

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ПО ВЕЩЕСТВЕННОМУ СОСТАВУ АТМОСФЕРНЫХ ВЗВЕСЕЙ ВЛАДИВОСТОКА

© 2011 К.С. Голохваст^{1,2}, И.Ю. Чекрыжов³, А.М. Паничев⁴, П.Ф. Кику²,
Н.П. Христофорова^{1,4}, А.Н. Гульков^{1,5}

¹ Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

² Владивостокский филиал Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания СО РАМН – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения

³ Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

⁴ Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

⁵ ЗАО «ДВНИПИнефтегаз», г. Владивосток

Поступила в редакцию 04.10.2011

В работе приведены первые данные по вещественному составу атмосферных взвесей современного города на примере г. Владивостока. Показано, что доля техногенных частиц составляет не более 10-15%.

Ключевые слова: *взвеси, природные частицы, техногенные частицы, экология*

На сегодняшний день важным экологическим вопросом является выяснение механизма влияния частиц природных и техногенных взвесей на живые организмы и растительный мир ввиду постоянно нарастающего объема промышленных выбросов и как следствие – опасности повышения концентрации в окружающей среде частиц техногенного происхождения (в том числе наноразмерных). Поскольку человек постоянно дышит воздухом, в котором всегда присутствует, как природная (минеральная и органическая), так и техногенная пыль, возникает вопрос: доля каких частиц в атмосфере современного города преобладает – природных или техногенных? Пока среди атмосферных взвесей изучались лишь природные минеральные и органические пыли, попадающие в атмосферу с участков почвенной и грунтовой эрозии, в результате вулканических извержений, в виде смога и пыли при горении лесов и торфяников [1, 3, 5]. Органические взвешенные вещества, искусственные, особенно, изучены явно слабее.

Главным источником техногенных взвесей в атмосфере является транспорт, прежде всего

автомобильный (частицы истираемых шин, дорожного полотна и сажи), выбросы промышленных предприятий (особенно предприятий стройиндустрии), предприятий теплоэнергетики (частицы золы и сажа) [3, 8, 9]. Ранее нами были продемонстрированы гранулометрические характеристики атмосферных взвесей современного города [4], в этой работе мы решили сконцентрироваться на изучении вещественного состава атмосферных взвесей.

Материалы и методы. Анализ природных атмосферных взвесей выполнен на примере города-порта Владивостока. Пробы (атмосферные осадки в виде снега) собирались в течение зимнего сезона 2010-2011 гг. во время снегопадов. Чтобы исключить вторичное загрязнение антропогенными аэрозолями, отбирался только верхний слой (5-10 см) свежеснежавшего снега. Снег помещали в стерильные контейнеры объемом 1 л. Через пару часов, когда снег в контейнерах полностью истаял, после взбалтывания из каждого образца набирали 40 мл жидкости и анализировали на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 NanoTech (Fritsch). Это позволяло в ходе одного измерения устанавливать распределение частиц по размерам, а также определить их форму. Вещественный анализ взвесей производили на световом микроскопе Zeiss Discovery V12 (Германия) (ДВГИ ДВО РАН) и электронном микроскопе Zeiss Ultra Plus с энергодисперсионным спектрометром (Германия) (ЛЭМОИ ДВФУ). Напыление образцов для электронного микроскопа производили золотом.

Результаты. Оценка атмосферного переноса вещества и общей массы взвесей, произведенные разными авторами, расходятся в десятки и сотни раз, что связано с несовершенством применяемых методик [2]. Тоже можно сказать и про качественный и количественный состав

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

Чекрыжов Игорь Юрьевич, научный сотрудник лаборатории геохимии

Паничев Александр Михайлович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии и охраны животных.

Кику Павел Федорович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией медицинской экологии
Христофорова Надежда Константиновна, доктор биологических наук, профессор кафедры общей экологии

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

взвесей. Несмотря на это, при световой микроскопии нами были выделены основные типы частиц взвесей, взятых в восьми районах Владивостока: 1) п-ове Шкота (район улицы Крыгина); 2) ул. Пушкинской (район фуникулера); 3) Первой речки (район улицы Комсомольской); 4) Второй речки (район пересечения ул. Русской и ул. Багратиона); 5) Садгорода (берег моря); 6) Емара (берег моря); 7) Змеинки (район улицы Космодемьянской) и 8) бухты Тихая (зеленая зона на расстоянии 500 м от ТЭЦ-2).

В типичном образце, взятом на полуострове Шкота (берег моря) (рис. 1), были определены: кварц, полевой шпат, кварц-полево-шпатовые сростки, кварц с малахитовыми пленками, каолинит, труднодиагностируемые частички горных пород, кремнисто-железо-оксидные частицы, стекловатые частицы, техногенные частицы неустановленного происхождения, плаггиоклазы, частицы бетона, шлаковые спеки, растительный детрит, частицы резины.



Рис. 1. Минеральная взвесь из образца снега, собранного на полуострове Шкота.
Увеличение $\times 16$



Рис. 2. Минеральная взвесь из образца снега, собранного в районе Первой речки.
Увеличение $\times 10$

В районе Первой речки (промышленный район с наличием ТЭЦ-1) (рис. 2) были определены частицы сажи, кварца, полевого шпата, битума, стекла, резины. Сажа в виде слоя покрывает все остальные частицы, но при этом преобладающими по количеству, являются минеральные природные частицы.

В образце, взятом на улице Пушкинской (промышленный район) (рис. 3), были определены: кварц, полевой шпат, синтетические волокна, сажа (шлаки), оксиды железа, плёнки (органические и неорганические).



Рис. 3. Минеральная взвесь из образца снега, собранного в районе ул. Пушкинской.
Увеличение $\times 8$

В снеге в районе Второй речки (район с повышенной автомобильной нагрузкой) (рис. 4) были определены: кварц, частицы резины, полевой шпат, синтетические волокна, сажа, шлак, частицы неустановленной органики.

В образце, взятом в районе Садгород (берег моря) (рис. 5), были определены: кварц, полевой шпат, шлак, ил, растительный детрит, неустановленная органика (волосы животного и фрагменты растений или водорослей), синтетические частицы, частицы углы. Многие частицы агрегированы.



Рис. 4. Минеральная взвесь из образца снега, собранного в районе Второй речки.
Увеличение $\times 18$



Рис. 5. Минеральная взвесь из образца снега, собранного в районе Садгород. Увеличение $\times 8$.

В районе Емар (берег моря) (рис. 6) были определены: кварц, полевой шпат, плагиоклазы, эпидоты, металлические оксиды, частицы угля и асфальта, растительный детрит.



Рис. 6. Минеральная взвесь из образца снега, собранного в районе Емар. Увеличение $\times 8$

В снеге, взятом в районе Змеинка (берег моря) (рис. 7), были определены: кварц, полевой шпат, плагиоклазы, халцедон, эпидоты, техногенные частицы неустановленного происхождения.

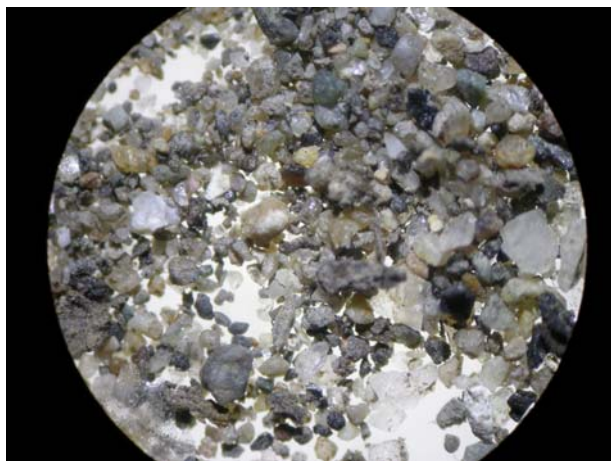
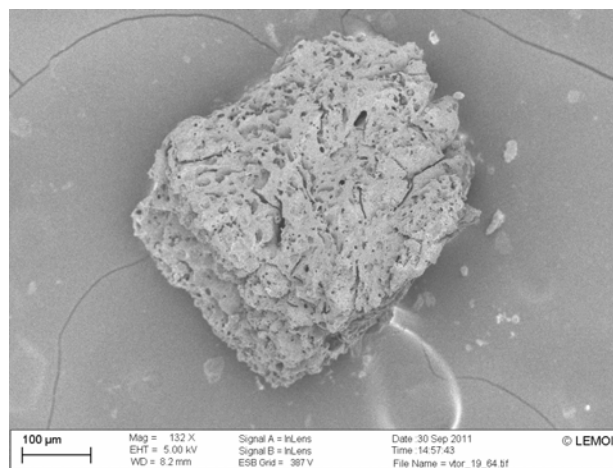


Рис. 7. Минеральная взвесь из образца снега, собранного в районе Змеинка. Увеличение $\times 18$

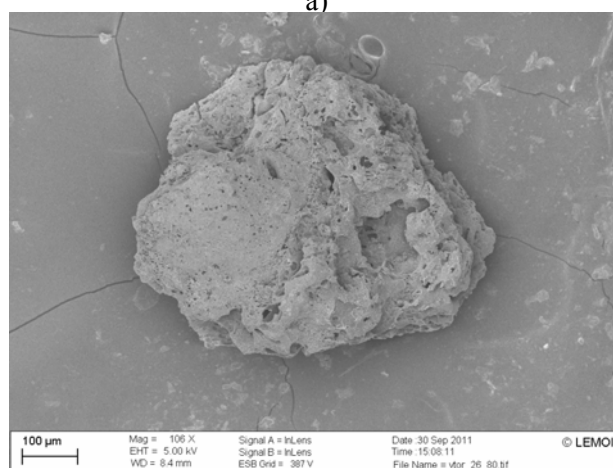
В образце, взятом в районе бухты Тихой (промышленный район рядом с ТЭЦ-2) (рис. 8), были определены: сажа, шлак, кварц, полевой шпат, плагиоклазы, спеки.



Рис. 8. Минеральная взвесь из образца снега, собранного в районе бухты Тихой. Увеличение $\times 18$



а)



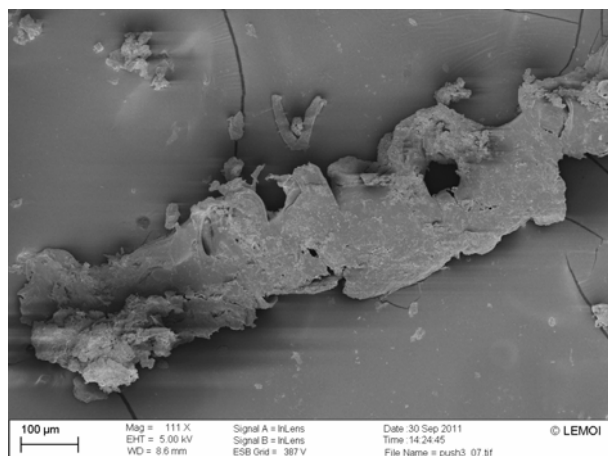
б)

Рис. 9. Электронная микрофотография частицы резины (а и б) из образца в районе Второй речки. Увеличение а) $\times 132$ и б) $\times 106$

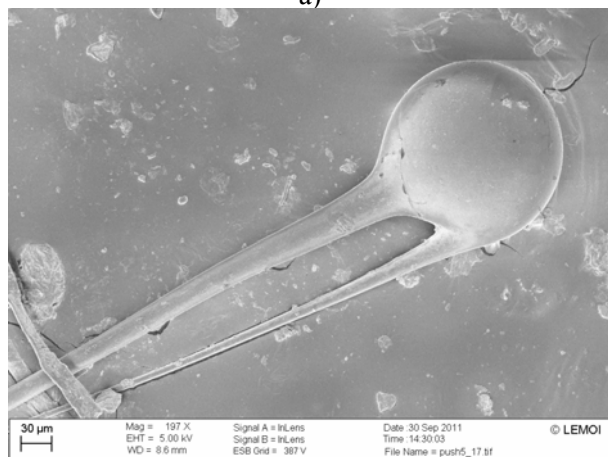
Следует сделать вывод, что при световой микроскопии можно получить лишь предварительные и приблизительные результаты о составе

атмосферных взвесей. Для верификации полученных образцов необходимо изучать типичные и наиболее интересные частицы при электронной микроскопии с элементным анализом. Стоит также отметить, что по всем районам г. Владивостока отмечается выраженная закономерность между экологическими характеристиками районов (например, повышенная автомобильная нагрузка или близость моря) и составом взвесей (частицы резины и фрагменты органики соответственно). Так, в районе Второй речки с повышенным автомобильным прессом встречались частички резины (рис. 9 а и б)

В районе улицы Пушкинской встречается много техногенных частиц, в том числе пластиковых (рис. 10а) и стеклянных (рис. 10б) волокон.



а)



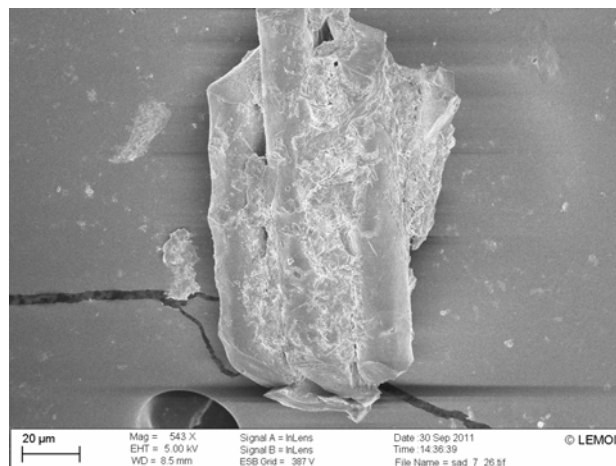
б)

Рис. 10. Электронная микрофотография частицы пластикового (а) и стеклового волокна в районе улицы Пушкинской. Увеличение а) $\times 111$ и б) $\times 197$

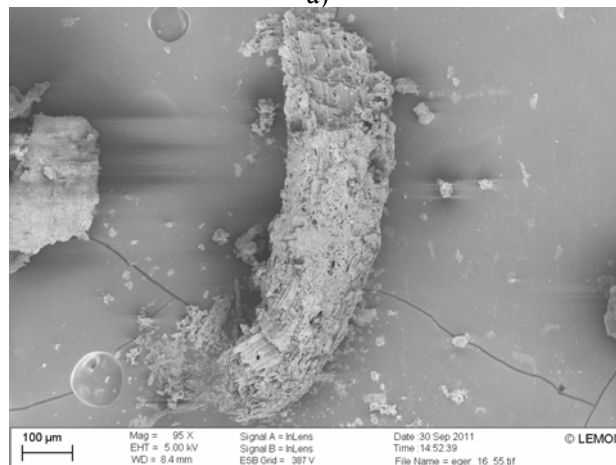
Вблизи моря, в пробах района Садгород (рис. 11а) и Эгершельд (рис. 11б) были обнаружены фрагменты морской органики.

Обсуждение результатов и выводы. Следует заметить, что все наблюдаемые частицы атмосферных взвесей можно разделить на три группы: природные неорганические (частицы минералов), антропогенные (частицы синтетики, шлаки, сажа и др.) и природные органические

(пыльца, фрагменты насекомых и растений, шерсть животных и др.), что соотносится с наблюдениями и других исследователей [6, 10].



а)



б)

Рис. 11. Электронная микрофотография частицы органического происхождения в районе Садгорода (а) и п-ова Шкота (б). Увеличение а) $\times 543$ и б) $\times 95$

Можно сделать вывод, что в современном городе (на примере Владивостока), несмотря на достаточно большое число источников техногенных атмосферных взвесей (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, 38 крупных котельных, мусоросжигательный завод и около 350 тыс. единиц автотранспорта [7, 9]), доля техногенных частиц не является преобладающей и составляет не более 10-15%. Данный факт можно объяснить характерными для г. Владивостока сильными зимними муссонными ветрами северо-западных румбов (с материка), сильной расчленённостью территории, а также сравнительно маломощным снежным покровом.

Анализ вещественного состава и распределения различных типов частиц в атмосферных взвешах г. Владивостока показал, что, несмотря на преобладание в последних частиц природного происхождения, наблюдается отчетливо наблюдаемая взаимосвязь увеличения доли тех или иных частиц (в первую очередь техногенных) в зависимости от района отбора проб. Это позволит на следующем этапе исследований сделать

выводы об экологических условиях как в целом по г. Владивостоку так и по его районам, исходя из количественного, гранулометрического и вещественного состава атмосферных взвесей.

Благодарности. Авторы выражают благодарность С.О. Максимова (ДВГИ ДВО РАН) и Е.В. Пуствалову (ЛЭМОИ ДВФУ) за помощь в проведении исследований и ценные замечания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Богатилов, О.А. Неорганические наночастицы в природе // Вестник РАН, 2003. Т. 73, № 5. С. 426-428.
2. Глазовский, Н.Ф. Избранные труды в двух томах. Т. 1. Геохимические потоки в биосфере. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 535 с.
3. Глушко, А.А. Экстремальная экология (человека и природы) // Инженерная экология. 2010. №1 (91). С. 4-24.
4. Голохваст, К.С. Гранулометрический и минералогический анализ взвешенных в атмосферном воздухе частиц / К.С. Голохваст, Н.К. Христофорова, П.Ф. Кику, А.Н. Гульков // Бюллетень физиологии и патологии дыхания, 2011. №2 (40). С. 94-100.
5. Добровольский, Г.В. Экологические функции почвы / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во МГУ, 1986. 136 с.
6. 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.
7. Свинухов, В.Г. Исследование, моделирование и прогноз загрязнения атмосферы в городе: автореф. дисс... д-ра геогр. наук. – Владивосток, 1997. 44 с.
8. Сенотрусова, С.В. Загрязнение атмосферы и состояние здоровья населения промышленных городов. – СПб: Изд-во Астерион, 2004. 246 с.
9. Христофорова, Н.К. Экологические проблемы региона: Дальний Восток - Приморье. – Хабаровское книжное издательство, 2005. 304 с.
10. 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.

THE FIRST DATA ON THE MATERIAL COMPOSITION OF ATMOSPHERIC SUSPENSIONS IN VLADIVOSTOK CITY

© 2011 K.S. Golokhvast^{1,2}, I.Yu. Chekryzhov³, A.M. Panichev⁴, P.F. Kiku², N.K. Khristoforova^{1,4}, A.N. Gulkov^{1,5}

¹ Far East Federal University

² Vladivostok Branch of Far Eastern Scientific Center for Physiology and Pathology of Respiration, SB RAMS - SR Institute of Medical Climatology and Rehabilitation

³ Far Eastern Geological Institute FEB RAS, Vladivostok

⁴ Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok

⁵ JSC "DVNIPI-neftegas"

The paper reports the first data on the material composition of atmospheric mist in modern city as an example of Vladivostok. It is shown that the proportion of man-made particles is not more than 10-15%.

Key words: *suspensions, particle nature, man-made particles, environment*

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

Igor Chekryzhov, Research Fellow at the Geochemistry Laboratory
Zlexander Panichev, Doctor of Biology, Leading Research Fellow at the Laboratory of Ecology and Animals Protection

Pavel Kiku, Doctor of Medicine, Professor, Chief of the Medical Ecology Laboratory

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

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