

УДК 614.7:614.2

Е.С. ЗАКАМСКАЯ, к.б.н., доцент (МарГУ)
г. Йошкар-Ола

ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

Морозное конденсирование является одним из механизмов устранения техногенных аэрополлютантов из приземных слоев атмосферы [7]. Загрязняющие вещества аккумулируются в снеговой массе вследствие низких температур, не участвуют в биогеохимических процессах и консервируются до наступления теплого периода. Таким образом, количественное и качественное содержание ингредиентов в снеговом покрове зависит от степени антропогенного загрязнения и используется при экологическом мониторинге техногенного загрязнения [1, 4, 6]. На территории г. Йошкар-Олы основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автомобильный транспорт [3].

В данной работе приводятся результаты исследования химического загрязнения снега на улицах г. Йошкар-Олы с разной загруженностью автомобильным транспортом.

Пробы снега были отобраны вдоль проезжей части методом шурфа на всю мощность снегового покрова (за исключением 5 см слоя над почвой) с замером сторон и глубины шурфа¹. Интенсивность движения транспорта определяли согласно ГОСТ 32965-2014². В снеговом покрове определяли водородный показатель (рН) посредством потенциометрического метода; наличие в нем нитратов, нитритов, аммонийного азота – с помощью спектрофотометрического метода; хлоридов, сульфатов – с помощью титриметрического метода.

По степени уменьшения загруженности улицы располагались в следующей последовательности: ул. Водопроводная ($1107 \pm 37,4$ авт./час) → ул. Красноармейская ($945 \pm 26,3$ авт./час) → ул. Машиностроителей ($633 \pm 22,8$ авт./час) → ул. Московская ($17 \pm 3,4$ авт./час).

Кислотность снега определяли по значению рН талой снеговой воды. Водородный показатель варьировался от 4,5 до 5. На улицах Машиностроителей, Красноармейской, Московской талая снеговая вода относится к категории слабокислой, на улице Водопроводной – к категории кислой.

Содержание химических загрязняющих веществ, содержащихся в снеговом покрове на разных по степени антропогенной нагрузки улицах г. Йошкар-Олы, представлено в таблице 1.

¹ Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их держанию в снежном покрове и почве. М.: ИМГРЭ, 1990. 16 с.

² ГОСТ 32965-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока. Межгосударственный стандарт. М., Стандартинформ, 2019. 26 с.

Таблица 1.

Содержание различных химических элементов в снеговом покрове

Улица	Хлориды (мг/л)	Нитраты (мг/л)	Нитриты (мкг/л)	Ионы аммония (мкг/л)	Сульфаты (мкг/л)	pH
ул. Машино- строителей	19,2±0,39	13,3±1,21	4,0±0,58	580,3±5,20	45,3±1,20	5
ул. Водопро- водная	106,5±1,51	24,5±2,03	14,2±0,88	750,7±4,63	35,2±1,20	4,5
ул. Красно- армейская	29,5±1,26	8,7±0,24	7,6±0,35	510,6±4,06	43,2±1,53	5
ул. Москов- ская	16,7±0,70	8,4±0,23	0,8±0,09	500,2±5,21	19,4±1,45	5

Сульфат-ионы накапливаются в снеговом покрове в результате осаждения аэрозолей сернистого ангидрида, содержащегося в воздухе. После таяния снега они переходят в почву [2]. В наших исследованиях содержание SO_4^{2-} в пробах снега было незначительно и колебалось от 19,4±1,45 мкг/л (на ул. Московской) до 45,3±1,20 мкг/л (на ул. Машиностроителей) (см. табл. 1).

Результаты множественных сравнений по содержанию сульфатов в снеговом покрове показали, что имеется статистически значимая разница по значению данного показателя между всеми районами исследования за исключением ул. Машиностроителей и Красноармейской (табл. 2).

Таблица 2. Результаты множественных сравнений по содержанию загрязняющих веществ в снеговом покрове

Улица	1	2	3
хлориды			
1. ул. Машиностроителей			
2. ул. Водопроводная	0,0001		
3. ул. Красноармейская	0,0014	0,0001	
4. ул. Московская	0,038	0,0001	0,0008
нитраты			
1. ул. Машиностроителей			
2. ул. Водопроводная	0,009		
3. ул. Красноармейская	0,014	0,001	
4. ул. Московская	0,014	0,001	1,1
нитриты			
1. ул. Машиностроителей			
2. ул. Водопроводная	0,0017		
3. ул. Красноармейская	0,025	0,003	
4. ул. Московская	0,015	0,0001	0,0001
ионы аммония			

1. ул. Машиностроителей			
2. ул. Водопроводная	0,0001		
3. ул. Красноармейская	0,0004	0,0001	
4. ул. Московская	0,0003	0,0001	0,23
сульфаты			
1. ул. Машиностроителей			
2. ул. Водопроводная	0,0001		
3. ул. Красноармейская	0,0004	0,0001	
4. ул. Московская	0,0003	0,0001	0,23

Нитриты – промежуточная ступень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов или, наоборот, восстановления нитратов до азота и аммиака. Они являются неустойчивым компонентом природных сред. В естественных условиях нитриты в геосистемах встречаются в незначительном количестве, но под влиянием антропогенных факторов их содержание может увеличиваться до десятых долей, реже — единиц или первых десятков мг/л. В снеговом покрове г. Йошкар-Олы содержание нитритов невелико и варьируется в пределах от $0,8 \pm 0,09$ (ул. Московская) до $14,2 \pm 0,88$ (ул. Водопроводная) мкг/л (см. табл. 1).

Аммиак, согласно классификации А.И. Перельмана [5], относится к активным газам. Благодаря хорошей растворимости он образует в снежной толще высокие концентрации иона аммония [7].

Нами установлено, что максимальное содержание ионов аммония характерно для снега на улице Водопроводной, а минимальное – на улицах Московской и Красноармейской ($500,2 \pm 5,21$ и $510,6 \pm 4,06$ мкг/л соответственно) (см. табл. 1).

Из изученных нами азотсодержащих соединений самое высокое содержание в снеговом покрове г. Йошкар-Олы характерно для нитрат-ионов (табл. 1). По данному показателю наблюдается такая же картина, как и в случае с содержанием в снеговом покрове ионов аммония.

Поступление хлорид-иона в снег обусловлено применением хлорида натрия для очистки автострад от снега и льда. По увеличению содержания в снеговом покрове хлорид-ионов улицы г. Йошкар-Олы образуют следующий ряд: ул. Московская → ул. Машиностроителей → ул. Красноармейская → ул. Водопроводная (табл. 1). По данному показателю имеется значимая разница между всеми районами исследования (табл. 2).

Полученные в ходе химического анализа результаты показали, что наибольшее количество загрязняющих веществ в снеговом покрове обнаружено на улице Водопроводной, для которой характерна наибольшая интенсивность транспортного потока; наименьшее – на улице Московской, в жилителной зоне частного сектора.

Список литературы:

1. Акимова, О.А. Снег как индикатор загрязнения окружающей среды / О.А. Акимова // Вестник магистратуры. – 2021. – №4-1 (115). – С. 11-15
2. Ершов, Г.Л. Оценка степени загрязнения снега вблизи автодорог с интенсивным движением автотранспорта / Г.Л. Ершов, Р.Г. Парасич // Вестник Омского государственного педагогического университета. – 2006. – №41. – 5 с.
3. Мартынова, М.В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха на примере городов Йошкар-Ола и Волжск Республики Марий-Эл / М.В. Мартынова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. №7. С. 6-10.
4. Машкин, Д.В. Опыт использования снежного покрова в качестве универсального показателя загрязнения урбанизированных территорий / Д.В. Машкин, А.А. Гушин, Т.В. Извекова, Ю.Г. Боровова // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. – 2016. – №. 18 – С. 58-73.
5. Перельман, А.И. Геохимия ландшафтов. / А.И. Перельман, Н.С. Касимов М.: Астрей-2000, – 1999. – 610 с
6. Сазонова, О.В. Эколого-гигиенические особенности антропогенного загрязнения снегового покрова в Промышленном городе / О.В. Сазонова, Т.К. Рязанова, А.К. Сергеев, Т.В. Судакова, Н.М. Торопова, Л.Н. Вистяк // ЗНиСО. – 2018. – №2 (299). – С. 34-38
7. Тентюков, М.П. Особенности формирования загрязнения снежного покрова: морозное конденсирование техногенных эмиссий (на примере районов нефтедобычи в большеземельской тундре) / М.П. Тентюков // Криосфера Земли. – 2007. – Т. 11, №4. – С. 31-41.