

В.Ю. Бортников, В.И. Букатый

Исследование элементного состава атмосферного аэрозоля г. Барнаула в летний период 2007 г.

Большое внимание, которое в настоящее время уделяется изучению химического состава атмосферных аэрозолей, вызвано их участием в ряде важнейших процессов, протекающих в атмосфере. Под атмосферным аэрозолем понимают совокупность взвешенных частиц с размерами, превышающими молекулярные, т.е. радиусом более 10^{-9} м. Атмосферные аэрозоли вносят существенный вклад в рассеяние и поглощение как прямого солнечного, так и восходящего теплового излучения, а также многих других компонентов атмосферы в результате адсорбции и конденсации [1].

Аэрозольные частицы являются одним из опасных для здоровья человека загрязнителем. Аэрозоль легко проникает в органы человека в процессе дыхания, частично там остается и при наличии в материале вредных веществ (около 85% общего числа частиц): тяжелые материалы, радионуклиды (радиоактивные элементы) и т.д., может привести к тяжелым заболеваниям. Крупные частицы аэрозоля задерживаются кожей и слизистой оболочкой верхних дыхательных путей, частицы с размерами ~ 10 мкм проникают в альвеолы, растворимые частицы аэрозоля через легочные альвеолы попадают в кровь и легочную жидкость, циркулируя вместе с ними. Они могут переноситься к различным органам, при этом часть из них может быть удалена органами выделения, а часть, накапливаясь в том или ином органе, может достичь токсичных концентраций. К наиболее опасной фракции относятся частицы размером 0,3–0,5 мкм. Поступление вредных веществ в организм человека через органы дыхания хорошо изучено [2].

Поверхность частиц аэрозоля может служить катализатором различных фотостимулированных реакций. На основании оценок в работах [3, 4] было высказано предположение, что на поверхности аэрозольных частиц оксидной природы под действием света в тропосфере могут протекать многие фотокаталитические реакции, оказывая тем самым существенное воздействие на глобальную химию атмосферы. Естественно, что химический состав аэрозолей в таких случаях играет основную роль.

Цель данной работы – проведение элементного анализа твердого атмосферного аэрозоля в опорном пункте г. Барнаула в июле–августе 2007 г. и сравнение с результатами ранее проведенных исследований. Исследования проводились с использованием метода атомно-эмиссионного спектрального анализа. Атомно-эмиссионный спектральный анализ строится

на исследовании спектров, возбужденных с помощью горячих источников света [5].

Забор проб аэрозоля производился в опорном пункте АлтГУ (пр. Красноармейский), который располагается между двумя крупными автомобильными магистралями города. Образцы атмосферного аэрозоля отбирались на фильтры типа АФА-ВП-20 путем прокачки через них атмосферного воздуха в течение 30 мин. На следующем этапе фильтры взвешивались и озолялись сухим способом. Полученный материал исследовался на установке, представленной на рисунке 1, подробное описание которой изложено в работе [6].

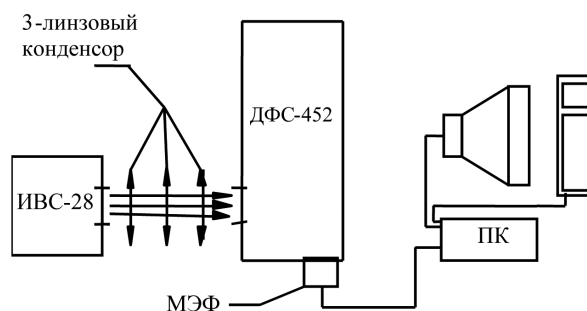


Рис. 1. Структурная схема установки: ИВС-28 – источник возбуждения спектров; ДФС-452 – дифракционный спектрограф; ПК – персональный компьютер; МЭФ – многоэлементный фотоприемник типа Фук1Л2

При исследовании спектров образцов, для получения концентрации химических элементов, был применен метод общих аналитических кривых. Этот метод основан на построении градуировочного графика с помощью эталонных образцов. В дальнейшем данный график используется для нахождения концентрации химического элемента. Методика получения эталонного образца заключается в следующем. На начальном этапе создавался раствор с содержанием требуемых химических элементов и элемента сравнения в известных концентрациях. Затем в этот раствор помещался углеродный порошок в количестве 20 мг, после чего данная смесь выпаривалась в тигле при температуре $+70$ °С, а полученный в результате материал использовался в качестве эталонного образца. Таким образом, было получено 5 образцов с содержанием Fe, Cu, Cd, Co, Mn, Zn. Концентрация каждого из этих элементов в образцах составляла 40, 80, 150, 300, 500 мкг/мл.

В качестве элемента сравнения был выбран Ag, концентрация которого во всех образцах равнялась 25 мкг/мл. Аналогично были получены эталонные образцы с содержанием Al, Si, Ca.

Данные эталонные образцы помещались в углеродный электрод источника возбуждения спектров типа ИВС-28 и подвергались атомно-эмиссионному спектральному анализу, по результатам которого строился градуировочный график в осях $\lg(C_x/C_{Ag})$, $\lg(I_x/I_{Ag})$, где C_x и C_{Ag} – концентрации искомого элемента и Ag соответственно, а I_x и I_{Ag} – интенсивности спектральных линий элемента и Ag. Вид такого графика для Co(3405,12 Å) представлен на рисунке 2. Подобные графики были построены для Cu (3247,54 Å), Fe (3554,93 Å), Mn (3570,04 Å), Si (2881,58 Å), Al (3092,84 Å), Ca (3225,90 Å), Cd (3466,2 Å).

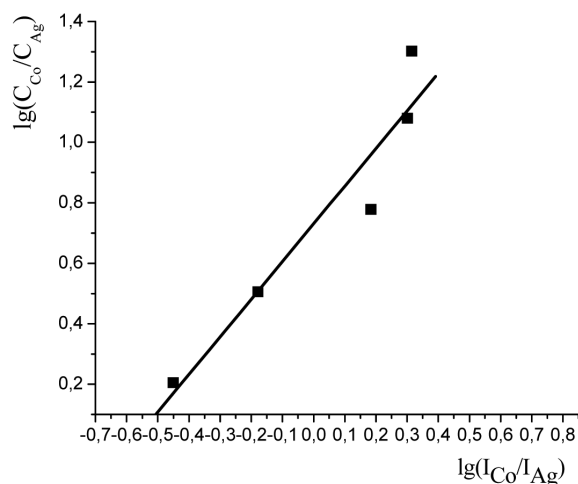


Рис. 2. Градуировочный график относительной концентрации Co (3405,12 Å)

В дальнейшем при проведении исследований на элементный состав озоненного фильтра создавалась

смесь элемента сравнения, в данном случае Ag, и исследуемой пробы. Элемент Ag всегда добавлялся в концентрации 25 мкг/мл. Затем смесь выпаривалась, так же как и эталонные образцы, помещалась в углеродный электрод, и регистрировался ее спектр. Далее рассчитывалось отношение интенсивностей спектральной линии искомого элемента и элемента сравнения, после чего с помощью градуировочного графика и по десятичному логарифму отношения интенсивностей спектральных линий определялась концентрация химического элемента.

Результаты элементного анализа образцов представлены в таблице.

Элемент	Содержание в воздухе, мкг/м³
Al	0,89
Si	4,44
Fe	0,37
Cu	0,31
Co	0,01
Ca	2,12

Ввиду малого количества исследуемого материала погрешности для Cu, Fe, Co составили порядка 50%, для Al, Si, Ca – 30%, поэтому изменения в составе атмосферного аэрозоля следует считать существенными при изменении полученных значений в 2 и более раз. Учитывая вышесказанное и сравнив полученный результат с данными 2004 г., выяснилось, что состав атмосферного аэрозоля практически не изменился. Уровень концентрации данных химических элементов не превышает среднесуточной предельно допустимой концентрации (ПДК_{с.с.}).

Элементный анализ атмосферного аэрозоля показывает, что основную его часть составляют продукты эрозии почв, но также присутствуют и продукты, содержащиеся в выхлопных газах автотранспорта.

Библиографический список

- Исидоров, В.А. Экологическая химия / В.А. Исидоров. – СПб., 2001.
- Довгалюк, Ю.А. Физика водных и других атмосферных аэрозолей / Ю.А. Довгалюк, Л.С. Ивлев. – Л., 1977.
- Ивлев, Л.С. Химический состав и структура атмосферных аэрозолей / Л.С. Ивлев. – Л., 1982.
- Parmon V.N. // Colloids and Surfaces. – 1999. – №151.
- Зайдель, А.Н. Основы спектрального анализа / А.Н. Зайдель. – М., 1965.
- Бортников, В.Ю. Автоматизированный экспериментальный комплекс для исследования элементного состава аэрозоля / В.Ю. Бортников, К.В. Петренко, А.Я. Суранов, И.П. Чефранов // Известия АлтГУ. – 2006. – №1 (49).