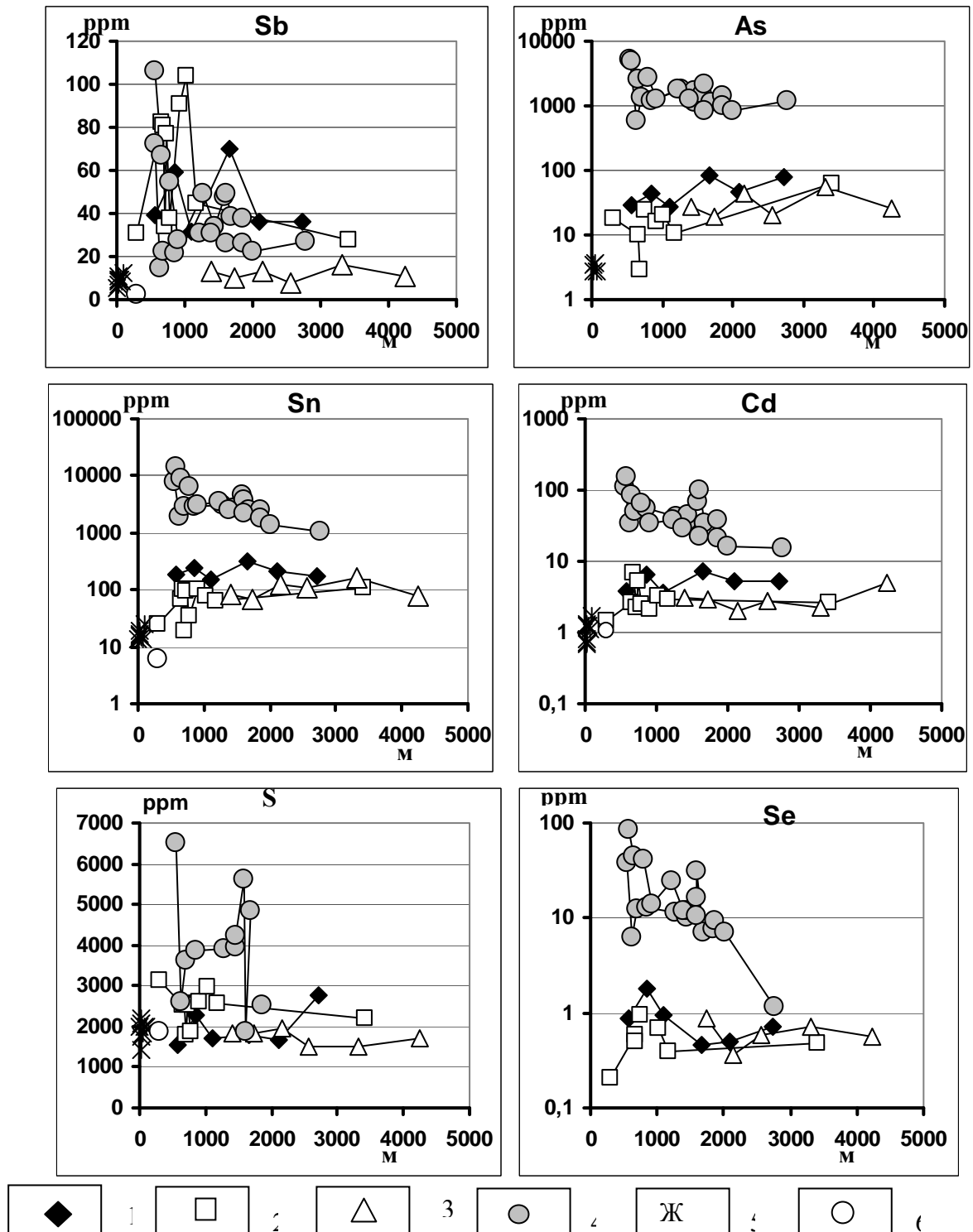
Минеральный состав аэрозольных частиц определялся полуколичественно на порошковом дифрактометре ДРОН-3М (излучение -  $\text{CuK}\alpha$ , напряжение подаваемое на трубку  $U=40$  кВ, сила тока  $I=24$  мА) (аналитик Л.В. Мирошниченко).

Морфология и вещественный состав аэрозольных частиц исследованы на сканирующем электронном микроскопе LEO 1430 VP, снабженном энерго-дисперсионным спектрометром (EDS) OXFORD. Диаметр сканирующего пучка спектрометра составлял  $\sim 3-5$   $\mu\text{m}$ , позволяющий определять составы аэрозольных частиц размером свыше 5  $\mu\text{m}$ . В ряде случаев полученные спектры отражают агрегаты более мелких зерен, которые находятся в тесных срастаниях. Электронные фотоснимки сделаны в режиме вторичных и обратно-рассеянных электронов. Изучены размеры и форма всего 1286 частиц, в том числе - 665 алюмосиликатов, 509 сферических стекловатых частиц и 112 зерен рудных минералов (касситерита, гематита и магнетита).

Путем корреляционного анализа выделена группа элементов - индикаторов аэрозольного загрязнения, связанных с деятельностью Оловокомбината: Se, Mo, Ag, Cd, Sn, As, Bi, Hg, Tl, Cr. Содержание этих элементов в аэрозольных частицах ближней зоны Оловокомбината на 2-3 порядка выше, чем около ТЭЦ-2, 3 и 5 и автотрассы (рис.1). Концентрации Zn, Sb в аэрозолях Оловокомбината, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 находятся примерно на сопоставимом уровне. Возможно, именно при топке углей и коксовой мелочи в большом количестве образуются Zn и Sb-содержащие аэрозоли. Пониженные концентрации элементов в аэрозолях ТЭЦ-5 можно объяснить наличием высокой трубы и более эффективного очистного оборудования. Типоморфными элементами аэрозолей вдоль автотрассы являются K, Ca, Mo: их аномально высокие концентрации выявлены в пределах 100 м полосы вдоль дороги. Концентрации Cu, Pb, Ga, Ge, Ni, Sr, Br в аэрозолях промышленных предприятий и автотрассы одинаково повышены относительно их фоновых концентраций.

Размер изученных аэрозольных частиц колеблется от долей  $\mu\text{m}$  до 150  $\mu\text{m}$ . Единичные частицы достигают 300  $\mu\text{m}$ . В целом в составе аэрозолей преобладают тонкодисперсные частички, размером менее 10  $\mu\text{m}$ . В аэрозольных частицах, образовавшихся при сжигании угля (ТЭЦ) и коксовой мелочи (Оловокомбинат), преобладает аморфная фаза, характерен муллит, примеси магнетита и гематита. Аморфная фаза состоит из тонкодисперсных частиц стекла и углерода –

продукта неполного сгорания угля. Типоморфной кристаллической фазой высокотемпературного процесса, характерного для выбросов ТЭЦ и Оловокомбината, является муллит  $[9Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot (H_2O, F_2)]$ , возникающий при спекании тонкодисперсных алюмосиликатных частиц. Аэрозолям Оловокомбината и ТЭЦ характерно наличие сферических пустотелых частиц, которые, как правило, состоят из муллита (рис. 2).

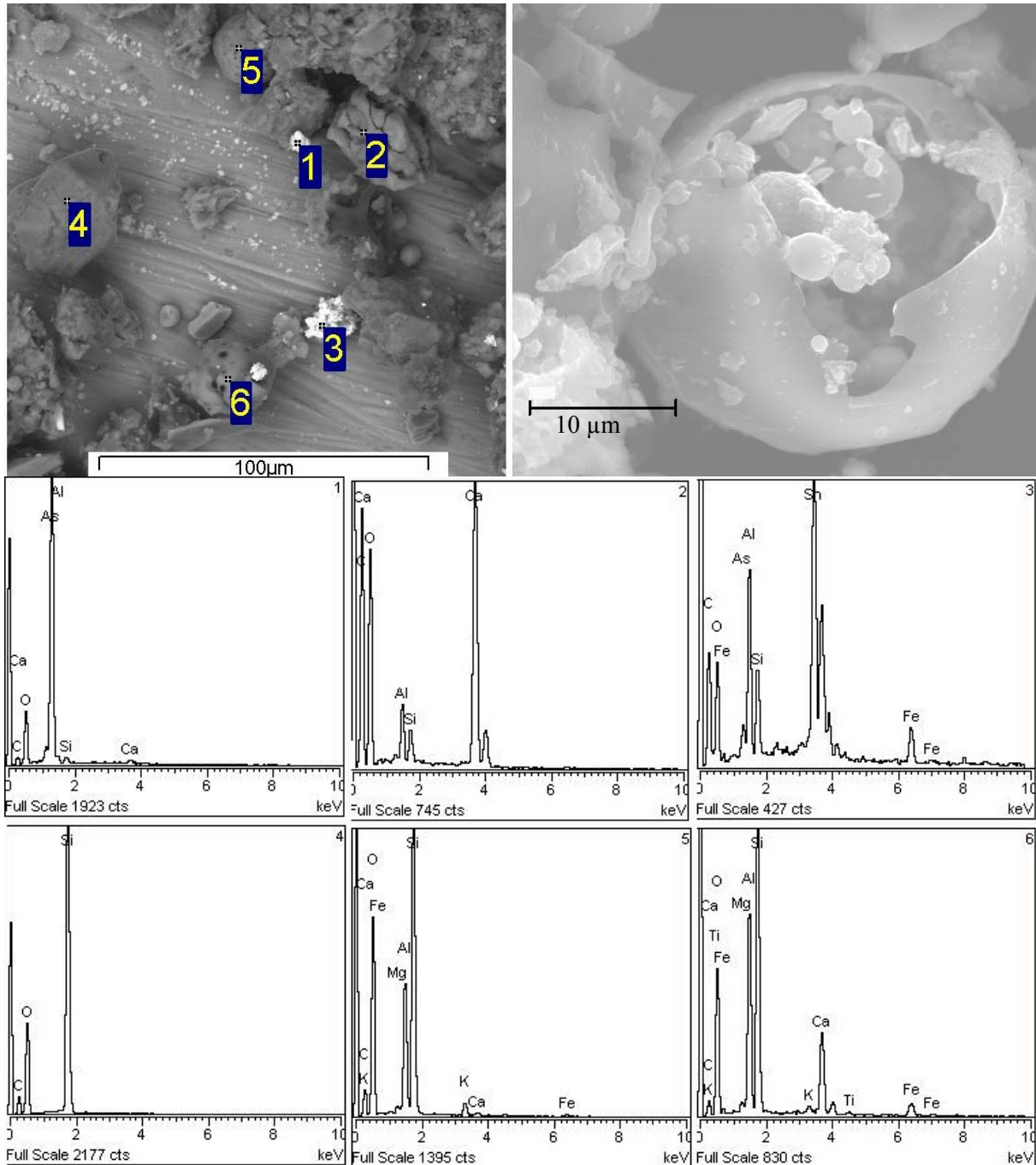


**Рис.1.** Содержание элементов в аэрозольных частицах г. Новосибирска (по вертикали - ppm, по горизонтали - расстояние м к северу от трубы промышленных объектов).

Условные обозначения: 1 - окрестности ТЭЦ2; 2 - ТЭЦ3; 3 - ТЭЦ5; 4 - Оловокомбинат; 5 - у автодороги; 6 - фон

Минералами-индикаторами выбросов Оловокомбината являются фрагменты зёрен касситерита и эухрит  $[Cu_2 \cdot (AsO_4) \cdot (OH) \cdot 3H_2O]$  - мышьяк-содержащий вторичный медистый минерал,

возникающий при пирометаллургической переработке рудных концентратов. В аэрозольных частицах вдоль автотрассы и фоновых участков муллит отсутствует, аморфной фазы мало, зато в них преобладает ассоциация терригенных минералов. В фоновых аэрозолях доминируют минералы природной ассоциации: кварц, плагиоклаз, слюда и глинистые минералы. В пределах 50-метровой придорожной полосы вдоль автотрассы отмечаются anomalно высокие содержания кальцита, возможно, вследствие эрозии асфальтового покрытия дороги с щебнистым известняковым наполнителем.



**Рис.2.** Электронные фотоснимки общего вида аэрозолей (слева) и полых сферических алюмосиликатных аэрозольных частиц (справа) из ближней зоны Оловокомбината (в 650 м от трубы) и диаграммы составов частиц, показанных на фото слева

*Работа проведена при поддержке проекта РАН 16.6, гранта РФФИ №09-05-00839*

**Литература**

1. Климат Новосибирска // Л.: Гидрометеиздат. 1979. 221с.
  2. Baryshev V., Kulipanov G., Skrinisky A. X-ray fluorescent elemental analysis. Handbook on Synchrotron Radiation. V. 3. (Edited by G. Brown and D.E. Moncton) // Elsevier Science Publishers B.V. 1991. P. 641-688.
- 

*Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(27) 2009*

*Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2009 года (ЕСЭМПГ-2009)*

*URL: [http://www.segis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/1-2009/informbul-1\\_2009/geoecol-2.pdf](http://www.segis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2009/informbul-1_2009/geoecol-2.pdf)*

*Опубликовано 1 сентября 2009 г.*

© *Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2009*

*При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на «Вестник Отделения наук о Земле РАН» обязательна*