

## ТЕХНОГЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ В СОВРЕМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Илгашева Е.О.<sup>1,2</sup>, Селезнев А.А.<sup>2</sup>, Ярмошенко И.В.<sup>2</sup>, Малиновский Г.П.<sup>2</sup>, Киселева Д.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, [booto4ka@mail.ru](mailto:booto4ka@mail.ru)

<sup>2</sup>Институт промышленной экологии УрО РАН, г. Екатеринбург

<sup>3</sup>Институт геологии и геохимии имени академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург

### Введение

Антропогенные отложения на урбанизированных территориях содержат в себе производные деятельности человека, в том числе: обломки строительных материалов, отходы металлургического производства, бытовой мусор, следы облагораживания территорий. Их изменение в поверхностных условиях под действием различных агентов ведет к созданию новых минеральных фаз, изменению механизмов миграции химических элементов и, как следствие, преобразованию геохимического фона. По наличию и преобладанию тех или иных частиц в поверхностном осадке, можно сделать выводы о типе промышленности, характерном для исследуемого региона, и степени его влияния, морфологических особенностях территории и, в меньшей степени, геологическом строении.

Цель исследования состоит в выделении и детальном изучении техногенных частиц из проб пылегрязевого осадка, оценке количества таких частиц и степени их преобразования. Цель достигается из того, что каждая частица имеет определенный химический состав и структуру, которые, в конечном счете, определяют её конституцию, физические и химические свойства, внешние признаки. К физическим свойствам относятся: блеск, цвет, твердость, упругость, плотность. К химическим – основность и окислительная способность шлаков, адгезионные свойства, химическая и коррозионная стойкость, растворимость. В отдельных случаях внешние признаки позволяют однозначно определить тип и генезис частицы.

### Материалы и методы

Пробы поверхностного осадка отбирались в Екатеринбурге и Нижнем Новгороде в разных точках города, которые характеризуются различным геологическим и географическим расположением, годом и характером застройки, в различных функциональных зонах: на проезжей части, газонах, во дворах и на детских площадках. Для каждой пробы был проведен гранулометрический анализ методами сухого и мокрого ситования. Из пробы фракцией 250-1000 мкм отобраны частицы, для которых предполагается

техногенный генезис. Отобранные техногенные частицы фотографировались с помощью оптического микроскопа Аxioplan 2 фирмы Carl Zeiss и бинокля МБС-10, оснащенных фотоаппаратом Olympus C-5060. Далее техногенные частицы изучались с помощью методов сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) [Власов и др., 2011]. Эти исследования проводились на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390/6390LV, оборудованном приставкой для энергетической дисперсионной спектроскопии (ЭДС) INCA Energy 350 X-Max 50 с полупроводниковым детектором.

Для обобщения полученной информации была составлена классификация техногенных частиц [Илгашева, Ярмошенко, 2018]. В качестве описываемых критериев были выбраны следующие: морфология частиц, цвет и прозрачность, степень окатанности, размер частиц, их химический состав, полученный с помощью методов СЭМ, и генезис [Суставов, 2007]. Цвет и прозрачность частиц напрямую зависят от их химического состава и преобладания тех или иных оксидов. Генезис определяет, прежде всего, такие параметры, как температура образования частицы и химический состав сырья для ее получения. К этому критерию можно отнести скорость остывания сырья, и особенности процесса кристаллизации. Форма частиц определяется генезисом и временем нахождения частицы в пылегрязевом осадке. Размер частиц указан в мкм, и верхняя граница размерности составляет 1000 мкм. Это обусловлено размером отверстий сит, используемых при гранулометрическом анализе проб. Минимальный размер частиц установлен с помощью методов СЭМ.

Исходя из этих данных, был сделан вывод по принадлежности частиц к определенному классу.

### Выводы

На территории Екатеринбурга и Нижнего Новгорода суммарно было отобрано 155 проб пылегрязевого осадка. Из проб отобрано 172 частицы, для которых предполагается техногенное происхождение. Из них подтверждено техногенное происхождение у 116 частиц, что составляет 67 % от числа всех изученных частиц. Техногенные частицы могут быть отнесены

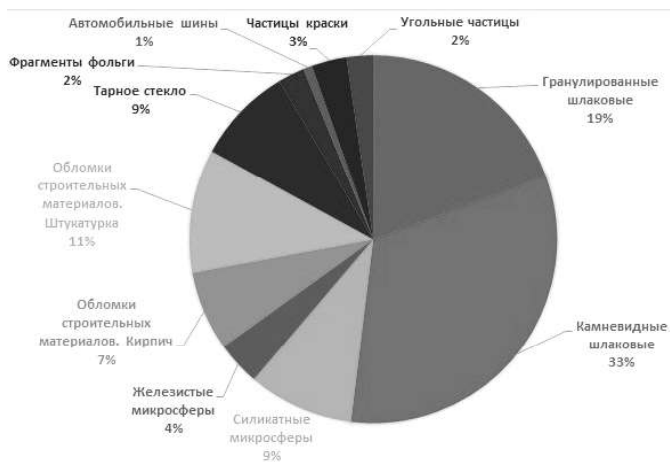


Рис. 1. Распределение техногенных частиц в поверхностном осадке

к 11 классам. Распределение частиц в поверхностном осадке представлено на рисунке 1. Среди изученных частиц преобладают шлаковые частицы (более 50 %), из них камневидные шлаки составляют 33 %, гранулированные – 19 %. Широко распространены обломки строительных материалов – штукатурки и керамического кирпича (11 % и 7 % соответственно) [Волженский и др., 1979]. Микросферы в сумме составляют 13 % от общего числа изученных частиц [Кизильштейн, 2008]. Меньше всего было обнаружено частиц тарного стекла (9 %) [ГОСТ 1103 – 55], краски (3 %), угольных частиц (2 %), фрагментов фольги (2 %) и автомобильных шин (1 %).

По результатам исследования, в т.ч. объемно-весовым методом, было определено, что техногенные частицы в поверхностном осадке на территории изучаемых городов могут составлять от 10 до 30 % от объема пробы. Техногенные частицы в основном являются побочным продуктом благоустройства города, т.к. широко используются в строительстве зданий и дорог. Присутствие таких частиц в современных поверхностных отложениях используется для изучения потоков миграции, причин изменения геохимического фона и выявления источников техногенного вещества.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-77-10024).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Власов А. И. Электронная микроскопия: учеб. пособие / А. И. Власов, К. А. Елсуков, И. А. Косолапов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 168 с.
2. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества: технология и свойства. Учебник для вузов. 3-е издание, переработанное и дополненное. Москва: Стройиздат, 1979.
3. ГОСТ 1103 – 55. Бутылки для пищевых жидкостей. Технические требования.
4. Илгашева Е.О., Ярмошенко И.В. Техногенные частицы в составе грязевого осадка в городе Екатеринбург: Уральская горная школа – регионам. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 2018. С. 474-475.
5. Кизильштейн Л. Следы угольной энергетики // Наука и жизнь. 2008. № 5.
6. Сустанов С.Г. Морфология, физические свойства и определитель минералов по внешним признакам: Учебно-методическое пособие, Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 119 с.