

УДК 550.4.02+550.4.08+ 550.43

В. А. Жердев
А. Ю. Ильин
Е. А. Бураева
Ю. В. Попов

Элементный состав атмосферных аэрозолей г. Ростов-на-Дону

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
e-mail: steamqazw430@mail.ru

Аннотация. В работе представлено исследование элементного состава атмосферных аэрозолей в приземном слое воздуха с использованием электронного микроскопа для рентгенофазного и энергодисперсионного анализа, а также мессбауэровского спектрометра. Использованы пробы атмосферных аэрозолей, отобранные в г. Ростов-на-Дону в окрестностях и, непосредственно, в НИИ физики ЮФУ в 2021 году. Приведены данные по форме и составу полученных частиц. Показано, что наибольшая доля тяжелых частиц в образцах представляет собой соединения оксидов железа.

Ключевые слова: радиоактивность, аэрозоли, элементный состав, содержание металлов.

Введение

Атмосферные аэрозоли – одни из важнейших составляющих атмосферы, именно они проявляют активное участие в формировании различных процессов воздушной оболочки Земли. Наличие аэрозольных частиц в составе атмосферы обуславливает многие свойства таких газовых сред, в том числе и атмосферного воздуха, важнейшей среды обитания для существования человечества.

Изучение состава атмосферных аэрозолей становится всё более актуальным из-за постепенного ежегодного изменения климата Земли, повышения давления окружающей нас среды и многих других смежных факторов.

В связи с вышесказанным целесообразно проведение анализа данных по элементному составу атмосферных аэрозолей для контроля содержания естественных и искусственных радионуклидов в приземном слое атмосферы, а также для оперативного выявления радиоактивного техногенного загрязнения в воздухе [1-4].

Материалы и методы

Отобранные образцы сухой пыли были отсеяны таким образом, что для анализа данных использовались мельчайшие частицы, представляющие собой атмосферные аэрозоли с осевшим на них макродисперсным слоем пыли.

Для исследования отобранных образцов на мессбауэровском спектрометре использовалось два диапазона фракций пыли – 0,25-0,063 мм и <0,063 мм. Кроме того, магнитные и немагнитные фракции рассматривались отдельно. Анализ проводился с целью получения данных о концентрации железа, окружающей структуры и валентности железа в соединениях.

Для проведения рентгенофазного и энергодисперсного анализа были использованы частицы диаметром <0,063 мм. Анализ проводился с помощью электронного микроскопа VEGA II LMU. Устройство микроскопа обеспечивает

мгновенный переход от режима получения электронных изображений, полученных при больших увеличениях линзы, к режиму точечного анализа элементного состава образцов той или иной микросферы в составе атмосферных аэрозолей. Работа микроскопа происходит без механической смены апертур или механической юстировки каких-либо элементов внутри колонны устройства, что существенно сократило время анализа и подготовки данных при работе с микрочастицами.

Результаты и обсуждение

В ходе рентгенофазного и энергодисперсионного микроанализа, проведённого с помощью электронного микроскопа VEGA II LMU, были получены следующие электронные изображения отобранных образцов аэрозольной пыли (рис. 1–3).



Рис. 1. Электронные изображения образцов атмосферной пыли фракции <math><0,063\text{ мм}</math>

Составлено авторами

Общий вид материала пробы представляет из себя наличие генетически разнородных частиц с преобладающими микросферами (продуктами сжигания твердого топлива) и частицами железных сплавов – фрагментами техногенных материалов. Поверхность микросфер напылена углеродом, также важно уточнить, что легкие элементы (легче Na) не определяются (в том числе в составе OH-, H₂O, CO и прочие).

Далее, выборочно рассматривая определённую микросферу в составе отобранной пробы, было получено её электронное изображение, а также спектры относительной концентрации элементов в составе отобранной пробы.

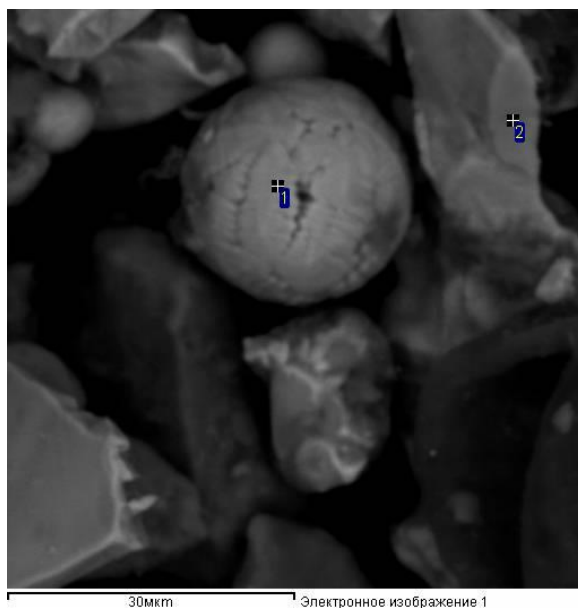


Рис. 2. Микросфера (1) и частица железного сплава с поверхностной коррозией.

Составлено авторами

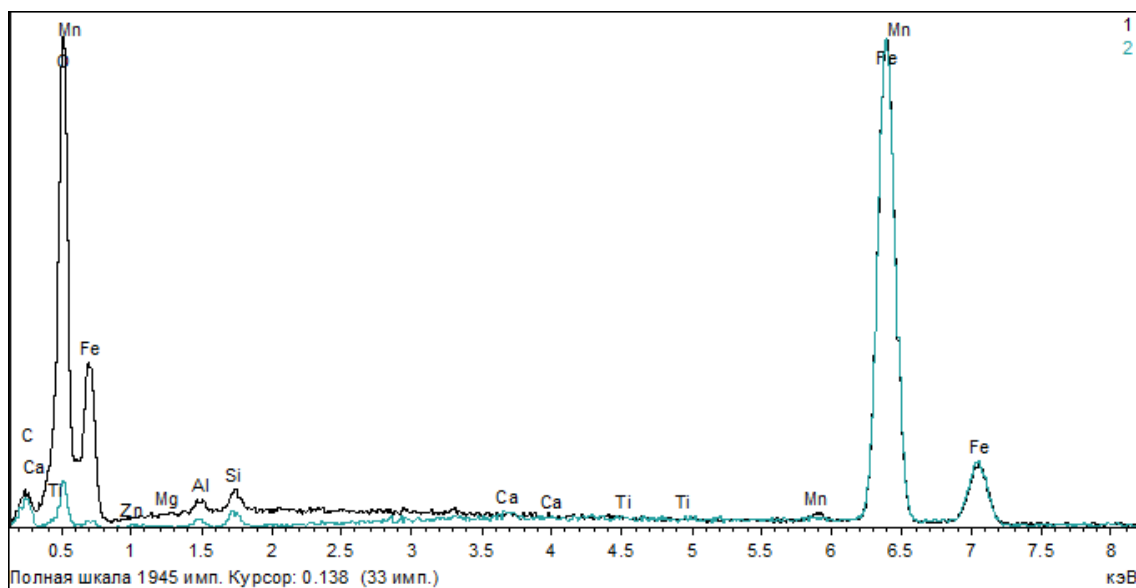


Рис. 3. Спектр относительной концентрации элементов исследуемой микросферы (1)

Составлено авторами

Ориентируясь на данный спектр, можно сделать вывод, что в обеих частицах преобладает содержание соединений оксида железа. Его массовая доля в образцах составляет порядка 95%.

Результатом мессбаэровской спектроскопии образцов при комнатной температуре (300 К) стали спектры, представленные на рис. 4 и 5.

В данных спектрах прослеживается схожий преобладающий пик, что говорит об одной валентности преобладающих соединений железа. Данные,

полученные из данных спектров, указывают на доминирующее содержание соединений железа Fe^{3+} . Эти данные, в свою очередь, позволяют предположить то, что основную массу частиц представляют собой ферригидриты и лепидокрокиты.

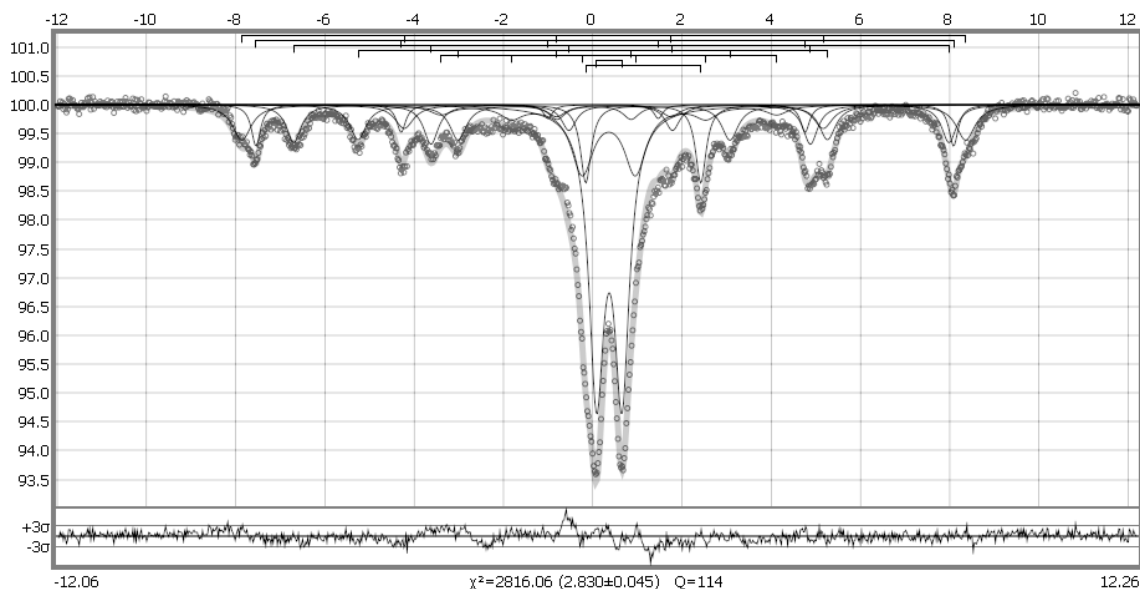


Рис. 4. Спектр частиц диаметром 0,25-0,063 мкм при температуре 300 К

Составлено авторами

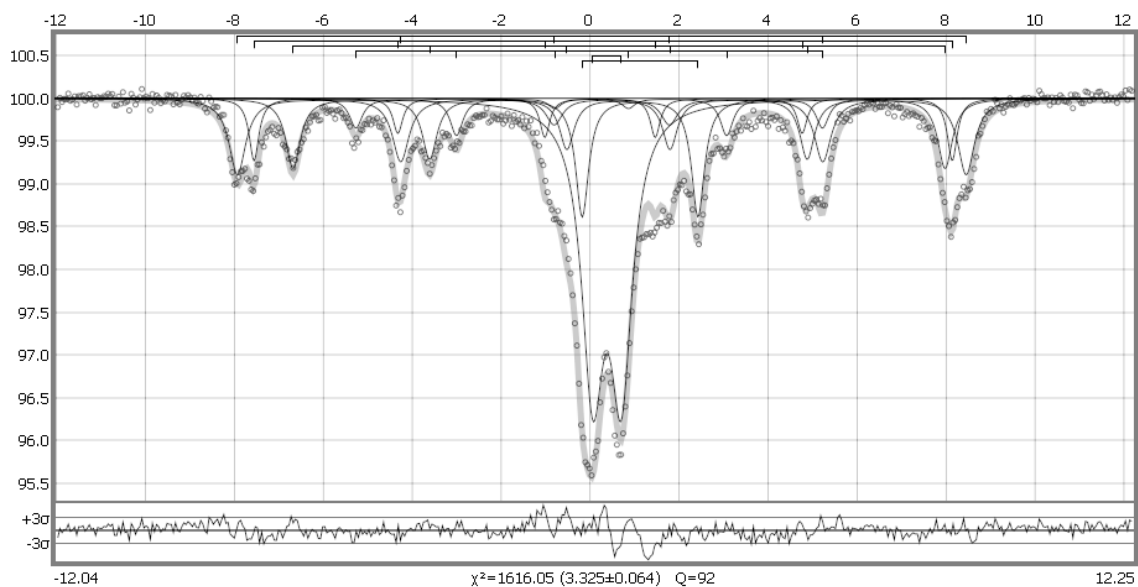


Рис. 5. Спектр частиц диаметром <0,063 мкм при температуре 300 К

Составлено авторами

Выводы

В результате исследования мы пришли к следующим результатам:

1. Общий вид материала отобранных проб представляет собой наличие генетически разнородных частиц с преобладающими микросферами (продуктами сжигания твердого топлива) и частицами железных сплавов – фрагментами техногенных материалов.

2. В образцах аэрозольной пыли обнаружены соединения следующих элементов Fe, Mg, Al, Si, Ca, Ti, Mn, Zn, K.

3. Оксиды железа и диоксид кремния являются основными преобладающими соединениями во всех полученных спектрах.

4. Высокое содержание оксида железа связано с грунтовым происхождением отобранных образцов, а также с выбросами предприятий черной металлургии. Показатели диоксида кремния связаны также с высоким количеством выбросов предприятий черной металлургии.

5. Химический состав выбрасываемых аэрозольных частиц определяется особенностями используемого топлива и теплоэнергопроизводства, что напрямую влияет на относительную концентрацию элементов в отобранных образцах Si, Al, Fe, Ca, Ti.

Литература

1. Медведева С. А. Тимофеева С. С. Физико-химические процессы в техносфере: Учебное пособие. Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. 224 с.
2. Райст П. Аэрозоли: Введение в теорию : пер. с англ.. М. : Мир, 1987. 278 с.
3. Спурный К. Н. Аэрозоли. М.: Атомиздат, 1989. 256 с.
4. Фукс Н.А. Механика аэрозолей. М.: Эксмо, 2009. 351 с.

V. A. Zherdev
A. Yu. Ilyin
E. A. Buraeva
Y. V. Popov

Elemental composition of atmospheric aerosols of Rostov-on-Don

Southern Federal University, Rostov-on-Don,
Russian Federation
e-mail: steamqazw430@mail.ru

Abstract. *The paper presents study of the elemental composition of atmospheric aerosols in the surface layer of air using an electron microscope for X-ray phase and energy dispersion analysis, as well as a Mossbauer spectrometer. Samples of atmospheric aerosols taken in Rostov-on-Don in the surroundings and directly at the Research Institute of Physics (Southern Federal University) in 2021 were used. Data on the shape and composition of the obtained particles are given. It is shown that the largest proportion of heavy particles in the samples are compounds of iron oxides.*

Keywords: *radioactivity, aerosols, elemental composition, metal content.*

References

1. Medvedeva S. A., Timofeeva S. S. Fiziko-himicheskie processy v tekhnosfere: Uchebnoe posobie. Vologda: Infra-Inzheneriya, 2017. 224 s. (in Russian)
2. Rajst P. Aerosoli: Vvedenie v teoriyu : per. s angl.. M. : Mir, 1987. 278 s. (in Russian)
3. Spurnyj K. N. Aerosoli. M.: Atomizdat, 1989. 256 s. (in Russian)
4. Fuks H. A. Mekhanika aerazolej. M.: Eksmo, 2009. 351 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 22.10.2022 г.