

УДК 549.67:61(042)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВЗВЕСЕЙ ИСХОДЯ ИЗ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА

© 2012 К.С. Голохваст¹, И.Ю. Чекрыжов², И.Л. Ревуцкая³, Е.В. Соболева¹, О.Л. Щека^{1,4},
В.В. Чернышев^{1,4}, П.А. Никифоров¹, Е.Г. Автомонов^{1,4}, Н.К. Христофорова¹, А.Н. Гульков^{1,4}

¹ Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

² Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

³ Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, г. Биробиджан

⁴ ЗАО ДВНИПИнефтегаз, г. Владивосток

Поступила в редакцию 14.05.2012

В работе предлагается классификация компонентов качественного состава взвесей. Обсуждаются подходы к моделированию и методы производства моделей взвесей, основанного на реальных аналогах.

Ключевые слова: *моделирование, взвеси, природные частицы*

Моделирование в области экологии активно развивается в связи с возрастающей необходимостью мониторинга, прогнозирования и нормализации объемов выбросов в окружающую среду, а также исследования природных атмосферных переносов [1, 14, 16]. Основным направлением исследований в данной области является изучение переноса технологических выбросов промышленных объектов [2, 3, 13], автотранспорта [1, 5] и вулканических выбросов [21], так как известно, что взвешенные в атмосфере частицы оказывают существенное влияние на качество воздуха и климат [11, 12, 20, 22]. Также состав и загрязнение атмосферного воздуха является одним из ведущих факторов риска для здоровья населения. Показано, что атмосферное загрязнение, снижая иммунную сопротивляемость организма, сопровождается ростом инфекционно-аллергических респираторных заболеваний [15].

Голохваст Кирилл Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры нефтегазового дела и нефтехимии. E-mail: droopy@mail.ru

Чекрыжов Игорь Юрьевич, научный сотрудник лаборатории геохимии

Ревуцкая Ирина Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей экологии

Соболева Елена Васильевна, доцент кафедры естественнонаучного образования

Щека Оксана Леонидовна, инженер кафедры нефтегазового дела и нефтехимии

Чернышев Валерий Валериевич, инженер кафедры нефтегазового дела и нефтехимии

Никифоров Павел Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии металлов и металловедения

Автомонов Евгений Геннадьевич, заведующий лабораторией

Христофорова Надежда Константиновна, доктор биологических наук, профессор кафедры общей экологии

Гульков Александр Нефедович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой нефтегазового дела и нефтехимии

Цель работы: исследовать вещественный состав и свойства атмосферных взвесей, предложить на этой основе классификацию их компонентов и способы создания моделей взвесей для эколого-гигиенических экспериментов.

Материалы и методы. Для изучения состава атмосферных взвесей нами был использован один из видов осадков, в которых они фиксируются – снег. Снег собирался согласно нашей методики [7] в момент снегопадов зимой 2011-2012 гг. в городах Владивостоке (12 точек отбора) и Биробиджане (10 точек отбора). Чтобы исключить вторичное загрязнение антропогенными аэрозолями был собран верхний слой (5-10 см) только что выпавшего снега. Его помещали в стерильные контейнеры объемом 1 л. Через пару часов, когда снег в контейнерах растаял, из каждого образца набирали 40 мл жидкости и анализировали на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 NanoTech (фирма Fritsch), позволяющем в ходе одного измерения устанавливать распределение частиц по размерам, а также определять их форму. Предварительное изучение взвесей произведено на стереомикроскопе Zeiss Discovery V12. Фотографирование и определение вещественного состава отдельных частиц выполнено на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S3400N с элементным анализом Thermo Scientific.

Обсуждение результатов. Принято считать, что на живые организмы могут влиять только водорастворимые органические вещества [24], но вещественный состав атмосферных взвесей включает в себя также и нерастворимые вещества и достаточно сильно отличается в разных регионах и условиях. На основании литературных данных [9, 10, 17-19, 24] и собственных результатов [7, 8] можно предложить следующую классификацию компонентов взвесей по вещественному составу:

1) Природные

1.1. Неорганические – (частицы горных пород и минералов (рис. 1), в том числе продукты химических реакций в верхних слоях атмосферы, метеорная и вулканическая пыль)

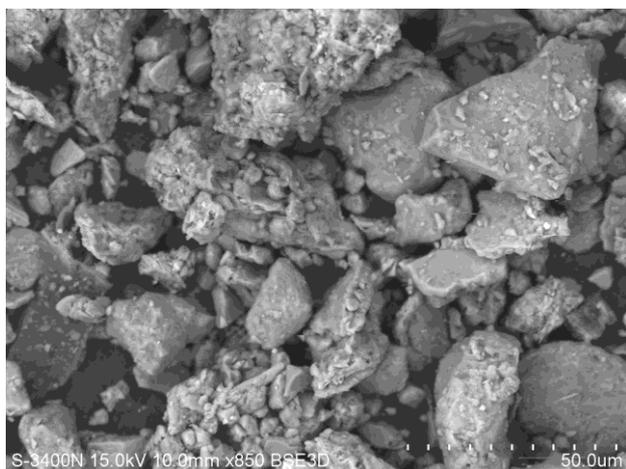


Рис. 1. Частицы глинистых минералов из снега, собранного в районе «Змеинка» г. Владивостока после пыльной бури из Монголии 9.04.2012. x850

1.2. Органические – (аэропланктон, пыльца, растительный детрит (рис. 2), шерсть животных, насекомые и части их тел (рис. 3), пепел лесных пожаров, фрагменты морской органики (таллома водорослей, иглокожих, раковины моллюсков).

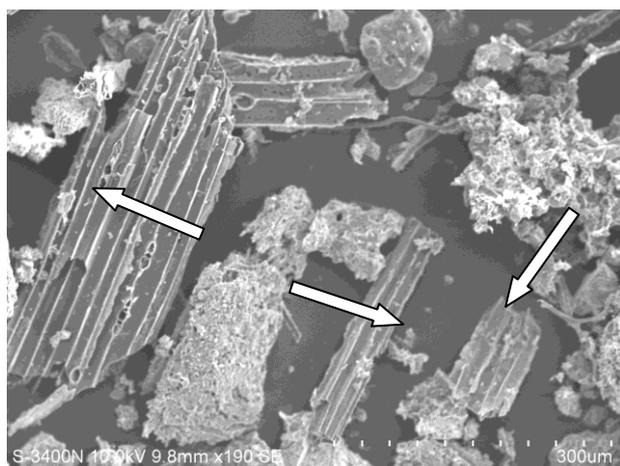


Рис. 2. Частицы растительной органики (указаны стрелкой) из снега, собранного в г. Биробиджан, недалеко от переезда на пос. Лукаши 25.12.2011. x190

2) Техногенные

2.1. Неорганические – (сажа ТЭЦ и котельных (рис. 4), кусочки резины и асфальта, частицы выхлопов автомобилей (сажа и микрочастицы металлов), выбросы промышленных предприятий, отходы и выбросы строительной индустрии, синтетические волокна)

2.2. Органические – (выбросы пищевых производств, результаты горения мусора, в том числе и сельскохозяйственного).

3) Неустановленные

Классическое изучение влияния вещества реальных атмосферных взвесей на живые организмы в эксперименте затруднено из-за их переменного состава (на него влияют: смена розы ветров, бури, тайфуны, взрывы и бурение горной породы, строительные работы) и трудности сбора

достаточного количества материала (для сбора 5 г реальной взвеси необходимо обработать более 20 м² выпавшего на поверхность снега). Поэтому необходимо иметь адекватные и повторяемые экспериментальные модели взвесей.

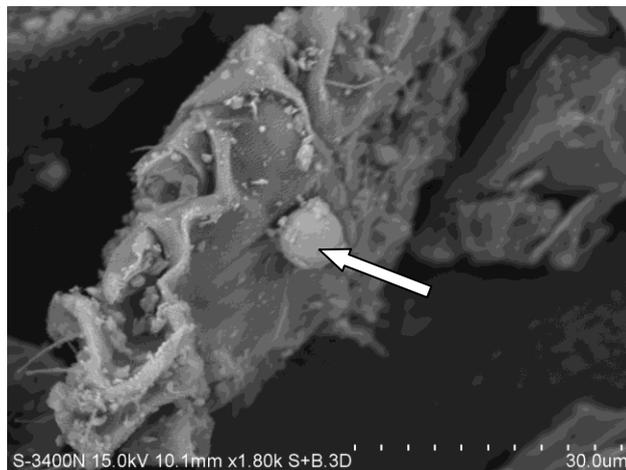


Рис. 3. Часть неопределенного насекомого с прилипшей сажевой сферулой (указано стрелкой) из снега, собранного в г. Биробиджан в районе кольцевой дороги, 25.12.2011. x1800

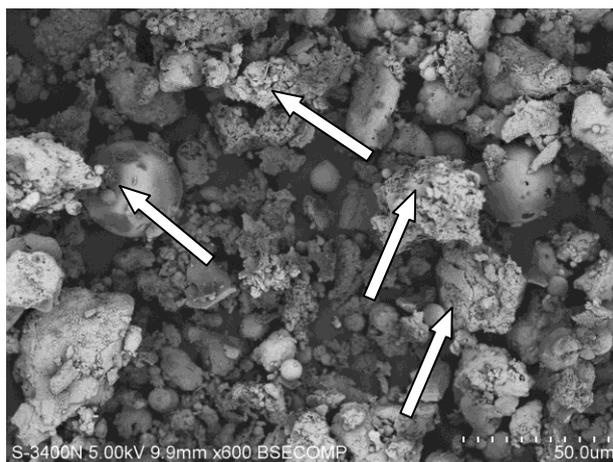


Рис. 4. Частицы сажи и сферулы (указаны стрелкой) из снега, собранного в районе ТЭЦ-2 (менее 500 м) г. Владивостока в январе 2012 г. x600

Наиболее перспективный аналог взвесей – комбинированная смесь компонентов (минеральная, синтетическая и биологическая), как наиболее близкая модель реально существующих атмосферных взвесей. В качестве минерального компонента взвеси, на наш взгляд, логично использовать измельченный цеолитовый туф в двух размерных фракциях: 1) нано (до 1 мкм) (измельчение в планетарной мельнице) и 2) микро (1-100 мкм) (измельчение в ультразвуковом дезинтеграторе или аналоге). Минералы и обломки горных пород, входящие в состав туфа (цеолиты, глины, полевошпат, кварц, вулканическое стекло), часто находятся в постоянном контакте с живыми организмами, и, что важно, являются одними из наиболее широко представленных минеральных типов.

Синтетический компонент – измельченная пластмасса (сначала измельчается на металлической тёрке (до размера гранул менее 1 мм), а потом в планетарной мельнице (до десятков мкм). Дальнейшее измельчение из-за пластических свойств материала не возможно. Биологический компонент представляет собой измельченную в ультразвуковом дезинтеграторе смесь листьев наземных деревьев, водорослей, волос животных (кошек, собак). Ранее считалось, что иммуноаллергическую реакцию могут давать только биоорганические компоненты взвеси (не стоит забывать об аэропланктоне!), но это требует дальнейшего изучения, так как существуют сообщения о вызове специфической реакции иммунной системы на микрочастицы минералов [6, 23].

Монокомпоненты смешиваются в зависимости от состава реальной атмосферной взвеси, определенного в данном регионе или сезоне с помощью гранулометрического анализа [7]. Полученные модели атмосферных взвесей можно использовать при проведении экспериментов на лабораторных животных как *in vivo*, так и *in vitro*. В этом случае можно будет говорить о реальном воздействии твердого компонента взвесей и делать более обоснованные эколого-гигиенические выводы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Адмаев, О.В.* Моделирование оценки выбросов автотранспорта в Красноярске // Моделирование в экологии. 2005. № 3. С. 143-150.
2. *Бабешко, В.А.* Математика и проблема безопасной эвакуации при авариях радиационной и токсической природы // Соросовский образовательный журнал. 1997. №7. С. 116-120.
3. *Безуглова, Н.Н.* Реконструкция поля концентрации золы угля, выпадающей на снег в районе ТЭЦ ЗАО Кучуксульфат за зимний период / *Н.Н. Безуглова, С.А. Петров, Ю.А. Суковатов, И.А. Суторихин* // Ползуновский вестник. 2006. №2. С. 217-220.
4. Большая советская энциклопедия: В 30 т. – М.: Советская энциклопедия, 1969-1978.
5. *Говоруценко, Н.Я.* Проблемы и методы оценки экологического и энергетического качества автомобильных дорог / *Н.Я. Говоруценко, В.В. Филиппов, Г.В. Величко.* – Автоматизированные технологии CREDO, 2000. С. 45-51.
6. *Голохваст, К.С.* Исследование влияния цеолитита Лютогского месторождения на продукцию цитокинов лейкоцитами цельной крови человека / *К.С. Голохваст, А.М. Паничев, И.Э. Памирский* и др. // Российский аллергологический журнал. 2010. №5, вып. 1. С. 79-80.
7. *Голохваст, К.С.* Гранулометрический и минералогический анализ взвешенных в атмосферном воздухе частиц / *К.С. Голохваст, Н.К. Христофорова, П.Ф. Кику* и др. // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. №2 (40). С. 94-100.
8. *Голохваст, К.С.* Первые данные по вещественному составу атмосферных взвесей Владивостока / *К.С. Голохваст, И.Ю. Чекрыжов, А.М. Паничев* и др. // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13, №1(8). С. 1853-1857.
9. *Иванов, В.В.* Вещественный состав нерастворимых частиц в снежном покрове Южного Сахалина (данные электронной микроскопии и ИК-спектроскопии) / *В.В. Иванов, Н.А. Казаков, Л.Г. Колесова* и др. // Тезисы докладов Международного симпозиума «Физика, химия и механика снега», Южно-Сахалинск, 2011. С. 33-37.
10. *Карасёв, В.В.* Образование наноаэрозоля оксидов металлов, кремния и сажи в процессах горения и пиролиза: автореф. дисс. ... канд. физ.-мат. наук. – Н., 2006. 23 с.
11. *Кондратьев, К.Я.* Атмосферный аэрозоль как климатообразующий компонент атмосферы. 1. Свойства аэрозолей различных типов // Оптика атмосферы и океана. 2004. Т. 17, №1. С. 5-24.
12. *Куценогий, К.П.* Аэрозоли Сибири. Итоги семилетних исследований / *К.П. Куценогий, П.К. Куценогий* // Сибирский экологический журнал. 2000. №1. С. 11-20.
13. *Петров, С.А.* Моделирование переноса примеси от импульсного источника на переменной сетке / *С.А. Петров, Ю.А. Суковатов* // Ползуновский вестник. 2006. №2. С. 220-223.
14. *Свиныхов, В.Г.* Исследование, моделирование и прогноз загрязнения атмосферы в городе: автореф. дисс. ... д-ра геогр. наук. – Владивосток, 1997. 44 с.
15. *Федоруценко, Л.С.* Диагностика и лечение пневмокозиозов. – Минск: БелМАПО, 2008. 60 с.
16. *Цыро, С.Г.* Региональная модель для исследования физических и химических свойств взвешенных частиц в Европе: автореф. дисс. ... канд. физ.-мат. наук. – СПб., 2008. 23 с.
17. *Шамлюв, А.Ю.* Вещественный анализ и геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск., 2001. 23 с.
18. *Шевченко, В.П.* Распределение и состав нерастворимых частиц в снеге Арктики / *В.П. Шевченко, А.П. Лисицын, Р. Штайн* и др. // Проблемы Арктики и Антарктики. 2007. №75. С. 106-118.
19. *Amato, F.* Sources and variability of inhalable road dust particles in three European cities / *F. Amato, M. Pandolfi, T. Moreno* et al. // Atmospheric Environment. 2011. Vol. 45, № 37. P. 6777-6787.
20. *Kulmala, M.* Corrigendum to "Introduction: European Integrated Project on Aerosol Cloud Climate and Air Quality interactions (EUCAARI) – integrating aerosol research from nano to global scales" / *M. Kulmala, A. Asmi, H.K. Lappalainen* et al. // Atmospheric Chemistry and Physics. 2009. № 9. P. 2825-2841.
21. *Lim, L.L.* A simple deterministic model for volcanic ashfall deposition / *L.L. Lim, W.L. Sweatman, R. McKibbin* // ANZIAM Journal. 2008. Vol. 49, Part 3. P. 325-336.
22. *Mahowald, N.* Aerosol impacts on climate and biogeochemistry / *N. Mahowald, D.S. Ward, S. Kloster* et al. // Annual Review of Environment and Resources. 2011. Vol. 36, № 1. P. 45-74.
23. *Pavelic, K.* Immunostimulatory effect of natural clinoptilolite as a possible mechanism of its antimetastatic ability / *K. Pavelic, M. Katic* et al. // J. Cancer Res. Clin. Oncol. 2002. Jan. 128(1). P. 37-44.
24. *Skinner, H.C.W.* The Earth, source of health and hazards: an introduction to medical geology // Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 2007. № 35. P. 177-213.

SOME ASPECTS OF ATMOSPHERIC SUSPENSES MODELING BASED ON MATERIAL COMPOSITION

© 2012 K.S. Golokhvast¹, I.Yu. Chekryzhov², I.L. Revutskaya³, E.V. Soboleva¹, O.L. Shcheka^{1,4}, V.V. Chernyshev^{1,4}, P.A. Nikifirov¹, E.G. Avtomonov^{1,4}, N.K. Khristoforova¹, A.N. Gulkov^{1,4}

¹ Far Eastern Federal University, Vladivostok

² Far Eastern Geological Institute FEB RAS, Vladivostok

³ Sholem Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan

⁴ JSC DVNIPIneftegas, Vladivostok

We propose a classification of components of the quality of suspensions. We discuss approaches to modeling and methods of production models of suspensions based on real-world counterparts.

Key words: *modeling, suspensions, nature particle*

Kirill Golokhvast, Candidate of Biology, Associate Professor at the Department of Oil and Gas Deal and Petrochemistry. E-mail: droopy@mail.ru

Igor Chekryzhov, Research Fellow at the Geochemistry Laboratory

Irina Revutskaya, Candidate of Biology, Associate Professor at the Common Ecology Department

Elena Soboleva, Candidate of Biology, Associate Professor at the Naturally-Scientific Education

Oksana Shcheka, Engineer at the Department of Oil and Gas Deal and Petrochemistry

Valeriy Chernyshov, Engineer at the Department of Oil and Gas Deal and Petrochemistry

Pavel Nikiforov, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Metal Technology and Metals Science

Evgeniy Avtonomov, Chief of the Laboratory

Nadezhda Khristoforova, Doctor of Biology, Professor at the Common Ecology Department

Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Oil and Gas Deal and Petrochemistry

Alexander Gulkov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Oil and Gas Deal and Petrochemistry