

Каплинский А.Е., Суторихин И.А.

ДИНАМИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГОРОДСКОГО АЭРОЗОЛЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ХОЛОДНОГО ФРОНТА

Приводятся данные измерений суточного хода счетной концентрации аэрозольных частиц в атмосфере г. Горно-Алтайска, а также массовой концентрации ряда химических элементов в веществе частиц. Особенности полученных зависимостей объясняются с точки зрения поведения источников аэрозоля и метеопроцессов в период измерений. Отмечается корреляция между зависимостями счетной концентрации и массовой концентрации анализируемых элементов.

Город Горно-Алтайск относится к числу населенных пунктов, находящихся в неблагоприятной экологической ситуации. Это связано с тем, что город расположен в межгорной котловине, в которой наблюдается застой воздуха и накопление в нем токсичных примесей от выбросов многочисленных котельных, домов с печным отоплением, промышленных предприятий и автомобилей.

В ноябре 1992 г. при проведении экспедиционных работ в Республике Алтай был поставлен круглосуточный цикл измерений параметров атмосферного аэрозоля в г. Горно-Алтайске. С интервалами времени 2 ч в центре города регистрировалась счетная концентрация аэрозольных частиц в семи диапазонах их размеров и отбирались пробы аэрозольного вещества для проведения элементного анализа. Начало суточного цикла (23 ч, 2.11.92) пришлось на штилевую метеоситуацию с выраженной инверсией в пограничном слое атмосферы и отсутствием снежного покрова. Во второй половине цикла произошло прохождение холодного атмосферного фронта со снегопадом и усилением ветра.

Исследование спектров размеров аэрозольных частиц проводилось с помощью фотоэлектрических счетчиков частиц ПКЗВ-906, которые позволяют регистрировать количество частиц в 1 дм³ воздуха в семи диапазонах их размеров: 0,3–0,4; 0,4–0,5; 0,5–1; 1–2; 2–5; 5–10; 10–100 мкм. Результаты представлялись в виде графиков суточного хода концентрации в каждом диапазоне и полной концентрации частиц всех размеров.

Отбор проб аэрозольного вещества на аналитические фильтры АФА-ХА-20, АФА-ВП-20 проводился по методике, описанной в [1]. Объем прокачиваемого воздуха с учетом температурной поправки на вязкость составлял 4 м³. Время прокачки – 30 мин. Химико-аналитические исследования экспонированных фильтров по определению массовой концентрации 12 тяжелых металлов (ТМ) проводились в лабораторных условиях. Концентрация ртути и мышьяка определялась методом инверсионной вольтамперометрии, а остальных элементов – атомно-эмиссионным методом. Качество используемых фильтров (содержание в их материале в качестве примесей определяемых элементов) позволяло достаточно уверенно определять концентрацию ТМ ниже фоновых уровней. Погрешность анализов не превышала 20% с доверительной вероятностью 0,95. Результаты приведены в таблице.

На рис. 1, а приведены графики полученных суточных зависимостей концентрации частиц в одном из диапазонов размеров (0,5–1 мкм), а также полной концентрации. С момента начала измерений полная концентрация уменьшалась в течение ночи, а в утренние часы стала вновь расти, и к 11 ч 3.11.92 достигала максимального значения ($\approx 10^6$ дм⁻³). По всей видимости, в ночные часы работали только источники аэрозоля, связанные с котельными, действующими в непрерывном режиме, а печное отопление фактически отсутствовало. За это время успевало произойти частичное рассеяние аэрозольных примесей. Утром печное отопление и автотранспорт давали существенный вклад в концентрацию, что и приводило к ее резкому возрастанию. Далее, в дневные часы, усиление ветра и начавшийся снегопад, связанные с прохождением холодного фронта, приводили к рассеянию и частичному вымыванию аэрозоля из атмосферы, что выражалось в падении концентрации частиц на два порядка. Функция распределения частиц по размерам при этом мало изменялась, поскольку даже усилившийся ве-

тер не мог достаточно эффективно очистить атмосферу города, а вызывал только выравнивание концентрации по площади города в условиях непрерывной работы источников аэрозоля. Из результатов измерений следует, что от 70 до 80% частиц имели размер до 0,5 мкм, что типично для аэрозолей, возникающих в отопительных системах.

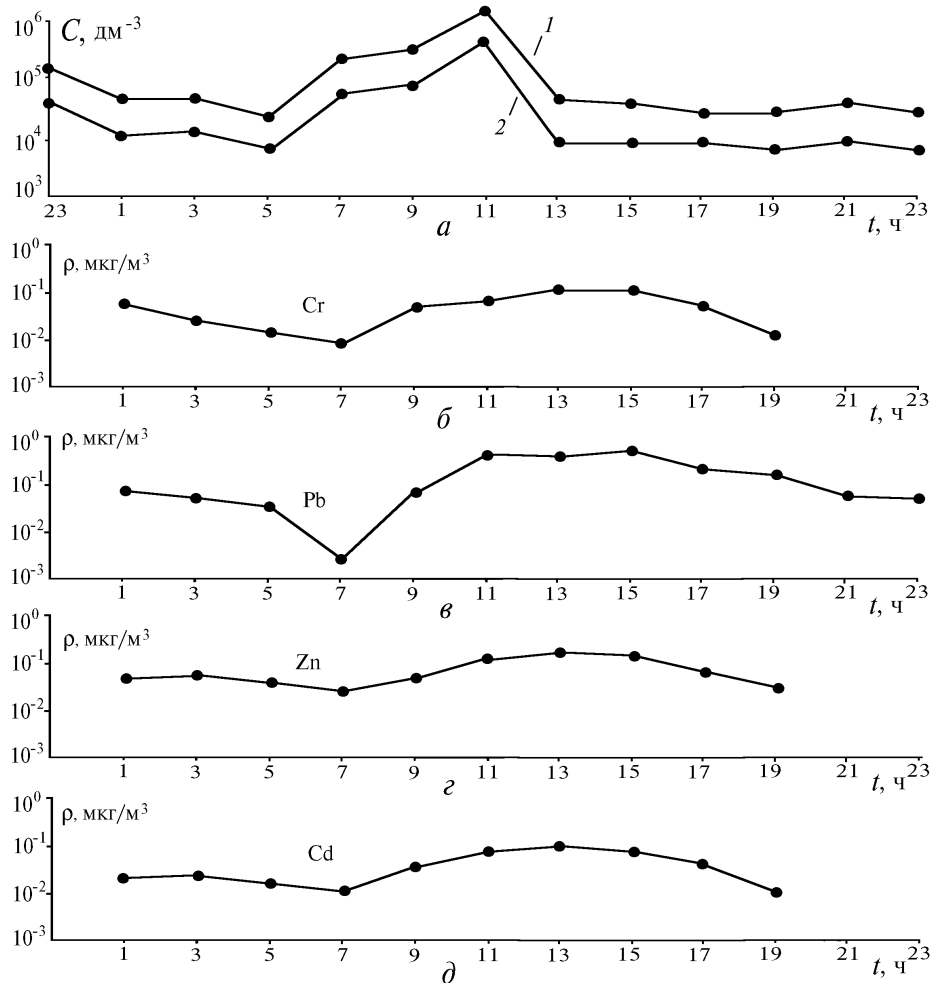


Рис. 1. Суточный ход полной счетной концентрации частиц (кривая 1) и концентрации частиц с размерами 0,5–1 мкм (2) (а), а также массовых концентраций Cr, Pb, Zn, Cd – (соответственно б, в, г, д)

Результаты химического анализа аэрозольных проб показывают, что массовая концентрация ряда анализируемых элементов в среднем уменьшалась с начала цикла в течение ночи за счет частичного рассеяния аэрозоля в атмосфере при слабом ветре, затем в дневные часы возрастала, что соответствовало включению различных источников аэрозоля, а в вечернее время с прохождением холодного фронта снова происходило падение концентрации. Так, концентрация таких элементов, как Cr, Be, Ba в дневные часы возрастала в 10–30 раз по сравнению с предутренней, но к концу цикла падала на порядок (Cr, Ba), а для Be – на два порядка. Наибольший рост концентрации зафиксирован для Pb (более чем в 150 раз), но далее концентрация этого элемента также падала на порядок. Менее резкими были аналогичные изменения концентраций Zn, Cu, Cd, но и для них падение концентрации при прохождении фронта составляло около порядка величины. Графики суточного хода концентраций некоторых элементов приведены на рис. 1, б, в, г, д. Отметим, что в качественном плане эти изменения коррелируют с изменениями счетной концентрации частиц.

Массовая концентрация некоторых металлов в приземном аэрозоле г. Горно-Алтайска 3.11.92 г., мкг/м³

N пробы	Время	Va	Be	B	Mn	Cr	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	T°C	Примечания
1	0.00–0.30	0,3	0,00009	0,003	0,19	0,05	0,06	0,04	0,012	0,02	0,08	0	ветер 2–4 м/с
2	2.00–2.30	0,08	0,00009	0,0025	0,015	0,022	0,042	0,05	0,015	0,022	0,02	0	штиль
3	4.00–4.30	0,06	–	0,002	0,010	0,013	0,025	0,032	0,005	0,015	–	–1	«
4	6.00–6.30	0,01	–	–	0,012	0,007	0,0018	0,020	0,005	0,010	–	–1	ветер
5	8.00–8.30	0,06	–	0,0042	0,010	0,038	0,048	0,038	0,006	0,030	–	–1	«
6	10.00–10.30	0,07	–	0,0051	0,020	0,05	0,25	0,09	0,048	0,062	–	0	«
7	12.00–12.30	0,22	0,0012	0,007	0,012	0,082	0,23	0,11	0,022	0,070	–	2	«
8	14.00–14.30	0,17	0,002	0,0048	0,017	0,080	0,31	0,093	0,034	0,058	–	5	«
9	16.00–16.30	0,28	0,0017	0,0012	0,010	0,035	0,12	0,04	0,009	0,030	–	3	снег
10	18.00–18.30	0,05	–	0,0010	0,008	0,009	0,09	0,02	0,005	0,007	–	2	снег
11	20.00–20.30	–	–	0,0008	0,062	–	0,03	–	0,004	–	–	0	ветер
12	22.00–22.30	–	0,00002	0,0005	0,050	–	0,025	0,015	0,004	–	0,02	–2	«
ПДК		4	0,1	50	1	1,5	0,3	50	2	1	0,3		
Чувствительность анализа.		0,01	0,00001	0,0005	0,002	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,002	0,01		
Концентрация, мкг/м ³ , содержание ниже которой в пробе отмечено «–»													

Несовпадение по времени точек минимума счетной и массовой концентрации объясняется длительностью процесса отбора аэрозольных проб, в связи с чем результаты их анализа привязывались по времени к ближайшему целому часу. Концентрации Cr, Zn, Cd после 19 ч упали ниже пределов обнаружения атомно-эмиссионным методом.

Абсолютные величины концентраций всех определяемых элементов не превышали предельно допустимых концентраций для жилой зоны. В то же время концентрации таких элементов, как Pb, Cd, Mn, Zn в 4 – 6 раз превысили максимальное значение фона, принятого для Европейской части России [2]. Массовая концентрация аэрозольного вещества превышала ПДК (0,5 мг/м³) до двух раз.

Как уже отмечалось, основными причинами повышенного загрязнения атмосферы Горно-Алтайска являются <котловинное> расположение города, что приводит к низкой степени ее проветривания, возникновению частых и продолжительных инверсий в приземном слое; большое количество (более 100) мелких котельных, не имеющих систем очистки дымовых выбросов; использование для отопления низкосортных бурых канско-ачинских углей. Все это приводит к повышенной задымленности, особенно в вечерние и утренние часы, возникновению смоговых ситуаций. Характерно, например, и то, что концентрации ТМ в атмосфере Горно-Алтайска по ряду элементов превышают аналогичные показатели для предзимнего периода в другом городе Алтайского края, имеющем те же размеры – Змеиногорске, хотя последний по уровню развития промышленности значительно его превосходит.

1. ГОСТ 17.23.01–81. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
2. А т м о с ф е р а . Справочник. Л.:Гидрометеиздат, 1991. 510 с.

Институт водных и экологических проблем
СО РАН, г. Барнаул

Поступила в редакцию
4 мая 1994 г.

A. E. Kaplinskii, I. A. Sutorikhin. Dynamics of Physicochemical Parameters of the Urban Aerosol under Conditions of Cold Front Passage.

In this study we measured diurnal behavior of the number density of aerosol particles and of mass density of some chemical elements in the aerosol substance in the atmosphere over Gorno-Altai city. The features of the dependences observed are explained from the standpoint of the behavior of aerosol sources and meteorological parameters during measurements. We have revealed certain correlation between the number and mass densities of the elements under study.