

**УДК 502.5**

*Масленникова Н.Н., кандидат педагогических наук*

*доцент кафедры «Биология и химия»*

*Казанский федеральный университет*

*Россия, г. Казань*

**ХАРАКТЕР ОСАЖДЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ В АТМОСФЕРЕ  
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ**

*Аннотация. В статье рассматриваются основные механизмы поступления тяжелых металлов из атмосферы на подстилающую поверхность (на примере промышленного города). И поскольку оценить количественно потоки тяжелых металлов на почву затруднительно, это определение выполнено в зимнее время. Системному анализу на наличие пыли, тяжелых металлов и содержание их в пыли подвергается талый снег.*

*Ключевые слова: тяжелые металлы, техногенная пыль, загрязнение атмосферы, загрязнение почвы, загрязнение снежного покрова.*

*Maslennikova NN, candidate of pedagogical sciences*

*Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry*

*Kazan Federal University*

*Russia, Kazan*

**CHARACTER OF DEPOSITION OF HEAVY METALS WEIGHTED  
IN THE ATMOSPHERE ON THE SNOW COVER**

*Annotation. The main mechanisms of the entry of heavy metals from the atmosphere onto the underlying surface are considered in the article (based on the example of an industrial city). And since it is difficult to quantify the flux of heavy metals on the soil, this determination was made in the winter. System analysis for the presence of dust, heavy metals and their content in the dust is exposed to snow melt.*

*Key words: heavy metals, technogenic dust, air pollution, soil contamination, snow cover contamination.*

Одним из путей поступления тяжелых металлов, находящихся во взвешенном состоянии в атмосфере, на подстилающую поверхность является их оседание в составе пыли. Соответственно, по характеру корреляционных зависимостей между массой пыли и содержанием в ней тяжелых металлов, можно говорить о насыщенности пыли этими металлами и, соответственно, о степени сродства металлов к пыли, и наоборот [4]. Для большинства исследуемых химических элементов нами была выявлена обратная зависимость разной силы ( $r$  варьирует от -0,17 до -0,87) между оседающей из атмосферы пылью и содержанием в ней тяжелых металлов (мг/кг). Результаты исследования пыли позволили нам обратить внимание на ее неоднородность, в связи с чем мы отнесли ее к двум вариациям: первая – сильно загрязнена металлами, вторая содержит незначительные их концентрации.

В связи с этим первый вид пыли было решено рассматривать как «металлозависимую пыль» (ее основу составляют сажа и глинистые фракции, изначально содержащие достаточно высокие концентрации тяжелых металлов, второй – как «металлонезависимую пыль» (состоит, в основном, из частиц песка, который характеризуется низкими концентрациями тяжелых металлов).

При увеличении общего поступления пыли в атмосферу увеличение содержания металлозависимой пыли происходит медленнее, чем металлонезависимой. Характеристике этого явления посвящены труды многих ученых, исследующих состояние атмосферы крупных городов [2, 3, 5]. Поэтому весовые характеристики содержания тяжелых металлов в составе оседающей из нее пыли можно рассматривать как основную геохимическую информацию о природно-техногенных составляющих миграционных потоков металлов.

В зимнее время во многих регионах РФ подстилающей поверхностью является снег. Поэтому определение концентрации растворенных и

взвешенных форм тяжелых металлов в составе снеговых вод можно также использовать для характеристики их поступления из атмосферы в сопредельные среды.

Формирование геохимической структуры урбанизированных территорий г. Набережные Челны происходит под влиянием аэрозольной составляющей атмосферического потока элементов в геосистему [1]. При этом обнаруживается устойчивая связь соединений тяжелых металлов с пылевой нагрузкой.

По результатам наблюдений за 2015-2017 гг. масса снега на контрольных точках исследования г. Набережные Челны колебалась от 47 до 428 кг/м<sup>3</sup>. Выпадение большого количества снега сказывается на изменении концентрации загрязняющих веществ в снеговой воде даже при наличии постоянного осадения загрязняющих атмосферу веществ снежный покров. Поэтому мощность снегового покрова напрямую влияет на концентрацию того или иного металла в его объеме.

Руководствуясь вышесказанным, нами было уделено особое внимание определению и изучению взаимозависимости между общим поступлением металлов на единицу площади снежной поверхности и количеством снега на данной контрольной точке. Предполагалось, что увеличение количества выпадающего снега должно выражаться и в увеличении поступления определенного тяжелого металла по причине его влажно-снежного вымывания из атмосферы. В действительности такая взаимосвязь экспериментально была определена выявлена для Cr и Ni практически во всех контрольных точках и для Co, Cd, Mn и Pb – в единичных. Однако, стоит отметить, что и для указанных металлов коэффициенты корреляции оказались небольшими – до 0,48. Но этому есть свое объяснение: та концентрация металла, которая определяется в снеге на конец весны, могла создаваться его поступлением на снежную поверхность равномерно на протяжении всей зимы – примерно равными количествами

при каждом снегопаде. В случае же, если такое поступление было за зиму неравномерным, то все количество металла, накопленное в снеге за всю зиму, могло «выпасть» с одним снегопадом. Тогда, последующие поступления условно чистого снега разбавляют «грязный» и снижает их концентрацию в талой воде. В таком случае коэффициент корреляции между количеством выпадающего снега и содержанием в нем тяжелого металла представляет собой отрицательное значение. В случае же преобладания естественного оседания атмосферной пыли, без вымывающего действия снега, поступление тяжелых металлов не зависит от количества выпадающего снега.

Для определения характера аэрозольного осаждения тяжелых металлов на территорию г. Набережные Челны были проанализированы взаимосвязи, определяющие показатели их поступления и пылевую нагрузку, т.е. определены коэффициенты корреляции между количеством в снеговой воде пыли и содержащимися в ней тяжелыми металлами. И если значительная связь между осаждением тяжелых металлов и количеством выпавшего снега говорит об их присутствии в атмосфере и, соответственно, снежном покрове в субмикронной форме, то, корреляционная зависимость между поступлением Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb и Zn и пыли – об их присутствии в составе атмосферных аэрозолей микронного размера. Таким образом, можно предположить, что элементы, обнаруживающие связь одновременно и с количеством снега, и с количеством оседающей на него пыли, могут мигрировать в атмосфере в обоих фазовых состояниях. При этом характер и соотношение миграционных форм находятся в прямой зависимости от количественных характеристик климатических факторов местности, определяющих показатели рассеивания примесей в атмосфере, интенсивности техногенных выбросов и их химического состава.

Таким образом, результаты исследования снежного покрова позволяют говорить о том, что основной количественной характеристикой

миграционной активности тяжелых металлов в атмосфере крупного города можно считать величину их поступления на подстилающую поверхность (в виде снегового запаса на единицу площади поверхности). Характер зависимости количества оседающей на снег пыли, содержания в ней тяжелых металлов от количества выпавшего снега, позволяет разделить эти металлы на три группы: первая – оседающие в составе пыли («сухое» поступление из атмосферы); вторая – вымываемые из атмосферы снегом (влажное (или «снежное») поступление); третья – поступающие на подстилающую поверхность и со снегом, и с пылью.

Согласно этому делению элементы Cu, Cr, Fe, Mn и Pb были отнесены нами к первой группе; в своем большинстве они поступают из атмосферы и накапливаются в снеге в составе твердой фазы. Элементы Ni и Cd доминировали в талой воде в растворенной форме, т.е. они поступают из атмосферы со снегом – вторая группа. К элементам третьей группы мы отнесли Zn, поскольку он не обнаружил жесткой привязки к тому или иному способу поступления на подстилающую поверхность.

#### **Использованные источники:**

1. Бухарина И.Л., Гибадулина И.И. Патологические признаки *Tilia cordata* Mill. и *Betula pendula* L. в насаждениях специального назначения г. Набережные Челны Республики Татарстан // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. URL:<http://www.science-education.ru/128-22668>

2. Гибадулина И.И. Антропогенная трансформация флоры пригородного леса на примере Боровецкого леса челнинского лесничества Республики Татарстан / И.И. Гибадулина, Ю.А. Лукьянова, Э.А. Гафиятуллина // Современные исследования социальных проблем. – 2014. – №8 (40). – С. 62-69.

3. Гибадулина И.И., Бухарина И.Л. Программа исследования состояния насаждений специального назначения в городах Елабуга и Набережные Челны // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы

функционирования: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Нижний Тагил, 2012. – С. 107-110.

4. Муравьева Е.В., Воронина Е.Н. Педагогические аспекты формирования культуры безопасности жизнедеятельности: проблемы и подходы // Актуальные проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения: Материалы XIII Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. – Москва: ООО «ИПП «Куна», 2008. – С. 243-246.

5. Хаматгалеева Г.А. К вопросу о пищевых добавках, добавляемых при производстве продуктов питания // Вестник торгово-технологического института. – 2011. – №5 (5). – С. 51-59.