

УДК 911.8:502.2

## СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ (ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНЫХ) АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. МОСКВЫ<sup>1</sup>

© 2015 г. Т.В. Прокофьева\*, В.А. Шишков\*\*, А.В. Кирюшин\*, И.Ю. Калущин\*\*\*

\* *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Россия; tatianaprokofieva@yandex.ru, akiriushin@front.ru*

\*\* *Институт географии РАН, Москва, Россия; vshishkov@yandex.ru*

\*\*\* *ГПБУ “Мосэкомониторинг”, Москва, Россия; vanokalushin@mail.ru*

Поступила в редакцию 11.07.2014 г.

В городе есть и различные источники, и метеорологические условия для повышенной запыленности воздуха, как за счет техногенных выбросов, так и за счет распыления рыхлого материала находящегося на дневной поверхности. Изучены образцы твердых атмосферных выпадений на придорожных территориях.

Аэральные выпадения участвуют в формировании городских почв. Твердые атмосферные выпадения способствуют относительному обогащению почвы соединениями углерода, кальция, магния, серы, хлора и тяжелых металлов. Преимущественную часть объема образцов составляют зерна силикатов разных размеров – от песчаного до тонкопылеватого. В составе всех образцов обнаружены карбонаты и высокоуглеродистые частицы, органические остатки разной степени разложивности, а также гифы и конидии грибов. Встречаются частицы искусственных материалов. Аэральные выпадения лишь в небольшой степени можно признать ответственными за экстремальный характер городских почв.

Образцы агрегированы с преимущественным размером микроагрегатов 10–50 мкм, что сильно снижает риск вторичного загрязнения тяжелыми металлами за счет сорбции тонких частиц содержащих тяжелые металлы на поверхности силикатных зерен и органического материала.

**Введение.** Загрязнение атмосферы твердыми частицами связано с такими глобальными проблемами, как ветровая эрозия и пыльные бури, эвтрофикация мирового океана и донных отложений, трансграничный перенос загрязнителей, возникновение тепловых островов над урбанизированными территориями.

Уличная пыль может оказывать значительное влияние на компоненты городской экосистемы, изменяя параметры глобального и приземного городского климата, являться источником загрязнения почв и атмосферы, а также наносить прямой вред здоровью человека, попадая в легкие при вдыхании, и растениям, оседая на листьях. Взвешенные частицы, попадая на поверхность почвы, привносят нефтепродукты, тяже-

лые металлы, а также патогенные микроорганизмы [4, 5, 27].

Известно, что одной из особенностей городской экосистемы является постоянное аккумулятивное твердого вещества, что приводит к формированию культурного слоя. Поступление на дневную поверхность города твердых атмосферных выпадений не так значительно, как объемы техногенных отложений в результате строительства, но, все же, эоловые осадки вносят свой вклад в формирование геохимических особенностей городских экосистем и почв. С осадками или ветровым переносом взвешенные частицы попадают из атмосферы на поверхность почв, являясь, таким образом, не только загрязнителем городской среды, но и материалом для почвообразования [4, 11].

В городской среде в атмосферу поступают частицы как естественного (природного), так и антропогенного происхождения, их соотношение и происхождение связано с природными особенностями территории и локальными источниками

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-04-04702 – химический и гранулометрический анализ почв, постановка задачи и концептуальное обобщение), а также при поддержке РНФ (проект № 14-27-00133 – проведение микроскопических исследований и микроанализа).

загрязнения атмосферы [25–27]. Основными источниками поступления взвешенных частиц в атмосферный воздух Москвы являются: автотранспорт, предприятия машиностроения, производство строительных материалов, процессы сжигания жидких топлив (дизельное топливо, масла), открытые места хранения строительных и сыпучих материалов (песок, соль и т.д.), станции перегрузки мусора, дробильно-сортировочные комплексы по переработке строительных отходов, строительные площадки, работы по сносу зданий, землеройные работы, незадернованные участки почв.

Масса атмосферных выпадений в городе даже в парках в 3–5 раз выше фоновых пригородных значений, а вблизи промзон и автомагистралей с интенсивным движением, в 10–35 раз выше, чем на фоновых участках [16]. Пылевая нагрузка вблизи городских улиц и магистралей Москвы непосредственно вблизи дорожного полотна (в пределах метровой зоны) на 1 м<sup>2</sup> поверхности ежесуточно в среднем 1.77 г пыли (в 262 раза выше фоновых значений), а на расстоянии 5 м – 0.47 г (в 67 раз выше фона). По мере удаления от проезжей части пылевая нагрузка резко снижается – в 15 и 30 м от дорог среднее поступление пыли составляет 0.09 г/м<sup>2</sup> в сутки (в 13 раз выше фона) [3].

Запыленность вблизи автомагистралей также велика и в связи с активизацией здесь воздушных потоков. Ветра умеренной силы (>10 м/с) способны переносить частицы размером 1 мм по воздуху и даже более крупные, а также ненадолго поднимать и транспортировать их в воздушном потоке (сальгация). Частицы <0.05 мм могут переноситься даже слабыми ветрами. При небольшой скорости ветра 2–3 м/с наиболее мелкие частицы поднимаются с поверхности почвы в результате действия турбулентных вихрей вблизи поверхности земли. При указанной скорости ветра частицы размером до 1–2 мкм не оседают под действием силы тяжести [9, 19, 21]. Английские исследователи, изучая педоседименты в долине Темзы для палеоклиматических реконструкций, обнаружили морфологические признаки современного интенсивного накопления пыли в поровой системе почв, что связывают с деятельностью аэропорта Хитроу [28].

В атмосферном аэрозоле происходят различные химические реакции и межфазные взаимодействия. Атмосферные частицы состоят из растворимых неорганических солей, нерастворимого минерального материала, и углистого материала. Почвенные частицы являются неотъемлемой частью атмосферного аэрозоля. Твердые мине-

ральные частицы, морские аэрозоли, биогенная органика (споры, пыльца) находятся во фракции <2.5 мкм. От 1.2 до 31% от этой фракции пыли составляют углистые вещества, однако, в более тонком аэрозоле их 17–48% [16, 27]. По мнению тех же авторов, до 4–32% аэрозольной массы <2.5 мкм представляет собой сульфат и нитрат ионы. Углеродный материал представлен органическим углеродом, элементарным углеродом (black carbon) и неорганическими соединениями углерода (карбонаты).

Таким образом, можно отметить, что в городе есть и различные источники, и метеорологические условия для повышенной запыленности воздуха, как за счет техногенных выбросов, так и за счет распыления рыхлого материала находящегося на дневной поверхности. Химический и вещественный состав городской пыли изучается в основном при исследовании загрязнения снежного покрова. Далеко не во всех исследованиях сообщается гранулометрический размер исследуемого материала. Сведения о вещественном составе пылеаэрозольных выпадений редки. В различных литературных источниках присутствуют данные, указывающие на почвенно-породное происхождение твердых частиц выпадающих из атмосферы, однако более распространенным является убеждение, что городская атмосфера загрязнена частицами техногенного происхождения.

Аэрозольные частицы диаметром до 101 мкм оседающие в бронхах человека в основном и контролируются в отечественной экологической практике (показатель ПМ10). Но кроме этого, в воздухе находятся и более крупные частицы. Однако их состав и количество менее изучены.

Цель работы – изучение состава и морфологии придорожных аэрозольных частиц различных районов г. Москвы для выявления их роли в формировании городских почв.

**Объекты и методы.** Летние периоды 2010 и 2011 гг. были особенно сухими и жаркими. В подобных метеорологических условиях особенно обращает на себя внимание запыленность городской территории. Для изучения свойств твердых атмосферных выпадений были отобраны образцы рыхлого, выпавшего из атмосферы материала, с различных придорожных конструкций (в летний период), а также с прошлогодней травы придорожного газона в период сразу после весеннего снеготаяния, когда твердые частицы, накопившиеся за зиму в снеге, сосредоточились на дневной поверхности. Участки исследования расположены вблизи крупных автомагистралей в разных частях г. Москвы.

Участок 1 расположен на проспекте Андропова 200 м южнее выходов со станции метро “Коломенская”. Отбор образцов в летний период 2011 г. производился с внутренней стороны металлического отбойника (смешанная проба), на котором было накоплено большое количество пылевого материала. В весенний период 2011 г. отбор производился с растительности в 1 м от дорожного полотна в местах, где отбойник отсутствует. Проспект испытывает огромную автотранспортную нагрузку. Также в этом районе расположены несколько предприятий топливно-энергетического профиля, фармацевтического и др., вклад которых в загрязнение воздуха также возможен. В непосредственной близости от участка исследования в период предшествующий отбору проб проводились земельно-строительные работы.

Участок 2 расположен на Ломоносовском проспекте, на расстоянии нескольких десятков метров восточнее пересечения с Менделеевской улицей. В весенний период отбор производился с растительности на разном расстоянии от главного автодорожного полотна. В летний период образец был отобран с внутренней стороны отбойника.

Участок 3 располагался в непосредственной близости от Третьего Транспортного кольца (ТТК) между Москва-Сити и платформой Тестовская Окружной Железной Дороги.

Образцы были взяты с металлического отбойника, с придорожных конструкций и с пластиковой отделки здания. Описание образцов и условий их сбора содержится в табл. 1.

В процессе исследования были определены морфологические, физические и химические характеристики собранного материала. Определение морфологического состава образцов проводилось с помощью бинокулярной лупы МБС–1 при увеличении  $\times 4 - \times 56$ , поляризационного микроскопа ЛОМО-ПОЛАМ Л-213М и на электронном микроскопе JEOL 6610 LV с энергодисперсионным микроанализатором элементного состава INCA XACT.

Выявив морфологически преобладание в изучаемом материале зерен минералов-силикатов, как это характерно для почв, мы сочли корректным использовать для определения химических свойств пылеаэрозоля методики, применяемые для изучения почв. Определение карбонатов проведено волюметрически на кальциметре (ТУ 25-11-1106-75). Определение процентного содержания углерода проводилось по Тюрину (в модификации Никитина), принцип метода основан на окислении органического вещества почвы хромовой кислотой до образования углекислоты [23]. Определение доступных форм фосфора и подвижных соединений калия проводилось в вытяжке Мачигина  $((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$ . Определение реакции среды твердых атмосферных выпадений проводилось в водной суспензии потенциометрическим методом при разведении 1:2.5. Для валового анализа разложение образца проводилось методом щелочного сплавления. Определение кремния проводилось при помощи осаждения желатином. Остальные элементы определялись в растворе на атомно-абсорбционном спектрофото-

**Таблица 1.** Характеристика исследованных образцов

№ пробы	Участок	Сезон отбора	Высота над поверхностью, м	Характер поверхности
13	(1) Пр. Андропова,	2010 осень	0.4	металлический отбойник
21	(1) Пр. Андропова	2011 лето	0.4	«
14	(1) Пр. Андропова	2011 весна	0	травы
15	(1) Пр. Андропова	2011 весна	0	«
16	(1) Пр. Андропова	2011 весна	0	«
17	(2) Ломоносовский пр. 1 м от главного дорожного полотна	2011 весна	0	«
18	(2) Ломоносовский пр. (центр газона)	2011 весна	0	«
19	(2) Ломоносовский пр., 1 м от дублера	2011 весна	0	«
20	(2) Ломоносовский пр.	2011 лето	0.6	металлический отбойник
9	(3) ТТК (ул. Антонова-Овсеенко)	2010 осень	3	пластик (шумо-изоляционная конструкция)
22	(3) ТТК	2011 лето	0.6	металлический отбойник
23	(3) ТТК	2011 лето	1.6	бетон, металл (шумо-изоляционная конструкция)

метре AAS-30 [23]. Также определение валового состава проводилось при электронном микроскопировании энергодисперсионным микроанализатором (как для среднего состава образцов, так и для отдельных агрегатов). Данные традиционного и рентгеновского исследований между собой сопоставимы.

Гранулометрический состав образцов был определен методом лазерной дифрактометрии на лазерном дифракционном анализаторе размера частиц "Analizette 22". Для обеспечения точности метода определение проводилось в образце, предварительно просеянном через сито 0.25 мм [6, 7]. При дальнейших расчетах масса отсеянного материала учитывалась.

**Результаты и обсуждение.** *Морфология и вещественный состав твердых атмосферных выпадений.* Исследование образцов под бинокулярной лупой позволило составить первичное представление о вещественном составе твердых атмосферных выпадений, которое было уточнено при последующем изучении на электронном микроскопе. Все образцы включают в себя зерна минералов относительно крупного размера (кварц и полевые шпаты). Эти песчаные и крупнопылеватые зерна составляют наибольшую часть от объема образцов, что уже отмечалось предшествующими исследователями [15]. Эти же минералы также в доминирующем количестве содержатся в почвах, что может указывать на почвенно-породное происхождение основной части субстрата атмосферных выпадений. Кварцевые частицы в основном представлены средние и хорошо окатанными зернами. Полевые шпаты имеют слабую и среднюю окатанности. Даже при предварительном просмотре образцов отмечено, что минеральный состав тонких фракций значительно более разнообразен. Во всех образцах имеются карбонатные кристаллы, реагирующие с HCl (10%).

Кроме кварца, силикатов и карбонатов во всех образцах также присутствуют углистые частицы. Углистые частицы в основном имеют размеры от 0.005 до 0.05 мм, но также встречаются и более крупные частицы – до 1 мм. Они преимущественно имеют изоморфную, близкую к округлой форму. Также в исследованных образцах присутствуют магнитные соединения железа в форме темных частиц от 0.05 мм и достигаая 1 мм. Образцы, отобранные на проспекте Андропова, имеют в своем составе частицы асфальтового дорожного покрытия темно-серого, практически черного цвета с включениями зерен мелкого песка имеющих матовую поверхность, неправильной формы.

Размеры частиц асфальта от 0.07 до 1.5 мм. Такие частицы практически отсутствуют в образцах с Ломоносовского проспекта и с ТТК. Во многих образцах присутствуют растительные остатки и фрагменты хитиновых покровов насекомых. Кроме того, в некоторых образцах диспергированных в глицерине при увеличении 100 и более обнаружены споры грибов, прикрепленные к кварцевым зернам. В образцах твердых атмосферных осадков также присутствуют краска, стекло, смолистые частицы, пластмасса, древесная щепа, фрагменты кирпича.

Под электронным микроскопом было изучено 4 образца – весенний с травы и летний с отбойника с Ломоносовского проспекта (№ 17 и 20 соответственно), образцы с Третьего транспортного кольца с высот 0.6 и 6 м (№ 22 и 23). Кроме того, в смеси летних образцов были изучены типы микроагрегатов ТАВ. В ходе исследования были сделаны микрофотографии твердых атмосферных выпадений и определен вклад химических элементов в состав образцов.

Общую массу образцов можно разделить на скелетную часть и тонкодисперсную составляющую. Пыль состоит как из агрегатов, так и из отдельных частиц (рис. 1). Агрегаты образуются не только из мелких частиц (<10 мкм), в их состав входят крупные минеральные зерна, на поверхности которых налипают более мелкие частицы. Агрегаты имеют размеры от десятков микрометров до 1 мм. Превалируют микроагрегаты размера от 20 до 70 мкм. В образцах имеются агрегаты, предположительно, как почвенного происхождения, равномерно окрашенные органическим веществом, так и техногенного происхождения, пестрые, рыхлые состоящие из контрастно окрашенных крупинок темного и светлого материала. Отдельные агрегаты белые, сложенные кристаллами разной формы часто оплывшими (один и менее микрометров). При обработке образцов полярными жидкостями (этиловый спирт, глицерин) часть агрегатов распадается. Можно предположить, что в большей степени распадаются агрегаты почвенного генезиса, а также слабо скрепленные техногенные агрегаты.

Крупные минеральные зерна имеют химический состав характерный для минералов – силикатов. Полевые шпаты (и калиевые, и натриевые) чаще входят в состав крупной пыли (10–50 мкм), другие алюмосиликаты – в состав мелкой и средней пыли. Зерна песчаного размера преимущественно кварцевые. Крупные зерна кварца пылеаэрозоля хорошо окатаны и, как правило, имеют матовую поверхность, что свидетельствует об их

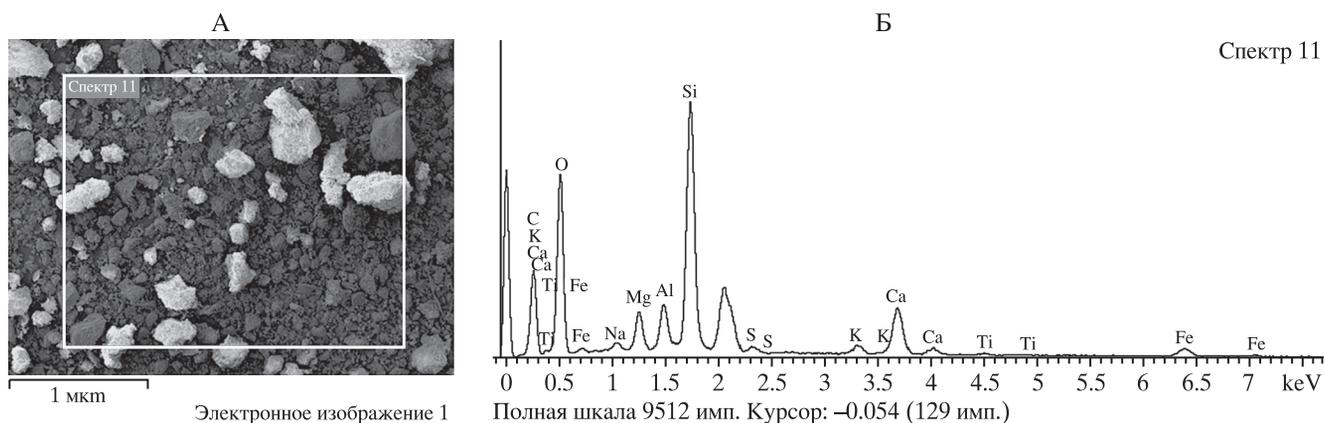


Рис. 1. Образец № 17 при малом увеличении (x35) (А) и его элементный состав (Б).

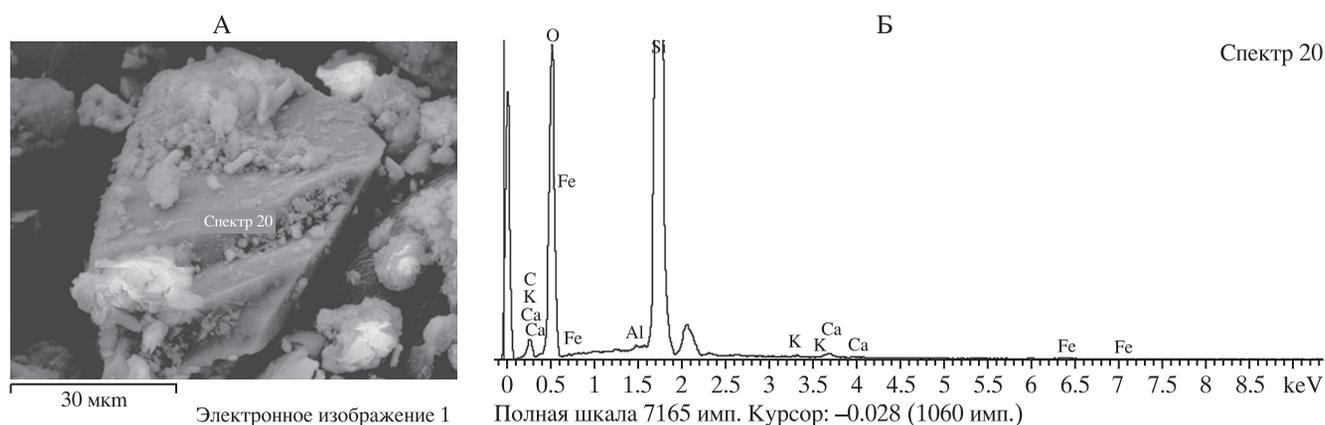


Рис. 2. Минеральное зерно (ТТК, 160 см (обр. № 23)) (А) и его элементный состав (Б).

оловой обработке [8, 13, 20]. Во всех образцах встречаются железистые алюмосиликаты – предположительно гранаты, пироксены, амфиболы, биотиты. Кроме этого, присутствуют силикаты с наличием в химическом составе титана (рутил, сфен) (рис. 1). Все вышеперечисленные группы минералов обычны для рыхлых отложений Русской равнины [11].

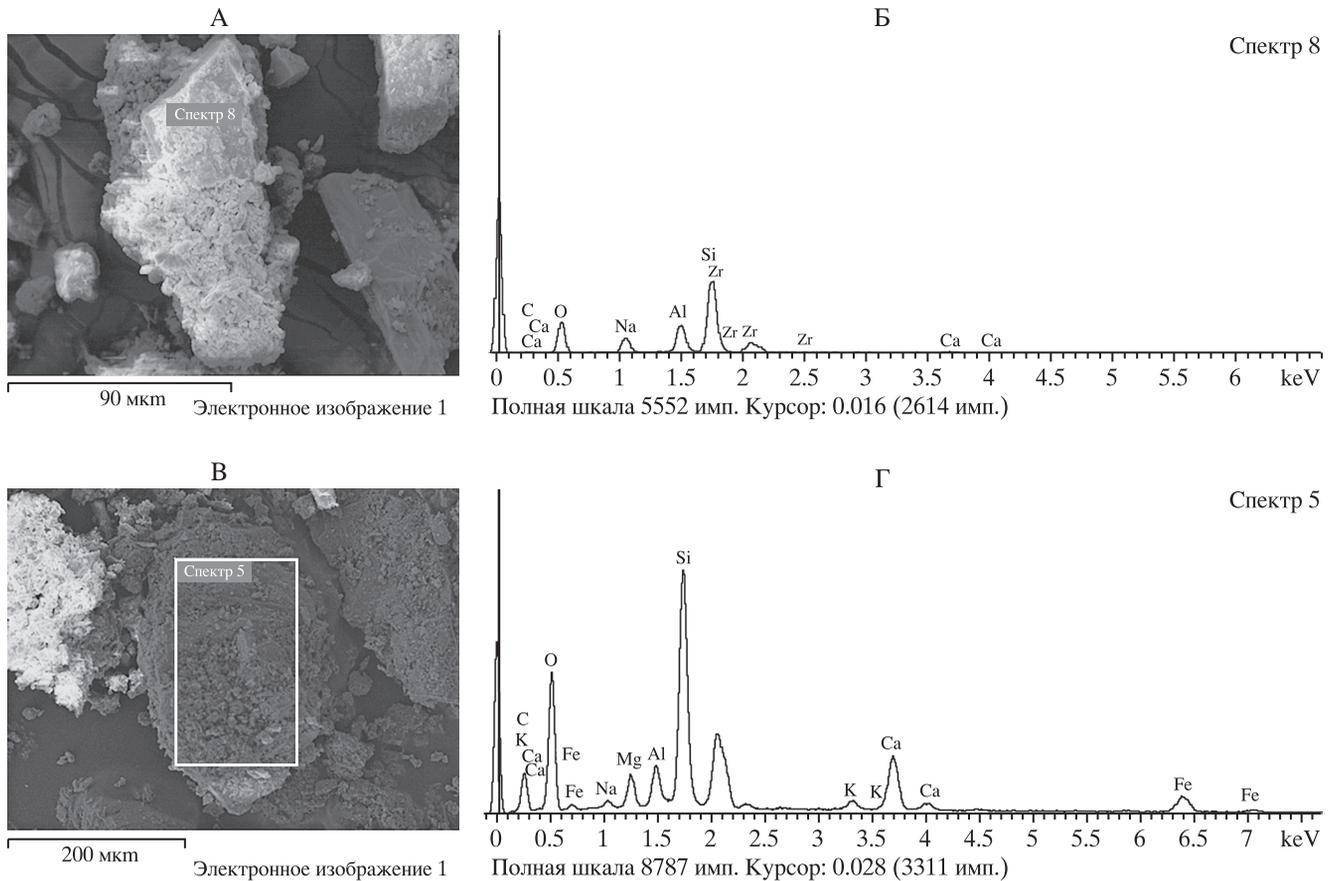
Поверхность крупных силикатов редко бывает чистой. В основном на поверхности адсорбируются более мелкие частицы и кристаллы. Формирование скопления более мелких зерен на поверхности силикатных агрегатов характерно для пылевого материала (рис. 2, 3). Также здесь обнаруживаются соли и сажа (диффузные хлопья с высоким содержанием углерода).

Помимо того, что мелкие зерна (до 2 мкм) адсорбируются на поверхности крупных (от 30 мкм) зерен, агрегаты формируются за счет цементирования силикатных зерен солевым цементом (рис. 4). Такие агрегаты, например, состоят из белых микрокристаллов размером 1 мкм и менее. В их составе отмечается наличие сульфатов

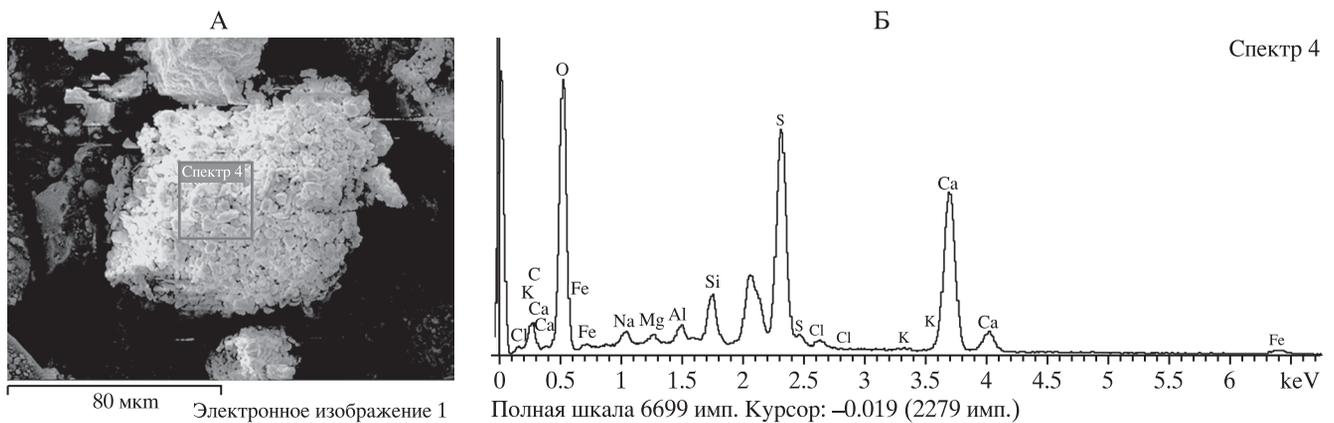
и хлоридов. Исходя из их состава, можно предположить, что это комплексные солевые агрегаты с примесью силикатов.

В образцах присутствует углеродистая составляющая в виде сажи, остатков живых организмов, а также в виде трудно опознаваемых объектов (предположительно это могут быть чешуйки краски, волокна тканей, пластмасс и др. искусственных материалов). В образцах встречаются гифы и конидии грибов (рис. 5). Органическая составляющая твердых атмосферных выпадений хорошо адсорбирует на своей поверхности мелкопылеватые силикатные зерна, там же отмечается наличие карбонатов, соединений железа, цинка, магния, серы хлора.

Тонкодисперсная составляющая образцов (<1 мкм) встречается как в свободном состоянии, так и в адсорбированном. Состав этого материала разнообразен. По всей видимости, он состоит из разнообразных солей (карбонаты, хлориды, сульфаты). В этом материале обнаруживаются повышенные концентрации металлов – железо, цинк, медь (рис. 6).



**Рис. 3.** Скопления мелкого материала вокруг крупных минеральных зерен: агрегат (А), элементный состав скелетного зерна (Б), агрегат (В), элементный состав агрегата (Г).



**Рис. 4.** Цементированный агрегат (конгломерат) с преимущественным содержанием карбонатов и др. солей (А) и его состав (Б).

*Гранулометрический состав твердых атмосферных выпадений.* Представленные на рис. 7 графики составлены по результатам лазерной дифрактометрии с учетом отсеянных частей образцов. Результаты представлены с учетом гранулометрических фракций.

Рассматривая гранулометрический состав в целом образцы твердых атмосферных выпадений

можно охарактеризовать как легкосуглинистые. Содержание тонкодисперсной илистой фракции (<1 мкм) невелико и редко превышает 5%. Образцы содержат практически вдвое больше мелкой пыли (1–5 мкм). Из фракции мелкой пыли преобладают частицы, размер которых лежит в интервале 1.7–1.9 мкм. В промытых талыми водами весенних образцах, отобранных непосредственно

у дороги с поверхности прошлогодней травы, преобладают песчаные частицы, размер которых лежит в интервале 50–250 мкм.

Во всех летних образцах преобладает фракция крупной пыли (10–50 мкм). Преобладающий размер частиц в этой фракции 20–30 мкм. Количество песка велико.

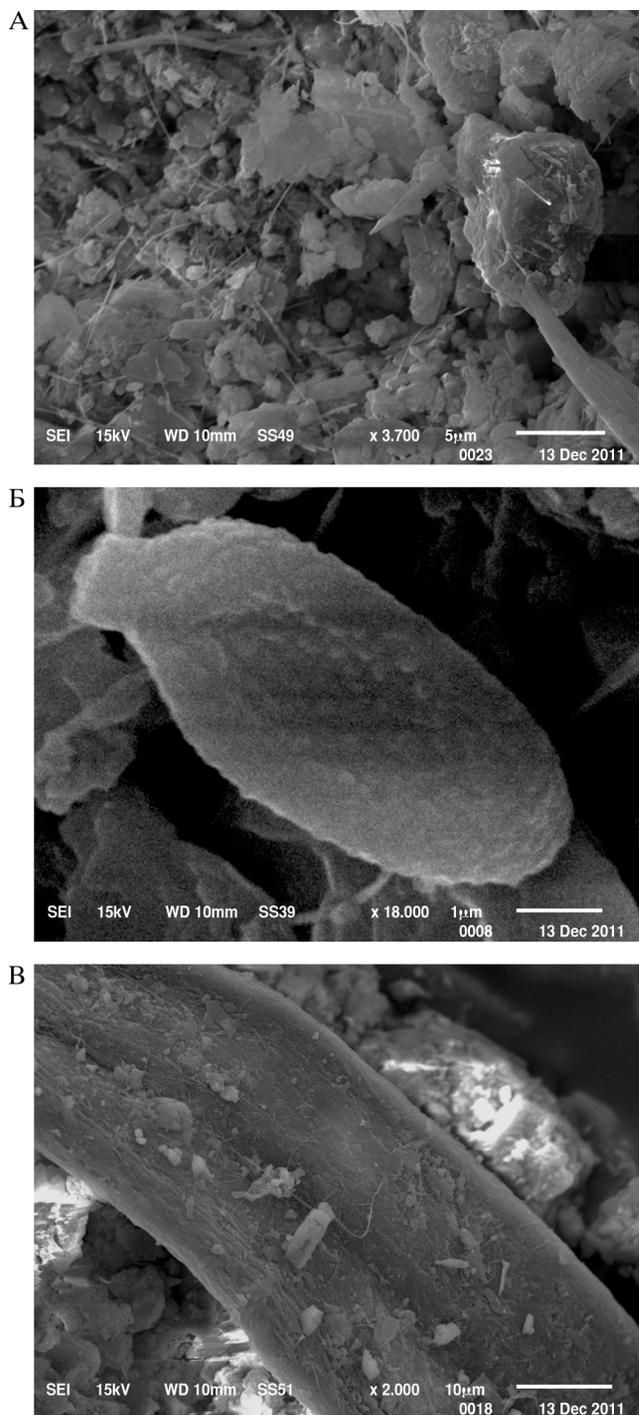
В образцах с Проспекта Андропова преобладают песчаные фракции и фракция крупной пыли. На Ломоносовском проспекте заметно больше частиц размера физической глины (<10 мкм).

В образцах с ТТК (образцы № 9, 22, 23), которые отбирались с разных высот, можно проследить динамику оседания частиц разных размеров. Количество частиц размером <1 мкм во всех этих образцах приблизительно одинаковое. Количество частиц от 1 до 10 мкм уменьшается с высотой. Количество частиц крупной пыли увеличивается с высотой. Количество частиц фракции среднего песка с высотой уменьшается, а вот содержание фракции мелкого песка было максимальным на высоте 160 см, на высотах 40 см и 300 см практически одинаково.

В каждую фракцию свой вклад делают частицы разного состава. Во все фракции включается кварц и полевые шпаты. Углистые и железистые частицы встречаются в основном во фракциях пыли (от 50 до 1 мкм) и редко достигают размера мелкого песка. Карбонатные микроагрегаты примерно в одинаковом соотношении встречаются как в пыли, так и в песке. В основном частицы асфальтового дорожного покрытия в большом количестве встречаются в мелком и среднем песке, иногда в крупной пыли. Идентифицируемые частицы кирпича по размерам относятся к среднему песку.

*Химический состав твердых атмосферных выпадений.* Во всех образцах преобладает такой элемент как кремний – его содержание колеблется от 21.48% до 32.77% (табл. 2). Следующим элементом по процентному содержанию является кальций, его наименьшее содержание в образце № 16 (весенний образец 2011 г., проспект Андропова) – 4.13%, наибольшее – в образце № 9 (Третье транспортное кольцо, лето 2010 г.) и составляет 8.04%. Далее идет железо с процентным содержанием от 1.70% и до 3.35% и магний от 0.80 до 2.31%. Лишь в двух образцах содержится более 1% цинка – это образцы с отбойников проспекта Андропова (№ 21) и ТТК (№ 22). Содержание таких элементов как медь, марганец, свинец существенно меньше (<0.5%).

Мы сравнили наши данные с обычным содержанием этих же элементов в почве [23] (табл. 2).



**Рис. 5.** Органические объекты в твердых атмосферных выпадениях: гифы грибов (А), конидия гриба (Б), растительный остаток, на котором развиваются микроскопические грибы (Б).

Очевидно, что содержание валовых кальция и магния в образцах превышает не только среднее значение содержания этих элементов в почве, но и кое-где верхнюю границу обычного предела содержания. Содержание валового железа в твердых атмосферных выпадениях ниже, чем

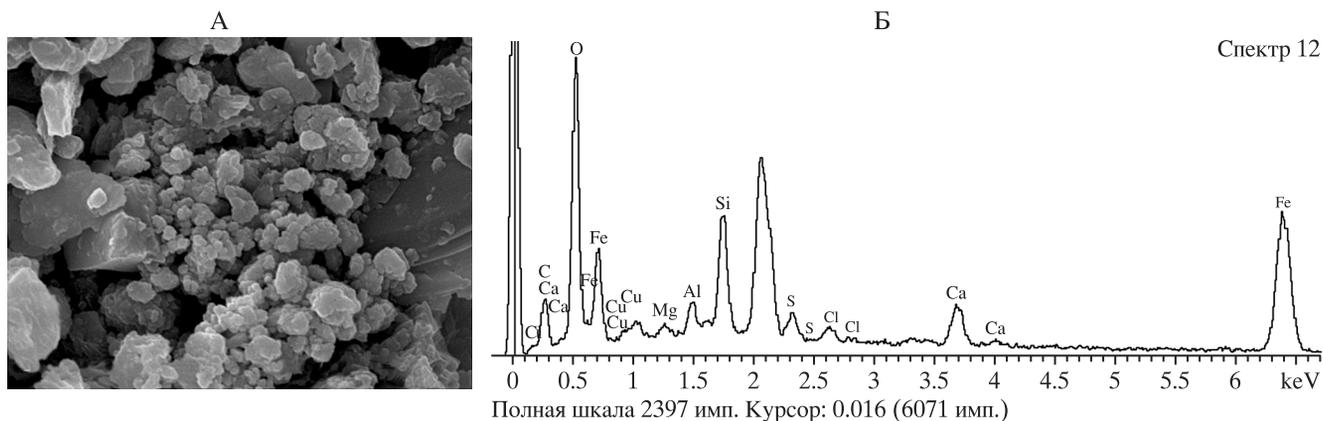


Рис. 6. Тонкодисперсный материал <1 мкм (А) и его элементный состав (Б).

среднее содержание Fe в почвах. Содержание кремния в образцах в среднем несколько ниже, но сопоставимо с его содержанием в почве. Высокое содержание кремния свидетельствует о том, что основная масса твердых атмосферных выпадений имеет почвенно-породное происхождение.

Содержание марганца в твердых атмосферных выпадениях лежит в пределах среднего содержания этого элемента в почве и не превышает средних концентраций отмеченных в почвах Москвы. Содержание же меди, свинца и цинка в городской пыли во много раз выше содержания в почве, в том числе и московской. Содержание меди в твердых атмосферных выпадениях превышает среднее содержание Cu в почве в 2.4–6.2 раза, а среднее содержание цинка – в 2–2.98 раза. В образцах 2010 г. определялся также свинец. Его валовое содержание оказалось относительно не велико –

чуть меньше или около предельно допустимых концентраций принятых для почв (ПДК) [1].

Особенно велики превышения содержания цинка по сравнению с ПДК и ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК) [2]. Валовое содержание цинка не превышает ПДК в весенних образцах с Ломоносовского проспекта (17 и 18), что возможно связано с оттоком растворимых форм с талыми водами. Максимальное содержание цинка обнаружено в летних образцах с металлических отбойников за исключением летнего образца с Ломоносовского проспекта, который отбирался после дождя.

Таким образом, содержание одних элементов в твердых атмосферных выпадениях вполне сравнимо с их содержанием в почвах, другие же превышают не только среднее значение содержания, но и верхние границы. Валовое содержание тяжелых металлов в пылевых образцах в основном превышает значения содержания в почве. Тяжелые металлы содержатся преимущественно в тонких фракциях. Это привело к тому, что в образцах с высоким содержанием тонкодисперсных фракций их содержание выше. Присутствие тяжелых металлов в тонких фракциях твердых атмосферных выпадений и многократное превышение их концентраций над средними содержаниями в почве свидетельствуют о том, что источники их преимущественно техногенные. Не исключено вторичное попадание тяжелых металлов в атмосферные аэрозоли при развевании почв, но в этом случае можно ожидать гораздо более низкие концентрации тяжелых металлов в пылеаэрозоле.

Необходимо также отметить, что нами определены концентрации лишь некоторых элементов-загрязнителей. По данным Пляскиной [15] уличная пыль обогащена кислоторастворимыми соединениями кадмия, кобальта, меди, цинка и

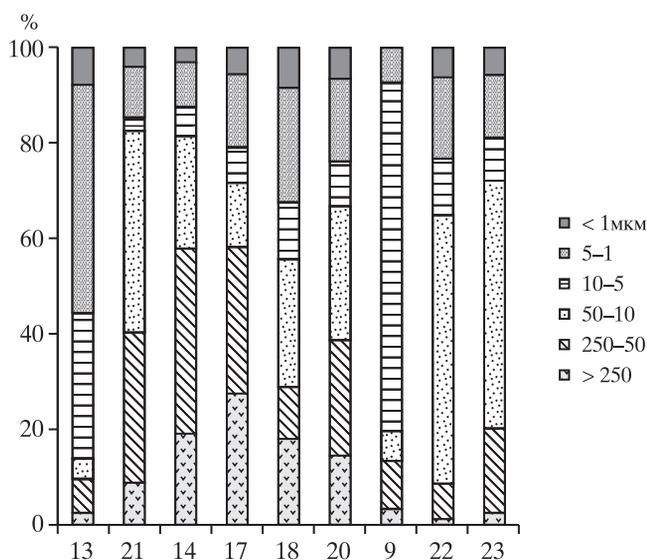


Рис. 7. Процентное содержание гранулометрических фракций в образцах пылеаэрозольных выпадений.

**Таблица 2.** Содержание химических элементов в твердых атмосферных выпадениях

Образец (участок)	Содержание элементов, мг/кг							
	Ca	Mg	Fe	Si	Cu	Mn	Pb	Zn
21 (1)	53675	11583	25544	287817	114	321	Не опр.	14892
13 (1)	46099	10198	27782	282802	79	337	10	8198
14 (1)	52079	8856	18216	301618	101	191	Не	403
15 (1)	39281	10252	22533	325713	102	193	опр. Не	203
16 (1)	41820	7696	17214	331829	172	213	опр. Не	790
17 (2)	57606	20957	24399	284180	101	283	опр. Не	202
18 (2)	53624	19984	22795	282180	100	281	опр. Не	201
19 (2)	32656	8038	18287	340929	100	231	опр. Не	100
20 (2)	52321	23109	22308	276210	100	250	опр. Не	6002
9 (3)	80400	11900	24400	214800	160	390	40	1200
22 (3)	80523	14365	30348	233376	101	374	Не	13150
23 (3)	79168	15046	33828	245987	71	384	опр. Не	4140
Пределы содержания элемента в почвах [23]	7000–50000	600–6000	7000–550000	230000–350000	2–100	20–3000	опр. 2–200	10–300
Фоновое содержание элемента в почвах г. Москва [22]	–	–	–	–	27	600–1260	26	50

Не опр. – не определено

свинца. По данным Самаева [18] основными загрязнителями твердых атмосферных выпадений на территории Москвы являются Ag, Ba, Co, Pb, Cu, Ni, W и V, их средняя концентрация выше фоновой в 4–6 раз. Sn, Ga, Cr, Zn и Sr содержатся в концентрациях в 2–4 раза превышающей фоновую.

Показатель pH, измеренный в водной суспензии пылеаэрозольных выпадений, свидетельствует о нейтральном характере среды. Химический анализ подтвердил наличие в составе аэрозольных выпадений значительных количеств карбонатов (табл. 3). В пересчете на карбонат кальция их содержание составляет от 3 до 10%, что существенно превышает среднее содержание характерное для почв города Москвы и других городов, хотя, известно [17], что городские почвы карбонатны. Карбонатные частицы присутствуют и в летних и в зимне-весенних образцах (в меньшем количестве). Можно предположить, что источником карбонатов в почвах города являются не только растворяющиеся включения строительного мусора, но и пылеаэрозольные выпадения.

Исследованные образцы содержат также незначительные количества подвижных фосфатов (гораздо меньшие, чем характерно для городских почв), источниками которых могут быть как противогололедные соединения, так и развеваемые городские почвы. Растворимые соединения калия обнаруживаются в следовых количествах в весенних образцах, однако, в летних образцах, собранных после длительного отсутствия дождей (с ТТК и с отбойника проспекта Андропова) содержания значительные и на участке ТТК повышаются с высотой отбора образца.

Содержание органического углерода в исследованных образцах существенно превышает его содержание в почвах (табл. 3), что непосредственно можно связать с выбросами в атмосферу элементарного углерода и углеводородов. Однако самые высокие концентрации, порой они достигают 9–10%, можно объяснить наличием в образцах органических остатков и всплеском роста грибного мицелия в весенних образцах.

*Сопоставление результатов различных методов исследования.* Таким образом, состав твердых

**Таблица 3.** Химические и физико-химические свойства образцов пылеаэрозольных выпадений

№ образца	Адрес и условия отбора пробы (высота, характер поверхности)	рН	Содержание в образце			
			C <sub>орг.</sub> , %	CaCO <sub>3</sub> , %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг
21	Пр. Андропова 40 см, металл, лето	6.7	5.2	8.3	25.2	12.05
13	Пр. Андропова 40 см, металл, осень	Не опр.	7.1	3.10	Не опр.	Не опр.
14	Пр. Андропова, растительность, весна	7.2	7.3	6.0	25.2	Следы
15	Пр. Андропова, растительность	7.1	4.5	7.1	30.0	Следы
16	Пр. Андропова, растительность	7.4	6.3	7.3	18.8	Следы
17	Ломоносовский пр. (1 м от дорожного полотна), растительность	7.5	9.9	7.3	21.2	Следы
18	Ломоносовский пр. (центр газона), растительность, весна	7.4	9.7	6.2	22.4	Следы
19	Ломоносовский пр. (1 м от дублера), растительность	7.4	5.0	2.7	22.4	Следы
20	Ломоносовский пр. (отбойник), 60 см, металл, лето	7.6	6.7	10.0	17.2	Следы
9	ТТК, высота 300 см, пластмасса, осень	Не опр.	8.4	10.8	Не опр.	Не опр.
22	ТТК, металл, 60 см, металл, лето	6.7	9.8	10.2	17.2	12.05
23	ТТК, 160 см, металл, бетон, лето	6.9	6.5	9.2	25.2	24.10
Содержание в городской почве по [17, 22]		6.5–8	2–4	0.5 – 3.5	10–2000	150–1000

Не опр. – не определено

атмосферных выпадений разнообразен и неоднороден. Одни компоненты встречаются во всех образцах (кварц, полевые шпаты, карбонаты, частицы сажи), другие зависят от месторасположения пыленакопителя. Также по наличию частиц краски в образцах можно предположить, что свой вклад в их состав внесла поверхность пыленакопления. Можно отметить, что состав образцов, отобранных в разное время года, практически одинаков, но наличие условий для промывки субстрата уменьшает концентрации некоторых элементов, находящихся в растворимых формах. Исходя из наших данных, это, прежде всего, соли цинка и растворимые соединения калия. Заметно некоторое уменьшение количества карбонатов в промытых образцах.

Твердые атмосферные выпадения представляют собой агрегированные субстанции – совокупность мелких минеральных зерен приблизительно одинакового размера (около микрометра), либо на поверхности одного большого зерна находится большое количество мелких зерен. В весенних образцах, представляющих пылевую составляющую снежного покрова, отсутствуют цементированные агрегаты, преимущественно состоящие из кристаллов солей, но присутствуют легко разрушимые не цементированные агрегаты. Во всяком случае, для изученного материала аэральных выпадений, собранных с разных участков в разные сезоны, характерна агрегированность.

По-видимому, частично пылеаэрозоль агрегируется еще в атмосфере и в таком состоянии переносится воздушными массами. Возможно, агрегация способствует более быстрому очищению от него атмосферы. При сравнении данных по гранулометрическому составу и структуры образцов под микроскопом можно предположить, что мы получили не действительный гранулометрический состав, а так называемый “определяемый”. Так как ряд устойчивых агрегатов размера менее 100 мкм определяются, скорее всего, как однородные частицы.

Образование твердых цементированных солями агрегатов легко отнести за счет слипания отдельных солевых кристаллов при образовании дождевых капель. Кроме того, известно, что повышенную роль в образовании облаков играет растворимое (гидрофильное) органическое вещество в атмосферном аэрозоле [27]. По данным тех же авторов частицы атмосферного аэрозоля ассоциируются в 60–80% случаев неорганическими солями, а 20–30% агрегатов цементируется растворимым органическим веществом. Указывается также, что атмосферное растворимое органическое вещество даже более поверхностно активно, чем фульвокислоты почв. Оно имеет разные источники происхождения: из почвы, а также различные дымы и их фотохимические модификации.

Помимо склеивания солями и воднорастворимым органическим веществом, а, возможно, в

первую очередь, агрегация пылеаэрозоля происходит за счет электростатических (воздействие солнечных лучей, трение под колесами автомобиля и т.д.) и Ван-дер-Ваальсовых сил. Согласно теории Лифшица [12] Ван-дер-Ваальсовы силы между любыми двумя конденсированными фазами в вакууме или на воздухе – это всегда силы притяжения. Таким образом, становится понятна причина слипания частиц силикатов, сгустков углистого вещества и отдельных кристаллов растворимых солей, имеющих большие удельные поверхности.

Данные об элементном составе исследуемого материала полученные на микроанализаторе подтверждены данными валового химического анализа. Микроанализ также показал нам значимое (порядка нескольких процентов) содержание элементов, определение которых при валовом и других видах химического анализа не проводилось. В первую очередь это титан, сера и хлор. Источник титана почвенно-породная пыль. Заметные концентрации титана характерны для геологических отложений Русской равнины и почв на них. Значительное содержание серы и хлора скорее можно связать с техногенными источниками загрязнения. По-видимому, эти элементы выпадают из атмосферы в составе сульфатов, сульфидов и хлоридов. При рассмотрении энергодисперсионных спектров тонкодисперсного материала (<2 мкм) было отмечено, что именно в нем содержатся высокие концентрации металлов.

Микроанализатор не показал наличие концентрированного содержания такого элемента как фосфор (легкий элемент, тяжело определяющийся с помощью рентгеновского микроанализатора), хотя определение подвижных форм указывает на его присутствие. Мы предполагаем, что его происхождение преимущественно почвенное.

Необходимо отметить такую характерную черту исследованных образцов, как наличие грибной микрофлоры. В весенних образцах, собранных увлажненными, обнаружено бурное развитие грибного мицелия. В летней сухой пыли – грибные споры.

Ранее показано [24], что выделяется два типа амотехногенной нагрузки: 1) выпадение больших количеств пыли с относительно низкими концентрациями поллютантов и 2) высокие нагрузки, образуемые выпадением меньшего количества пыли с повышенными содержаниями элементов-загрязнителей. Пояснения же по вещественному составу пыли авторы не привели. Исходя из

наших данных, можно с уверенностью говорить о преобладании силикатного песчано-пылевого материала почвенно-породного происхождения при первом типе нагрузки. А при втором типе, по всей видимости, преобладает выпадение тонких частиц техногенного происхождения.

**Выводы.** 1. Преимущественную часть объема образцов составляют минеральные зерна силикатов (кварц, полевые шпаты и др.) самых разных размеров – от песчаного до тонкопылеватого. В состав всех образцов входят карбонаты и частицы с преобладанием углерода в составе. Большинство образцов включают органику разной степени разложенности, а также микроскопические грибы. Встречаются частицы искусственных материалов.

2. По данным гранулометрического анализа изученные образцы твердых атмосферных выпадений относятся к супесям и легким суглинкам. При определении гранулометрического состава методом лазерной дифрактометрии преобладает фракция крупной пыли (10–50 мкм). Фактически пылеаэрозольные выпадения состоят преимущественно из агрегированного материала. Преимущественный размер микроагрегатов совпадает с размером крупной пыли. Микроагрегаты состоят из очень мелких частиц илистого и тонкопылеватого размера и минеральных зерен крупнопылеватого и песчаного размера.

3. Тонкодисперсный материал твердых атмосферных выпадений может представлять большую опасность для здоровья человека в связи с высокой концентрацией в нем тяжелых металлов. Но этот риск сильно снижается за счет сорбции тонких частиц на поверхности силикатных зерен и органического материала и общей агрегации до размера крупной пыли. Опасность твердых атмосферных выпадений для здоровья населения определяется также наличием в них микроскопической грибной флоры.

4. Аэральные выпадения участвуют в формировании городских почв. Городские почвы и твердые атмосферные выпадения схожи по реакции среды и содержанию подвижных форм калия. Фосфатов в твердых атмосферных выпадениях меньше, чем в почвах. Содержание органического вещества и карбонатов в составе пылеаэрозоля намного выше, чем в почвах. Твердые атмосферные выпадения могут способствовать относительному обогащению почвы соединениями углерода, кальция, магния, серы, хлора и тяжелых металлов, то есть этот источник материала лишь в небольшой степени можно признать ответственным за экстремальный характер городских почв.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.7.2041-06 “Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве”
2. ГН 2.1.7.2042-06 “Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве”
3. Ачкасов А.И., Башаркевич И.Л., Варава К.В., Самаев С.Б. Загрязнение снегового покрова под влиянием противогололедных реагентов // Разведка и охрана недр. 2006. № 9–10. С. 132–137.
4. Батурин В.К. Техногенное химическое воздействие автомобильных дорог на экосистемы придорожной полосы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. 112 с.
5. Безуглая Э.Ю. Чем дышит промышленный город. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 256 с.
6. Блохин А.Н., Кулижский С.П. Оценка применения метода лазерной дифрактометрии в определении гранулометрического состава почв // Вестн. ТомГУ. Биология. 2009. № 1(5). С. 37–43.
7. Блохин А.Н., Шеин Е.В., Милановский Е.Ю. Характеристика гранулометрического и агрегатного составов почв северной части ареала черновой тайги Кузнецкого Алатау с использованием параметров вероятностных функций // Вестн. ТомГУ. Биология. 2010. № 2(10). С. 7–18.
8. Величко А.А., Тимирева С.Н. Морфоскопия и морфометрия песчаных кварцевых зерен из лесов и погребенных почв // Пути эволюционной географии (итоги и перспективы). М.: ИГРАН, 2002. С. 170–185.
9. Гендугов В.М., Глазунов Г.П. Ветровая эрозия почвы и запыление воздуха. М.: ФИЗМАЛИТ, 2007. 240 с.
10. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
11. Иванов В.В., Силёва Т.М. Первичные минералы ледниковых почвообразующих пород Русской равнины: Учебное пособие. М.: МАКС Пресс, 2005. 76 с.
12. Израелашвили Дж. Межмолекулярные и поверхностные силы. М.: Науч. мир, 2011. 456 с. (Israelchvili J. Intermolecular and surface forces, second edition. Oxford, Elsevier Ltd.)
13. Кузьмина Н.Н., Салова Т.А., Судакова Н.Г., Фельдман Т.Г. Гранулометрическая и минералогическая характеристика фациальных комплексов новейших отложений Приазовья // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек / Сб. 1. Новейшие отложения и человек. М.: Изд-во МГУ, 1969. С. 119–133.
14. Надпорожская М.А., Захарова Н.В. Почвы газонов Санкт-Петербурга // Экология большого города. Альманах. М.: Прима-М, 2003. Вып. 8.
15. Пляскина О.В. Особенности загрязнения тяжелыми металлами городских почв Юго-Восточного административного округа г. Москвы. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: 2007. 26 с.
16. Приваленко В.В., Безуглова О.С. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. Т. 1. 290 с.
17. Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А. Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // Почвоведение. 2011. № 5. С. 611–623.
18. Самаев С.Б. Влияние магистралей на состояние прилегающих территорий. Экология большого города. Альманах. 2001. Вып. 5. С. 49–54.
19. Сидоренко А.В. Литология и генетическая классификация эоловых отложений // Мат-лы по генезису и литологии четвертич. отложений (к VI Конгрессу ИНКВА, Варшава 1961). Минск: Изд-во АН Белорусской ССР, 1961. С. 139–160
20. Симанович И. М. Кварц песчаных зерен. М.: Наука, 1978. 155 с.
21. Стасов В.В., Зорина Л.В., Морозов А.Н., Бураева Е.А. Исследование связи радионуклидного состава почвенных фракций и атмосферных аэрозолей // Инженерный вестник Дона. № 2. 2007. С. 103–110.
22. Состояние зеленых насаждений и городских лесов в Москве (по данным мониторинга). Аналитический доклад / Якубов Х.Г. М.: Прима-Пресс, 2000. 277 с.
23. Теория и практика химического анализа почв / Воробьева Л.А.. М.: ГЕОС, 2006. 490 с.
24. Экогеохимия городских ландшафтов / Н.С. Касимова. М.: Изд-во МГУ, 1995. 336 с.
25. Язиков Е.Г., Голева Р.В., Рихванов Л.П. и др. Минеральный состав пылеаэрозольных выпадений снежного покрова Томской агропромышленной агломерации // Зап. ВМО. 2004. № 5. С. 69–78.
26. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий Западной Сибири. Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. Томск. 2006. 47 с.
27. Da Costa Duarte A., Oliveira Duarte R.M.B. Natural organic matter in atmospheric particles. In book “Biophysico-Chemical Processes Involving Natural Nonliving Organic Matter in Environmental Systems”. JonWiley&sons, 2009. P. 451–485.
28. Rose J., Lee J.A., Kemp R.A., Harding Ph.A. Palaeoclimate, sedimentation and soil development during the Last Glacial Stage (Devensian), Heathrow Airport, London, UK // Quat. Sci. Rev. 19 (2000). P. 827–847.

## REFERENCES

1. GN (Hygienic Standard) 2.1.7.2041-06: Maximum permissible concentrations (MPC) of chemical substances in soil.
2. GN (Hygienic Standard) 2.1.7.2042-06: Approximately permissible concentrations (APC) of chemical substances in soil.

3. Achkasov A.I., Varava K.V., and Samaev S.B. Pollution of snow cover affected by anti-ice reagents. *Razved. Okhrana Nedr*, 2006, nos. 9–10, pp. 132–137. (In Russ.).
4. Baturin V.K. *Tekhnogennoe khimicheskoe vozdeistvie avtomobil'nykh dorog na ekosistemy pridorozhnoi polosy* (Technogenic Chemical Effect of the Motorways on Ecosystems of Waysides). Voronezh: Voron. Gos. Univ., 2003. 112 p.
5. Bezuglaya E.Yu. *Chem dyshit promyshlennyi gorod* (What breathes industrial city). Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1991. 256 p.
6. Blokhin A.N. and Kulizhskii S.P. Assessment of implementation of the laser diffractometry for determination of granulometric composition of soils. *Vestn. Tomsk. Gos. Univ., Biol.*, 2009, no. 1(5), pp. 37–43. (In Russ.).
7. Blokhin A.N., Shein E.V., and Milanovskii E.Yu. Characteristics of granulometric and aggregate composition of soils from northern part of the dark taiga of Kuznetsky Alatau using parameters of probabilistic functions. *Vestn. Tomsk. Gos. Univ., Biol.*, 2010, no. 2(10), pp. 7–18. (In Russ.).
8. Velichko A.A. and Timireva S.N. Morphoscopy and morphometry of sand silicate grains from loesses and buried soils, in *Puti evolyutsionnoi geografii (itogi i perspektivy)* (The Ways of Evolutionary Geography: Results and Prospects). Moscow: Inst. Geogr., Ross. Akad. Nauk, 2002, pp. 170–185. (In Russ.).
9. Gendukov V.M. and Glazunov G.P. *Vetrovaya eroziya pochvy i zapylenie vozdukha* (Wind Erosion of Soil and Air Dustiness). Moscow: Fizmatlit Publ., 2007. 240 p.
10. *Geokhimiya okruzhayushchei sredy* (Geochemistry of Environment). Moscow: Nedra Publ., 1990. 335 p.
11. Ivanov V.V. and Sileva T.M. *Pervichnye mineraly lednikovyykh pochvoobrazuyushchikh porod Russkoi ravniny* (Primary Minerals of Glacial Soil-Forming Rocks of the Russian Plain). Moscow: MAKS Press, 2005. 76 p.
12. Israelachvili J. *Intermolecular and Surface Forces*. London: Academic, 1991. 456 p.
13. Kuz'mina N.N., Salova T.A., Sudakova N.G., and Fel'dman T.G. Granulometric and mineralogical characteristics of facial complexes of newest deposits in Azov Sea region, in *Noveishaya tektonika, noveishie otlozheniya i chelovek* (Newest Tectonics, Newest Depositions, and a Man). Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1969, no. 1, pp. 119–133. (In Russ.).
14. Nadporozhskaya M.A. and Zakharova N.V. Soils of the lawns of St. Petersburg. *Ekol. Bol'shogo Goroda*, 2003, no. 8, pp. 235–237. (In Russ.).
15. Plyaskina O.V. Peculiarities of pollution by heavy metals of urban soils of Southeastern Administrative District of Moscow, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Moscow, 2007. 26 p.
16. Privalenko V.V. and Bezuglova O.S. *Ekologicheskie problemy antropogennykh landshaftov Rostovskoi oblasti* (Ecological Problems of Anthropogenic Landscapes of Rostov Oblast), vol. 1. Rostov-on-Don: Sev.-Kavk. Nauchn. Tsentr, Vyssh. Shkoly, 2003. 290 p.
17. Prokofyeva T.V., Martynenko I.A., and Ivannikov F.A. Classification of Moscow soils and parent materials and its possible inclusion in the classification system of Russian soils, *Eurasian Soil Sci.*, 2011, vol. 44, no. 5, pp. 561–571.
18. Samaev S.B. Influence of motorways on status of adjacent territories. *Ekol. Bol'shogo Goroda*, 2001, no. 5, pp. 49–54.
19. Sidorenko A.V. Lithology and genetic classification of aeolian sediments, in *Mater. po genezisu i litologii chetvertichnykh otlozhenii (k VI Kongr. Mezhdunarodnoi Assotsiatsii po Izucheniyu Chetvertichnogo Perioda (INKVA))* (Proc. on Genesis and Lithology of Quaternary Deposits (to the VI Congr. of the International Union for Quaternary Research INQUA)). Minsk: Akad. Nauk BelSSR, 1961, pp. 139–160. (In Russ.).
20. Simanovich I.M. *Kvarts peschanykh zeren* (Quartz of Sand Grains). Moscow: Nauka Publ., 1978. 155 p.
21. Stasov V.V., Zorina L.V., Morozov A.N., and Buraeva E.A. Study of relationship between radionuclide composition of soil fractions and atmospheric aerosols. *Inzh. Vestn. Dona*, 2007, no. 2, pp. 103–110. (In Russ.).
22. *Sostoyanie zelenykh nasazhdenii i gorodskikh lesov v Moskve (po dannym monitoringa). Analiticheskii doklad* (State of Green Plantation and Urban Forests in Moscow According to Monitoring Data: Analytical Report), Yakubov Kh.G., Ed. Moscow: Prima-Press, 2000. 277 p.
23. *Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv* (Theory and Practice of Chemical Analysis of Soils), Vorob'eva L.A., Ed. Moscow: GEOS Publ., 2006. 490 p.
24. *Ekogeokhimiya gorodskikh landshaftov* (Ecogeochemistry of Urban Landscapes), Kasimov N.S., Ed., Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1995. 336 p.
25. Yazikov E.G., Goleva R.V., Rikhvanov L.P., et al. Mineral composition of dust-aerosol snow precipitations in Tomsk agroindustrial agglomeration. *Zap. Vses. Mineral. O-va*, 2004, no. 5, pp. 69–78. (In Russ.).
26. Yazikov E.G. Ecogeochemistry of urban territories of Western Siberia, *Extended Abstract of Doctoral (Geol.-Mineral.) Dissertation*, Tomsk, 2006. 47 p.
27. Da Costa Duarte A. and Oliveira Duarte R.M.B. Natural organic matter in atmospheric particles, in *Biophysico-Chemical Processes Involving Natural Nonliving Organic Matter in Environmental Systems*. New York: Wiley, 2009, pp. 451–485.
28. Rose J., Lee J.A., Kemp R.A., and Harding Ph.A. Palaeoclimate, sedimentation, and soil development during the Last Glacial Stage (Devonian), Heathrow Airport, London, UK. *Quat. Sci. Rev.*, 2000, vol. 19, pp. 827–847.

## Properties of Atmospheric Solid Fallouts in Roadside Areas of Moscow

**T.V. Prokof'eva\***, **V.A. Shishkov\*\***, **A.V. Kiryushin\***, **I.Yu. Kalushin\*\*\***

*\* Soil Science Faculty, Moscow State University, Moscow, Russia;*

*tatianaprokofieva@yandex.ru, akiriushin@front.ru*

*\* Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; vshishkov@yandex.ru*

*\*\*\* State Environmental Protection Institution "Mosecomonitoring",  
Moscow, Russia; vanokalushin@mail.ru*

Moscow has various sources and weather conditions for the increase of dust content of air, both due to technogenic emissions, and due to diffusion of loose material from surface. Samples of solid atmospheric fallouts in roadside areas are studied. Airborne fallouts participate in formation of city soils. Solid atmospheric fallouts promote enrichment of the soil by compounds of carbon, calcium, magnesium, sulfur, chlorine and heavy metals. The main part of samples consists of different sizes silicate particles – from sand to thin silt. In all samples the carbonates and high-carbonaceous particles, organic remains of different degree of decomposition, and also hyphas and conidia of fungi are found. Also there are particles of artificial materials. Airborne fallouts are weakly responsible for the extreme character of urban soils. Samples are aggregated with a primary size of micro units 10-50µm that strongly reduces risk of secondary pollution by heavy metals due to sorption of thin particles containing heavy metals on a surface of silicate grains and an organic material.