

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Е.И. Никитина, канд. г.-м. наук, доцент

Е.В. Рогова, преподаватель

**Сибирский государственный университет путей сообщения
(Россия, г. Новосибирск)**

DOI:10.24412/2500-1000-2022-4-1-17-21

***Аннотация.** Атмосферные осадки в виде дождя и снега обладают значительной сорбционной способностью, отражая содержание в атмосфере пылевых частиц и легкорасстворимых веществ. В работе проведены исследования снежного покрова различных функциональных зон г. Новосибирска на содержание основных катионов и анионов, определены физические показатели и pH среды. Анализ полученных данных позволяет охарактеризовать уровень загрязнения атмосферы и оценить экологическое состояние территорий.*

***Ключевые слова:** снежный покров, катионы, анионы, городская среда, функциональные зоны.*

Самым распространенным веществом на Земле является вода. Химический состав воды достаточно прост, но, в процессе своего круговорота, являясь хорошим растворителем, она содержит некоторое количество химических компонентов адсорбированных из воздуха, вымываемых из различных типов пород и почв, и представляет собой уже многокомпонентный раствор. Вода может находиться в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком, газообразном. Для г. Новосибирска и его областей значительный интерес представляет твердое агрегатное состояние, т.к. снежный покров наблюдается в регионе около полугода. Поэтому выбор снежного покрова в качестве объекта исследования при мониторинге загрязнения атмосферы можно считать оправданным.

Формирование химического облика осадков в виде снега начинается с момента его выпадения, когда кристаллики снега адсорбируют из окружающей атмосферы вещества различного состава и генезиса, являясь индикатором ее состояния. Длительный зимний период позволяет снежному покрову накапливать не только растворенные компоненты, но и терригенные примеси природного и антропогенного происхождения. Все это позволяет оценить не только химический состав снежно-

го покрова, но и дать оценку экологическому состоянию территории.

Снег представляет собой твердые атмосферные осадки, состоящие из мелких ледяных кристаллов и их сростков, и является хорошим индикатором распространения загрязняющих веществ в окружающей среде. Загрязняющие вещества, находящиеся в атмосфере попадают вместе с осадками в снежный покров и накапливаются там как вблизи, так и на больших расстояниях от источников загрязнения – промышленных предприятий, автомобильного транспорта и др. В снежном покрове может находиться во много раз больше загрязняющих веществ, чем в атмосфере, т.к. он загрязняется поэтапно.

Наиболее активно воздействие человека на природу проявляется в промышленных городах, воздушный бассейн которых загрязняется жидкими, твердыми, и газообразными веществами. Новосибирск – город с высокими темпами роста населения, промышленности и сельского хозяйства. Все возрастающие объемы производства промышленной и сельскохозяйственной продукции, увеличение парка автотранспорта приводит к увеличению загрязнения атмосферы, что негативно сказывается на экологической обстановке города. Кроме того, в период активного снеготаяния в окружающую среду поступают значитель-

ные количества всех накопленных загрязняющих веществ, которые в свою очередь влияют на состояние поверхностных и подземных вод, загрязняют почвенный покров [1, 2].

Цель работы: исследование химического состава снежного покрова с целью определения экологического состояния различных территорий г. Новосибирска.

При отборе образцов снега были охвачены следующие функциональные зоны города: транспортная (Мочищенское шоссе с прилегающей к нему жилой зоной), парково-рекреационная (Заельцовский парк), селитебная (территория СГУПСа). В качестве условно фоновой зоны была выбрана территория НСО п. Матвеевка, находящаяся в 25 км от города. Отбор проб снега проводили на всю глубину снежного покрова (ГОСТ 17.1.5.05) [3]. Снег растапливали при комнатной температуре, определяли органолептические показатели талой воды (ГОСТ Р 51232-98), фильтровали, центрифугировали [4]. Определение содержания ионов проводили методом капиллярного электрофореза на приборе Капель – 104 Т. Активную реакцию воды (рН) определяли с помощью рН-метра «Аквилон» рН-420.

В ходе исследования в фильтрате были определены катионы: аммония (NH_4^+), калия (K^+), натрия (Na^+), магния (Mg^{2+}), стронция (Sr^{2+}), бария (Ba^{2+}), кальция (Ca^{2+}); анионы: хлориды (Cl^-), сульфаты (SO_4^{2-}), нитраты (NO_3^-), фосфаты (PO_4^{3-}), фториды (F^-), гидрокарбонаты (HCO_3^-) (табл. 2, 3).

Химический анализ снега (талой воды) на основные катионы опробованных территорий показывает, что транспортная зона (Мочищенское шоссе) обогащена всеми определяемыми катионами, кроме ионов аммония, с преобладанием, резко выделяющихся содержаний ионов натрия и кальция (рис.1). Надо отметить, что содержание ионов натрия преобладает над содержанием ионов кальция, что, на наш взгляд, связано с регулярным использованием для дорожных покрытий в зимний период антигололедных смесей и свидетельствует о

солевым загрязнении снежного покрова. В талой воде п. Матвеевка были обнаружены все определяемые катионы (кроме ионов бария). Содержания ионов аммония, калия и кальция превышают содержания этих же катионов в парково-рекреационной (Заельцовский парк) и в селитебной (СГУПС) зонах. Данный факт, на наш взгляд, объясняется преимущественным распространением частного сектора с печным отоплением, наличием сельскохозяйственных угодий и животноводческих ферм.

Анализ содержания основных анионов в талой воде показывает, что повышенные концентрации отмечены для гидрокарбонат-ионов всех исследованных территорий (кроме транспортной зоны) (рис. 2). Для транспортной зоны (Мочищенское шоссе) отмечены значительные содержания ионов хлора, фтора и сульфат-ионов. Высокие концентрации ионов хлора являются следствием интенсивного использования антигололедных смесей. Значительные содержания сульфат-ионов являются результатом техногенных выбросов в атмосферу веществ, содержащих серу и ее последующего окисления кислородом воздуха до сульфат-ионов (нефтеперерабатывающая промышленность, электроэнергетика, транспорт), использования антигололедных реагентов, выветривания горных пород. Наличие в талой воде парково-рекреационной и селитебной зон нитрат-ионов свидетельствует о загрязнении атмосферы оксидами азота с последующим их окислением кислородом воздуха, продуктами распада азотсодержащих белковых соединений и выветривания горных пород и почв.

Одним из основных показателей состояния снежного покрова является его кислотно-щелочной показатель (рН), так как сильно кислые или сильно щелочные талые воды могут оказывать негативное влияние на подстилающие грунты и находящиеся в них микроорганизмы. Анализ характера среды талой воды исследуемых территорий (табл. 1), показывает, что значения рН находятся в пределах 6,92-7,91. Это характеризует ее как близкую к нейтральной, слабощелочную, что являет-

ся благоприятным фактом с учетом наблюдающейся все возрастающей кислотности почв. Незначительная щелочность атмосферных осадков может быть

связана с зольными выбросами котельных, с продуктами сгорания топлива, оксидами металлов [5, 6].

Таблица 1. Физические показатели снежного покрова функциональных зон

Наименование показателя	Мочищенское шоссе	Заельцовский парк	СГУПС	п. Матвеевка
Взвешенные примеси и время осаждения частиц	крупные примеси и коллоидные частицы более 2 суток	мелкие примеси 25 сек.	мелкие примеси 2,5 мин.	-
Прозрачность	очень мутная	прозрачная	маломутная	прозрачная
Запах	отчетливый гнилостный	запаха нет	слабый землистый	слабый древесный
Цветность	высокая	малая	малая	очень малая
сухой остаток, %	0,2	-	0,01	-
pH, ед.	7,1	7,8	6,92	7,9

Таблица 2. Содержание катионов в снежном покрове функциональных зон г. Новосибирска, мг/л

Катионы \ Зона	Транспортная (Мочищенское шоссе)	Парково-рекреационная (Заельцовский парк)	Селитебная (территория СГУПС)	Фоновая (п. Матвеевка)
NH ₄ ⁺ аммоний	0	0	0,583	0,679
K ⁺ калий	2,94	0,221	0,197	0,375
Na ⁺ натрий	59,9	0,254	0,733	0,602
Mg ²⁺ магний	1,44	0	0,438	0,138
Sr ²⁺ стронций	0,509	1,87	0,183	0,455
Ba ²⁺ барий	0,922	0	0	0
Ca ²⁺ кальций	37,2	2,09	2,32	2,36

Таблица 3. Содержание анионов в снежном покрове функциональных зон г. Новосибирска, мг/л

Анионы \ Зона	Транспортная (Мочищенское шоссе)	Парково-рекреационная (Заельцовский парк)	Селитебная (территория СГУПС)	Фоновая (п. Матвеевка)
Cl ⁻ хлорид	135	1,22	1,52	0,92
SO ₄ ²⁻ сульфат	7,89	2,02	3,93	0
NO ₃ ⁻ нитрат	0	1,91	4,08	0
F ⁻ фторид	0,33	0	0	0
PO ₄ ³⁻ фосфат	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻ гидрокарбонат	20	8	16	2

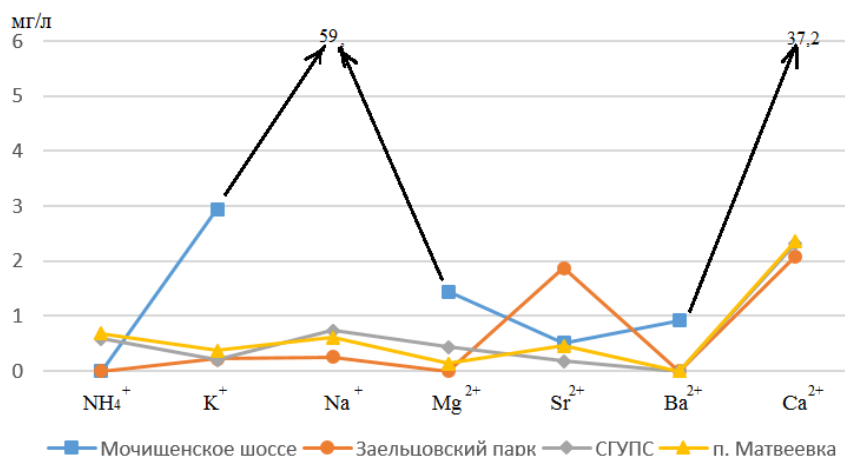


Рис. 1. Содержание катионов в снежном покрове

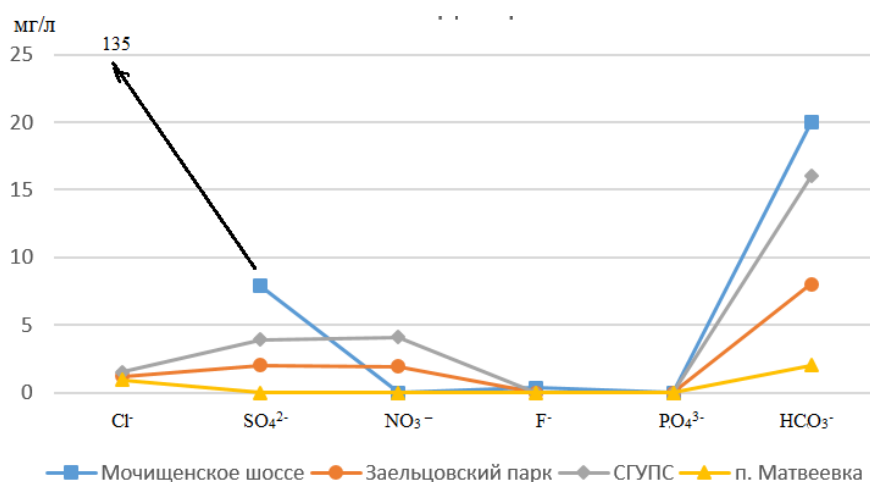


Рис. 2. Содержание анионов в снежном покрове

Анализ химического состава талой воды различных территорий показал их отличие. Снежный покров транспортной зоны (Мочищенское шоссе) в значительных количествах накапливает катионы натрия и кальция, анионы хлора и гидрокарбонаты. Для парково-рекреационной зоны (территория Заельцовского парка) в снежном покрове не отмечено значительных содержаний ни катионов, ни анионов, определяемых в ходе опыта. В талой воде селитебной зоны (территория СГУПС) отмечено незначительное накопление гидрокарбонат-ионов и содержания сульфат- и нитрат-ионов немного выше, чем для парково-рекреационной зоны. Анализ талой

воды условно фоновой зоны показывает присутствие всех (кроме бария) определяемых катионов, но в незначительных количествах, среди анионов обнаружено присутствие незначительных количеств только ионов хлора.

Таким образом, результаты исследования химического состава снежного покрова на основные катионы и анионы, анализ физических показателей и pH среды различных функциональных зон г. Новосибирска позволяет выявить уровень антропогенного загрязнения и, как следствие, экологическое состояние отдельных территорий городской среды.

Библиографический список

1. Кабанова Л.Ф. Биогеохимический круговорот элементов в природе: Метод. указ. к семинарским занятиям для студентов всех специальностей, изучающих "Концепции современного естествознания". – Новосибирск: Изд-во СГУПС 2002. – 40 с.

2. Барковский Е.В., Ткачев С.В., Атрохимович Г.Э. и др. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ. – Минск: Высш. шк., 1997. – С. 18.
3. ГОСТ Р 51232-98. Общие требования к организации и методам контроля качества. – М.: Госстандарт, 2005. – 9 с.
4. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: Госстандарт, 2021. – 12 с.
5. Булгаков Д.В., Рогова Е.В., Никитина Е.В. «Исследование и сравнение качества питьевой воды г. Новосибирска и районных центров Новосибирской области» // Интеллектуальный потенциал Сибири. Материалы конференций. Том. часть 4. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. – С. 233-236.
6. Булгаков Д.В., Шевченко А.С., Никитина Е.И., Рогова Е.В. Исследование качества водопроводной воды на основе сравнительного анализа ее физико-химических показателей // Химия и жизнь. Сборник XX Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2021. – С. 421-425.

SNOW COVER AS AN INDICATOR OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE URBAN ENVIRONMENT

E.I. Nikitina, *Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor*
E.V. Rogova, *Lecturer*
Siberian State Transport University
(Russia, Novosibirsk)

***Abstract.** Atmospheric precipitation in the form of rain and snow has a significant sorption capacity, reflecting the content of dust particles and easily soluble substances in the aerosphere. The work carried out studies of the snow cover of various functional zones of Novosibirsk for the content of the main cations and anions, determined the physical parameters and pH of the medium. Analysis of the obtained data allows you to characterize the level of atmospheric pollution and assess the ecological state of the territories.*

***Keywords:** snow cover, cations, anions, urban environment, functional zones.*