

ВЛИЯНИЕ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ ЗАРЯДОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕГОВОГО ПОКРОВА

Г.М. Батракова

Представлены результаты исследований снегового покрова на территории правобережной части г. Перми для оценки влияния выбросов при отработке твердотопливных зарядов. Выполнен расчет удельного запаса и средней интенсивности выпадений загрязняющих веществ в растворимой и твердой фазах. Проведено сравнение полученных результатов с фоном и с учетом повторяемости ветров.

В природно-климатических зонах с устойчивым снежным покровом на территориях со сложной промышленной и селитебной застройкой информация о пространственном распределении загрязняющих веществ может быть получена по результатам комплексных исследований, включая исследование снега.

Количественные связи между содержанием поллютантов в атмосферном воздухе и снеге установлены многочисленными геохимическими, экологическими и гигиеническими исследованиями, выполненными на территориях промышленных узлов и городов России [1]. Полученные результаты используются для оценки загрязнения воздушного бассейна, выявления суммарного вклада промышленных предприятий, картографического отображения пространственной структуры загрязнения.

Цель исследований – оценка влияния выбросов при отработке твердотопливных зарядов в формировании общей загрязненности снегового покрова в правобережной части г. Перми. Задачи исследований: определение приоритетных компонентов, депонируемых снежным покровом; определение удельного запаса загрязняющих веществ и средней интенсивности выпадений на разных расстояниях от источника эмиссии загрязняющих веществ с учетом преобладающих ветров территории в сравнении с фоновым уровнем загрязнения.

Объемы и методы исследований

Исследования проводились в зимний сезон 2003-2004 и 2004-2005 годов. Для выявления очагов загрязнения плотность отбора составляла 5 проб на 1 км², контрольные площадки были «привязаны» к существующим в исследуемом районе площадкам фонового лесоэкологического мониторинга, точкам отбора проб атмосферного воздуха и почвы. Для отбора проб снега выбирали участки с минимальным влиянием автомагистралей. Каждая проба являлась сборной, со-

стоящей из нескольких частных кернов, собранных методом конверта с помощью стандартного снегомера-плотномера. Отбор проб выполнен в момент максимального запаса влаги на пяти площадках, одна из которых являлась фоновой, удаленной от исследуемого района на 36 км.

Содержание загрязняющих веществ исследовали в фильтрате талого снега и в твердом осадке после фильтрации. В перечень приоритетных компонентов, определяемых в талой воде и осадке, включены основные компоненты сжигания твердого ракетного топлива (хлориды, соединения алюминия, перхлорат аммония), а также показатели общего загрязнения снегового покрова, атмосферного воздуха и почвы, характерные для района.

Определение водорастворимых ингредиентов выполнено по методикам РД 52.18.595-96. Загрязнение снега оценивалось по показателям: рН, взвешенные вещества, концентрации хлоридов, сульфатов, фторидов и соединений азота (нитраты, нитриты). Металлы (алюминий, титан, хром, кобальт) определяли в твердой (условно нерастворимой) и водорастворимой фазах методом атомно-абсорбционного анализа с электротермическим атомизатором на приборе МГА-915 в соответствии с РД 52.24.377-95. Определение ароматических углеводородов проводилось на газовом хроматографе ЛХМ-80 согласно МУК 4.1.764-99, содержание формальдегида – на жидкостном хроматографе «Милихром» по МУК 4.1.769-99. Перхлорат аммония определяли фотоколориметрическим методом по МУК 4.1.010-05. Обработка результатов выполнена в соответствии с РД 52.04.186-89 [1] и методическими рекомендациями № 5174-90 [2].

Исследование снеговых проб проведено в аккредитованных лабораториях.

Результаты исследований

Состояние снежного покрова на исследуемой территории в момент максимального влагозапаса характеризовалось следующими параметрами: время накопления снега (Т) составляет 155 (2003-2004) и 136 дней (2004-2005); количество осадков выпавших со дня установления устойчивого снежного покрова 149,9 (2003-2004) и 133,8 мм (2004-2005); средняя толщина снежного покрова 41-85 см.

При первичной обработке результатов исследования снеговых проб получены значения концентраций загрязняющих веществ (С, мг/дм³), удельного запаса загрязняющих веществ (Q, мг/м²) и средней интенсивности выпадений загрязнения (U, мг/м²*сут) [1]. Результаты анализа содержания перхлората аммония представлены в мг на м² поверхности. Результаты анализа талой воды и содержание водорастворимых соединений представлены в таблице 1.

Результатами исследований установлено: значение рН в основном оставляет 5-7 единиц и соответствует кислотности осадков близкой к нейтральной и слабо кислой; содержание хлоридов во всех контрольных площадках равномерное (в пределах – 0,3-0,5 мг/дм³), что в 1,5-2 раза больше чем в фоновой точке; отмечены повышенные (1,3-2 раза) в сравнении с фоном концентрации сульфатов и соединений азота; содержание формальдегида определялось в диапазоне 0,009-0,042 мг/дм³, в фоновой точке формальдегид не обнаружен. Перхлорат аммония был обнаружен на двух площадках в 2-3 кратном превышении фонового значения.

Во всех пробах снеговых вод отсутствовали фториды, этилбензол и ксилолы. В снеговых пробах с площадок 2 и 4 отмечены незначительные превышения в сравнении с фоном по толуолу и бензолу, при этом в фоновой точке ароматические углеводороды не обнаружены.

Принято считать, что фильтрат отражает степень загрязнения воздушного бассейна растворимыми формами элементов, а запыленность атмосферы и содержание нерастворимых аэрозолей характеризуют твердый осадок. Сравнение содержания металлов в водорастворимой и нерастворимой фракции снежных вод указывает на их преобладание в последней. В таблице 2 представлено суммарное содержание металлов в пробах снега.

Установлено, что содержание алюминия во всех исследуемых пробах превышало фоновые значения в 1,6-5 раз и максимально в 23 раза (2004-2005) на площадке в юго-

восточном направлении. Превышение по отношению к фоновому показателю для титана и кобальта установлено по всем исследуемым точкам с максимальной кратностью превышения на площадке 3. Уровень содержания хрома достоверно превышающий фоновый показатель установлен на площадках 1 и 2 с кратностью превышения в 2,2 и 2 раза, соответственно. Содержание свинца в исследуемых точках не превышало фоновый уровень за исключением площадки 1 (4,3 раза).

Сравнительный анализ результатов двух зимних сезонов показал тенденцию к незначительному увеличению содержания в снеговых пробах сульфатов, нитратов. Концентрации хлоридов и их распределение в снеговом покрове практически не менялись по территории и сезонам. Максимальные концентрации алюминия (0,211 мг/дм³), титана (0,0157 мг/дм³) и кобальта (0,00164 мг/дм³) отмечены на контрольной площадке, расположенной в юго-восточном направлении.

Перенос загрязняющих веществ осуществляется за счет общей циркуляции атмосферы. Поступающие в атмосферу примеси, подхваченные воздушными потоками, могут распространяться на расстояние десятков километров. Для сравнения средней интенсивности выпадений загрязняющих веществ (U, мг/м²*сут), относящихся к основным компонентам из состава продуктов сгорания смешанного твердого топлива (хлориды, алюминий), учитывали ветровой режим территории. В холодный период года (октябрь-март) наиболее вероятны южное и юго-восточное направление ветра, северо-западное, северное, северо-восточное и восточное направления маловероятны, в теплый период возрастает повторяемость ветра северо-западного и северного направлений [3].

Осредненный показатель U для контрольной площадки представлял собой увеличение в сравнении с фоном интенсивности выпадений загрязнения i-го вещества с учетом повторяемости ветров. Оценка проведена для контрольных площадок, расположенным по четырем румбам в северном (площадка 1), северо-западном (площадка 2), юго-восточном (площадка 3) и юго-западном (площадка 4) направлениях (рис. 1).

ВЛИЯНИЕ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ ЗАРЯДОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕГОВОГО ПОКРОВА

Таблица 1

Сравнительная характеристика загрязнения снегового покрова растворимыми компонентами

Компонент	2003-2004			2004-2005		
	$C, \text{мг/дм}^3$	$Q, \text{мг/м}^2$	$U, \text{мг/м}^2 \cdot \text{сут}$	$C, \text{мг/дм}^3$	$Q, \text{мг/м}^2$	$U, \text{мг/м}^2 \cdot \text{сут}$
1	2	3	4	5	6	7
Пл. 1 «Сады»	pH 6,62			pH 6,80		
Cl^-	0,4	41	0,50	0,5	67	0,49
SO_4^{2-}	4,1	420	5,12	7,6	1036	7,45
NO_2^-	нпо	-	-	0,005	0,9	0,01
NO_3^-	0,63	65	0,79	0,94	127	0,92
CO_4^-	нпо	-	-	-	0,347	-
Формальдегид	0,009	0,92	0,0112	нпо	-	-
Пл. 2 «Лагерь»	pH 5,60			pH 5,30		
Cl^-	0,3	30	0,37	0,5	72	0,49
SO_4^{2-}	3,8	380	4,75	5,1	740	4,99
NO_2^-	нпо	-	-	нпо	-	-
NO_3^-	0,68	68	0,85	0,90	131	0,88
CO_4^-	-	0,28	-	-	0,347	-
Формальдегид	0,014	1,4	0,0175	0,024	3,48	0,023
Пл. 3 «Оборино»	pH 6,25			pH 6,43		
Cl^-	0,3	39	0,37	0,5	65	0,49
SO_4^{2-}	2,3	299	2,87	4,1	537	4,01
NO_2^-	0,005	0,7	0,01	0,007	0,9	0,01
NO_3^-	0,62	81	0,7	0,56	73	0,55
CO_4^-	нпо	-	-	нпо	-	-
Формальдегид	0,042	5,46	0,0525	нпо	-	-
Пл. 4 «Озеро»	pH 5,61			pH 6,67		
Cl^-	0,3	45	0,37	0,45	54	0,4
SO_4^{2-}	3,0	450	3,75	3,5	476	3,43
NO_2^-	нпо	-	-	нпо	-	-
NO_3^-	0,54	81	0,67	0,49	67	0,48
CO_4^-	-	0,28	-	нпо	-	-
Формальдегид	0,012	1,8	0,0150	0,012	1,63	0,011
Пл. 5 (фон)	pH 7,35			pH 5,80		
Cl^-	0,2	25	0,25	0,4	53	0,39
SO_4^{2-}	5,8	725	7,25	3,5	469	3,43
NO_2^-	нпо	-	-	нпо	-	-
NO_3^-	0,39	49	0,49	0,49	66	0,48
CO_4^-	нпо	-	-	нпо	-	-
Формальдегид	нпо	-	-	нпо	-	-

Примечание. нпо – ниже предела обнаружения ($\text{NO}_2^- < 0,005 \text{ мг/дм}^3$; $\text{CO}_4^- < 0,1 \text{ мг/дм}^3$; формальдегид $< 0,001 \text{ мг/дм}^3$)

Сравнительная характеристика загрязнений снежного покрова металлами

Элемент	2003-2004			2004-2005		
	$C, \text{мг/дм}^3$	$Q, \text{мг/м}^2$	$U, \text{мг/м}^2/\text{сут}$	$C, \text{мг/дм}^3$	$Q, \text{мг/м}^2$	$U, \text{мг/м}^2/\text{сут}$
Площадка 1 «Сады»						
Алюминий	0,0206	2,11	0,026	0,045	6,07	0,044
Титан	0,0065	0,65	0,008	0,0056	0,756	0,0055
Свинец	0,0097	0,99	0,012	0,052	7,02	0,051
Кобальт	0,0017	0,17	0,002	0,00077	0,095	0,00075
Хром	0,0016	0,16	0,002	0,0063	0,850	0,0062
Площадка 2 «Лагерь»						
Алюминий	0,0148	1,48	0,018	0,028	4,06	0,0274
Титан	0,0042	0,42	0,005	0,0036	0,522	0,0035
Свинец	0,008	0,80	0,016	0,011	1,44	0,0107
Кобальт	0,0017	0,17	0,002	0,00017	0,024	0,00016
Хром	0,0013	0,13	0,002	0,0056	0,842	0,0055
Площадка 3 «Оборино»						
Алюминий	0,0237	3,08	0,030	0,211	27,64	0,201
Титан	0,0122	1,59	0,015	0,0157	2,056	0,015
Свинец	0,0047	0,61	0,006	0,011	1,44	0,0107
Кобальт	0,0023	0,23	0,003	0,00164	0,214	0,0015
Хром	0,0015	0,20	0,003	0,0038	0,497	0,0037
Площадка 4 «Озеро»						
Алюминий	0,0179	2,68	0,022	0,015	2,04	0,0147
Титан	0,0048	0,72	0,006	0,0042	0,567	0,0041
Свинец	0,0066	0,99	0,008	0,005	0,68	0,0049
Кобальт	0,0018	0,27	0,002	0,00049	0,066	0,00048
Хром	0,0010	0,16	0,001	0,0032	0,435	0,0032
Площадка 5 (фон)						
Алюминий	0,0065	0,81	0,008	0,009	1,026	0,0088
Титан	0,0042	0,52	0,005	0,0011	0,147	0,0010
Свинец	0,0102	1,27	0,013	0,012	1,61	0,011
Кобальт	0,0019	0,24	0,002	0,00003	0,004	0,000029
Хром	0,0010	0,13	0,001	0,0028	0,375	0,0027

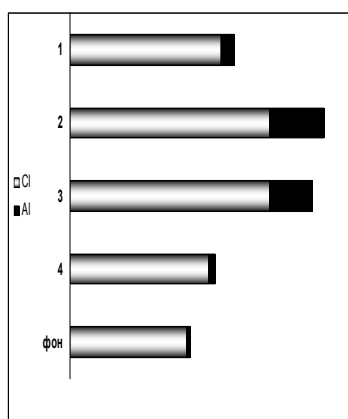


Рис. 1. Результаты сравнения показателя средней интенсивности выпадений по хлоридам и алюминию

Превышение в сравнении с фоном показателя U по площадкам 1 и 2 объясняется высокой в течение зимнего сезона повторяемостью южных и юго-восточных ветров. Высокое значение показателя U на площадке 3 возможно связано с маловероятными северо-

западными ветрами при работе объекта с соблюдением установленных ограничений по направлению ветров в сторону основной жилой застройки. Выявление закономерностей распространения загрязняющих веществ требует проведения дополнительных исследований и информации об интенсивности работы объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. – М., 1991. – 693 с.
2. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве (утв. Глав. гос. санит. врачом СССР 15.05.90 г. №5174-90).
3. Воздействие на окружающую среду кратковременных выбросов большой мощности / В.М. Суслонов и др. – Пермь: ПГУ, 2005. – 126 с.