

Состав взвешенных микрочастиц в атмосферном воздухе г. Хабаровска

К.С. Голохваст, доцент кафедры, канд. биол. наук¹

Е.А. Алейникова, аспирант²

¹ Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

² Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

e-mail: droopy@mail.ru

Ключевые слова:
взвеси,
микрочастицы,
загрязнение атмосферы,
экологический фактор.

В работе приведены результаты исследования нано- и микрочастиц атмосферных взвесей, содержащихся в снеге г. Хабаровск зимой 2011/2012 гг. Показано применение лазерной гранулометрии и сканирующей электронной микроскопии для изучения качественного и количественного состава взвесей атмосферных осадков. Выявлено распределение взвешенных в воздухе частиц различных размеров в районах города, различающихся антропогенной нагрузкой.

1. Введение

Дальний Восток относится к числу наиболее интересных регионов России с точки зрения изучения взвешенных в атмосфере нано- и микрочастиц, которые, несомненно, оказывают существенное влияние на качество воздуха, климат, людей и животных. Интерес этот обусловлен уникальным географическим расположением городов, их отдаленностью друг от друга, низкой промышленной активностью и мощными сезонными переносами воздушных масс в системе «океан—материк».

Данная работа посвящена одному из крупнейших городов Дальневосточного федерального округа России с населением на 2012 г. более 580 000 человек — Хабаровску. Этот город, расположенный на правом берегу реки Амур на Среднеамурской низменности, является крупным узлом на стыке водных, воздушных, железнодорожных и автомобильных коммуникаций с севера и запада страны, имеющих международное, общероссийское и региональное значение. По объему железнодорожных, речных и автомобильных перевозок город занимает первое место в регионе. В городе четыре железнодорожные станции, узел автодорог, два аэропорта, речной порт (www.khabarovskadm.ru).

Источниками антропогенного пыления на описываемой территории являются: три крупные ТЭЦ, ряд предприятий химической и нефтяной промышленности, судостроительный завод и еще около 10 крупных

предприятий. Ежегодно промышленные предприятия г. Хабаровск выбрасывают в атмосферу около 120 тыс. т вредных веществ, транспорт — около 90 тыс. т (www.khabarovskadm.ru). Климат умеренный, муссонный, с малоснежной и очень холодной для такой низкой широты зимой, жарким и влажным летом.

Причиной данного исследования стало отсутствие данных о вещественном и гранулометрическом составе атмосферных взвесей г. Хабаровска.

2. Район работ, материалы и методы

Пробы снега собирались во время снегопада зимой 2011 г. на шести станциях в г. Хабаровске, различающихся экологическими условиями, согласно нашей методике [1]. Чтобы исключить вторичное загрязнение антропогенными аэрозолями, собирался верхний слой (5–10 см) только что выпавшего снега с площади 1 м². Его помещали в контейнеры объемом 3 л, дважды отмытые дистиллированной водой. Через два часа, когда снег в контейнерах растаял, из каждого образца набирали 60 мл жидкости и анализировали на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 Nanotec (фирма Fritsch). Измерения проводились в режиме «nanotec» с установками «carbon/water 20°C» и «quartz/water 20°C».

Среди станций отбора наиболее экологически напряженными являются точки, находящиеся в Центральном районе (так как там отмечено максимальное скопление автотранспорта), район железно-

Таблица 1

Распределение частиц в снеге по фракциям на станциях отбора проб

Фракция и ее диаметр, мкм	Точки и время отбора проб											
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
1 0,1-1						0,01-0,03 1%			0,2-0,3 2%			
						0,04-0,4 8%						
2 1-10	3-4 2%	4-6 9%	5-25 77%	4-8 18%	4-6 2%	7-30 3%	2-10 100%	3-4 3%	5 1%	5-7 2%	3-4 8%	
					7-10 5%			8-10 28%	8-10 2%	8-10 3%	4-6 21%	
3 10-50	10-20 10%			10-30 38%	10-20 4%	7-30 3%		25-40 69%	3-40 4%	10-25 5%	9-20 28%	
	30-50 88%	20-30 15%	25-50 23%	30-50 44%	25-35 18%					30-40 12%	30-40 43%	
		35-45 55%		40-50 25%								
4 50-100		50-90 21%			60-90 22%	60-200 52%						
5 более 100					100-200 18%							
					250-300 6%	500-900 86%						
							600-1000 61%					

дорожного вокзала и нефтеперерабатывающего завода. Все территории с высоким уровнем техногенного воздействия расположены в черте города.

Станция отбора № 1 — парк «Динамо» — располагалась в Центральном районе г. Хабаровска (ул. Карла Маркса, 62). Парк расположен в зоне негативного техногенного воздействия в «транспортном квадрате», образованном пересечением четырех магистралей. Точка в парке была взята в зоне с максимальной посещаемостью населения.

Станция отбора № 2 находилась в районе Хабаровского нефтеперерабатывающего завода (ул. Металлистов, 17).

Станция отбора № 3 находилась в Краснофлотском районе г. Хабаровска, отбор проб снега осуществлялся в районе детского санатория «Амурский». Оказываемое техногенное воздействие на данную территорию — минимальное, поскольку она удалена от действующих источников загрязнения и интенсивность автотранспортного движения в этом районе минимальна.

Станция отбора № 4 располагалась по ул. Ухтомского, в районе железнодорожного вокзала г. Хабаровска.

Станция отбора № 5 находилась в зоне воздействия ТЭЦ-3, расположенной в пригороде г. Хабаровска.

Станция отбора № 6 также была расположена в районе парка «Динамо», в зоне «Покоя» с минимальной посещаемостью населения.

Отбор проб проводился на указанных станциях дважды: 23.12.2011 г. (пробы 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6) и 25.12.2011 г. (пробы 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6).

3. Результаты и обсуждение

Гранулометрический состав частиц в снеге в исследованных точках отбора приведен в табл. 1. Как можно видеть, частицы с диаметром менее 10 мкм в достаточном количестве встречаются в районах 1.3, 1.4, 2.1, 2.2 и 2.5.

Наибольшее количество мелких частиц, взвешенных в атмосферном воздухе, выявлено в районе парка «Динамо» (точка 2.1). В данном крупнейшем транспортном узле в воздухе содержатся самые опасные для здоровья человека фракции. Это можно объяснить повышенным грузопотоком транспорта в области, пересечением четырех магистралей и максимальной загруженностью дорог.

При исследовании с помощью сканирующей электронной микроскопии было выявлено большое количество сажевых частиц (сферул), которые, по нашему мнению, являются продуктом выхлопа автомобильного транспорта (в частности, дизельных двигателей) (рис. 1).

В этой же точке отбора были обнаружены микрочастицы различных металлов (Fe, Pb, Ti, Sr, Ba, Co), которые могут иметь как техногенное (автотранспорт), так и природное происхождение (рис. 2 и 3).



Рис. 1. Обзорный снимок микрочастиц из пробы снега, собранного 23.12.2011 г. в районе «транспортного квадрата» (проба 1.1).

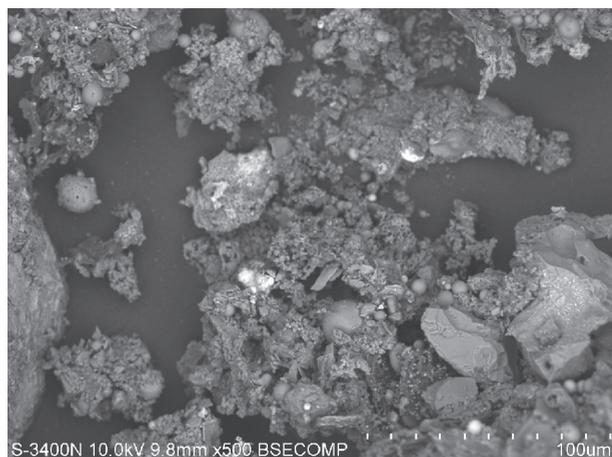


Рис. 4. Обзорный снимок микрочастиц из пробы снега, собранного 23.12.2011 г. в районе ТЭЦ-3, выполненный во вторичных отраженных электронах.

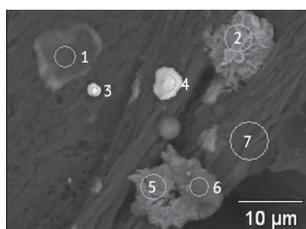


Рис. 2

Рис. 2. Обзорный снимок микрочастиц из пробы снега, собранного 25.12.2011 г. в районе «транспортного квадрата» (проба 2.1).

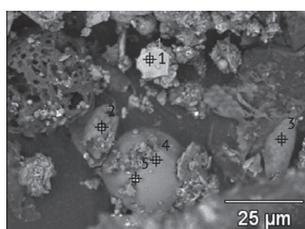


Рис. 3

Рис. 3. Обзорный снимок микрочастиц из пробы снега, собранного 23.12.2011 г. в районе «транспортного квадрата» (проба 1.1), выполненный во вторичных отраженных электронах.

Данные энергодисперсионного анализа приведены в табл. 2, 3.

На станциях отбора проб 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.2, 2.4 и 2.5 было отмечено довольно высокое содержание взвесей размером от 10 до 50 мкм, которые, судя по сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионным анализом, представляли собой преимущественно техногенные образования — микрочастицы сажи, мусора и металлов (преимущественно Fe, но обнаружены и частицы Ti, Sr и Mn). Так, в районе ТЭЦ-3 (станции 1.5 и 2.5) обнаружено большое количество сажевых частиц вперемешку с минералами и неопределяемым техногенным мусором (рис. 4).

Наиболее крупные частицы взвесей (до 1 мм) встречались в образцах из проб 1.6, 2.6 (парк «Дина-

Таблица 2

Состав микрочастиц металлов из района «транспортного квадрата»

Элемент	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 3	Спектр 4	Спектр 5	Спектр 6	Спектр 7
	Масс. %	Масс. %	Масс. %	Масс. %	Масс. %	Масс. %	Масс. %
O	33,69±0,72	31,18±0,48	30,73±0,46	30,19±0,28	42,85±0,34	33,89±0,53	26,16±0,74
Ca	2,33±0,38	18,46±0,31	3,07±0,21	3,05±0,10	24,07±0,21	16,95±0,33	8,30±0,34
Na	9,17±0,22	0,70±0,11	0,76±0,10	0,90±0,09	0,38±0,04	0,81±0,13	0,86±0,16
N	7,31±1,36						8,82±1,61
K	3,41±0,20	11,51±0,23	1,88±0,32	2,16±0,08	0,68±0,06	1,22±0,13	4,74±0,25
Al	0,99±0,14						0,62±0,10
Si	1,15±0,09				0,27±0,03	2,06±0,08	2,41±0,12
C	27,02±0,50	12,42±0,20	10,26±0,22	9,95±0,11	11,22±0,11	27,19±0,28	32,98±0,46
S		14,62±0,18	12,02±0,21	11,61±0,11	18,76±0,13	11,32±0,18	
Mg	0,72±0,11			0,44±0,05	0,28±0,04	1,73±0,13	1,80±0,16
Cl	14,22±0,28	11,11±0,19	2,80±0,15	2,37±0,07	1,49±0,06	4,84±0,16	13,31±0,28
Co				2,85±0,33			
Sr			12,02±0,48	11,43±0,16			
Ba			26,45±2,03	25,06±0,98			
Итого	100,00	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0

Таблица 3

Состав микрочастиц из района «транспортного квадрата»

Элемент	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 3	Спектр 4	Спектр 5
	Масс. %	Масс. %	Масс. %	Масс. %	Масс. %
O	11,23±0,33	34,56±0,65	40,14±0,51	49,41±0,47	9,89±0,32
Ca		4,61±0,37	2,25±0,24		1,57±0,27
Na	0,41±0,05	1,04±0,09	1,10±0,06	3,78±0,14	23,47±0,21
N			7,74±0,75		
K	29,91±0,36	1,59±0,26			0,71±0,11
Al	6,22±0,17	1,97±0,22	1,48±0,07	11,33±0,25	2,32±0,13
Si	18,42±0,23	35,23±0,49	19,88±0,21	27,77±0,36	5,39±0,10
C	5,86±0,13	17,73±0,43	24,20±0,26	7,71±0,23	18,88±0,49
S	0,62±0,08		1,02±0,13		
Mg	2,64±0,11		0,38±0,06		
Cl	1,46±0,12	3,28±0,23	1,81±0,10		37,78±0,34
Ti	21,77±1,11				
Fe	1,46±0,40				
Итоги	100,00	100,0	100,00	100,00	100,00

мо»), 2.3 (детский санаторий), 2.4 (железнодорожный вокзал), взятых в наиболее благоприятных для проживания районах.

В целом частицы взвесей, обнаруженные в этих районах, являются природными — минералы, растительный детрит, части насекомых. Но в этих же районах было найдено и большое количество (более 10), судя по морфологии, природных абиогенных микрочастиц SrSO₄ (рис. 5).

Данные энергодисперсионного анализа приведены в табл. 4.

Следует обратить внимание на то, что ранее [2] нами было показано, что частицы наиболее мелкого размерного состава обладают огромной удельной площадью поверхности (до 14 421,33 см²/см³) и могут сорбировать большое количество токсических веществ [3].

4. Выводы

Полученные данные позволяют провести эколого-гигиеническое районирование г. Хабаровска по содержанию и составу микрочастиц атмосферных взвесей. Исходя из вещественного состава взвесей

и их опасности для здоровья, г. Хабаровск можно условно разделить на три группы районов:

- неблагоприятные для проживания (нефтеперерабатывающий завод, крупные автотранспортные и железнодорожные узлы);
- условно неблагоприятные для проживания (средние автотранспортные узлы, ТЭЦ);
- условно благоприятные для проживания (пригородные и лесопарковые зоны).

Следует отметить, что атмосферные взвеси Хабаровска в целом отражают экологические и географические предпосылки к их составу — среднее количество источников техногенных взвесей, а также побережье крупной реки и равнинный рельеф в качестве источников минеральной пыли.

Необходимо также отметить, что одно из самых интересных наблюдений — это сохранение общих тенденций в одних и тех же станциях отбора в разные временные интервалы.

Понятно, что при установлении гранулометрических характеристик в тех или иных районах можно говорить лишь о преобладающих размерах

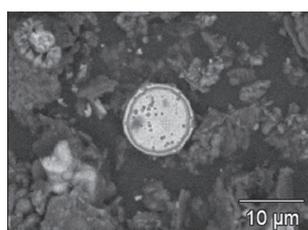


Рис. 5. Обзорный снимок микрочастицы Sr из пробы снега, собранного 25.12.2011 г. в районе парка «Динамо» (проба 2.6), выполненный во вторичных отраженных электронах.

Таблица 4

Состав микрочастиц

Элемент	Спектр 1	Элемент	Спектр 1
	Масс. %		Масс. %
O	26,09±0,16	S	14,82±0,08
Ca	2,97±0,06	Mg	2,51±0,04
Na	0,14±0,02	Cl	1,08±0,07
K	0,87±0,04	Ba	2,03±0,38
C	10,49±0,07	Sr	39,01±0,22
Итоги			100,00

или фракциях, поскольку на данные показатели влияет огромное количество факторов, как постоянных (климат, направление ветра, сезонность, см. табл. 1), так и временных (техногенных — строительство дорог, появление новых предприятий

с большим выбросом и природных — пыльные бури и тайфуны).

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ 12-04-13002-ДВФУ_а и Гранта Президента для молодых ученых МК-1547.2013.5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голохваст К.С., Христофорова Н.К., Кику П.Ф., Гульков А.Н. Гранулометрический и минералогический анализ взвешенных в атмосферном воздухе частиц // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. — 2011. — № 2 (40). — С. 94—100.
2. Голохваст К.С., Алейникова Е.А., Никифоров П.А., Гульков А.Н., Христофорова Н.К. Гранулометрический анализ взвешенных микрочастиц в атмосферных осадках г. Хабаровска // Вода: химия и экология. — 2012. — № 6. — С. 117—122.
3. Иванов В.П., Трухан С.Н., Кочубей Д.И. и др. Анализ природы адсорбированных слоев атмосферных аэрозолей // Химия в интересах устойчивого развития. — 2006. — Т. 14. — № 5. — С. 449—452.

Composition of Suspended Micro-particles in the Air of Khabarovsk

K.S. Golokhvast, Chair Associate Professor, Ph.D. in Biology, Far East Federal University, Vladivostok

E.A. Aleinikova, Postgraduate Student, Pacific State University, Khabarovsk

The research results of nano- and micro-particles of atmospheric suspensions contained in the snow of Khabarovsk during the winter of 2011/2012 are presented in this paper. The use of laser granulometry and scanning electronic microscopy for researching of qualitative and quantitative composition of precipitation suspensions is shown. The distribution of airborne particles with different sizes is revealed in the city parts distinguished by anthropogenic load.

Keywords: suspensions, micro-particles, atmospheric pollution, ecological factor.

Информационное сообщение Минобрнауки России по вопросам процедур защиты и проверки текстов диссертаций

В сообщении, в частности, указано, что создание системы проверки использования заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования относится к полномочиям образовательной (научной) организации, на базе которой действует диссертационный совет, и осуществляется в инициативном порядке. Система выявления неправомерных заимствований (так называемая программа «Антиплагиат») не имеет никакого отношения ни к Минобрнауки России, ни к Высшей аттестационной комиссии: разработана в инициативном порядке; какой-либо аттестации или аккредитации при Министерстве либо ВАК не проходила. Использование таких программ осуществляется гражданами или организациями самостоятельно, вопрос платности использования устанавливается правообладателями — частными лицами. Делать выводы о качестве научного исследования только по результатам компьютерной проверки невозможно и неправомерно. Признание «факта плагиата» может быть сделано только в судебном порядке.

Минобрнауки России и ВАК рассматривают обращения граждан и организаций по вопросам возможных неправомерных заимствований в установленном законодательством порядке. Поступающие обращения направляются в диссертационный совет, в котором проводилась защита, для оценки указанных в обращении фактов неправомерных заимствований. Заключение диссертационного совета рассматривается соответствующим Экспертным советом ВАК, Президиумом ВАК, и только после прохождения данных этапов возможно принятие решения со стороны Министерства.

Вопрос о необоснованности присвоения учёной степени кандидата наук или учёной степени доктора наук может рассматриваться исключительно на основе комплексного анализа диссертации, включающего проверку соблюдения формальных процедур защиты и оценку реальных результатов проведённого научного исследования. Лица, которым учёные степени присуждены необоснованно и (или) с нарушением процедур рассмотрения и принятия решения о присуждении учёной степени, могут быть лишены этих степеней по решению диссертационных советов, на заседании которых состоялась защита диссертаций, или по решению Минобрнауки России.

Источник: Сайт Минобрнауки России — <http://минобрнауки.рф>