

## АЭРОЗОЛИ СИБИРИ

УДК 551.510.42

А.Е. Каплинский, Н.В. Кисляк, И.А. Суторихин

### ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ДЫМОВОГО АЭРОЗОЛЯ В Пониженной части территории г. Барнаула

Рассмотрены результаты суточного цикла измерений счетной концентрации частиц приземного аэрозоля в г. Барнауле в период неблагоприятной метеоситуации начала октября 1997 г. в условиях повышенного загрязнения атмосферы города дымовым аэрозолем. Прослеживается накопление аэрозоля в центральной части города, на склоне речной долины, в условиях формирования ночью инверсионного слоя. Рассчитаны величины медианного диаметра и параметра полидисперсности аэрозоля, обсуждается поведение полученных величин в течение цикла в их связи с процессами в приземном слое воздуха.

Летне-осенний период 1997 г. на территории юга Западной Сибири характеризовался длительным господством сменявших друг друга устойчивых антициклонов, что создало наряду с небывалой засухой крайне неблагоприятную эколого-гигиеническую обстановку, особенно в промышленных центрах, в частности в г. Барнауле. Ситуация крайне осложнилась во второй половине сентября и в октябре. В этот период практически каждую ночь в приземном слое воздуха формировались инверсионные слои. В таких условиях выбросы загрязняющих веществ, главным образом от котельных промышленных и коммунальных предприятий, а также теплоэлектроцентралей, практически не рассеиваются в атмосфере, а сосредотачиваются вблизи земной поверхности в районах, прилегающих к их источникам [1]. Длительное отсутствие осадков исключило один из механизмов выведения аэрозоля из атмосферы [2], а накопление газовых загрязнений в условиях безоблачной погоды несколько раз приводило к образованию фотохимического смога. Органами Росгидромета неоднократно выдавались предписания по ограничению выбросов в атмосферу, однако эти меры не дали желаемого результата.

Катастрофическая ситуация сложилась в лесном хозяйстве. Практически повсеместно возникали очаги возгораний, перешедшие в ряде случаев в крупные лесные пожары, которые дали мощный выброс в атмосферу дымового аэрозоля. Наиболее серьезная обстановка сложилась в Алтайском крае, где в огне погибло около 550 км<sup>2</sup> леса. Один из наиболее мощных пожаров возник в первой неделе октября в пойме Оби у с. Калманка, а затем прошел по территории правобережного лесного массива к юго-востоку от Барнаула. Седьмого октября облако дыма от этого пожара накрыло город, при этом дальность видимости по визуальной оценке не превышала 2 км.

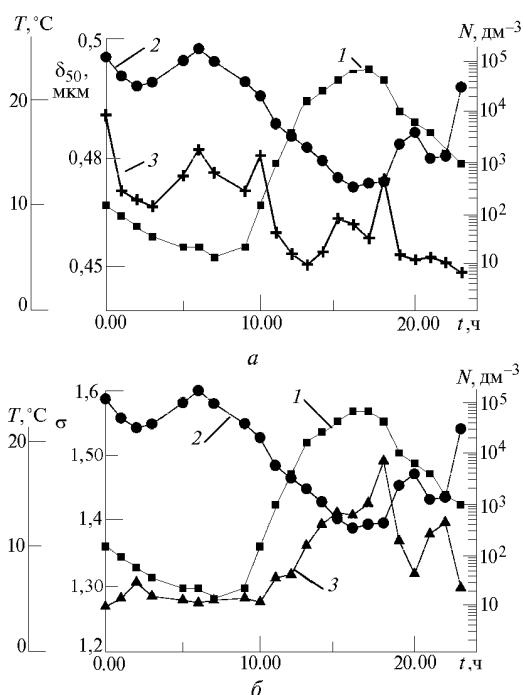
В этих условиях в субботу 4 октября в течение полных суток проводился эксперимент по измерению концентрации аэрозольных частиц в воздухе города. Пункт измерений был выбран в районе пр. Красноармейский – ул. Партизанская, подверженном сильному воздействию от таких источников за-

грязнения, как котельные Алтайского завода агрегатов и КЖБИ «Алтайагропромстрой», асфальтобетонный завод, большой массив частных домов с печным отоплением, напряженные транспортные магистрали. Данный район расположен в центральной части города на спуске в долину реки Барнаулки, вблизи наинизших отметок абсолютных высот. Эти обстоятельства обуславливают повышенную степень антропогенного загрязнения атмосферы в построенных здесь в последние 15 лет новых жилых кварталах, особенно в периоды штилевых метеоситуаций с приземными инверсиями. По условиям проведения эксперимента точка измерений находилась вдали от транспортных потоков в глубине жилого микрорайона на высоте 7-го этажа (около 20 м над уровнем земли).

Измерения концентрации частиц проводились фотоэлектрическим счетчиком ПКЗВ-906 в пяти диапазонах их размеров: 0,3–0,4; 0,4–0,5; 0,5–1; 1,0–2; 2,0–5 мкм в начале каждого часа. Одновременно фиксировалась температура окружающего воздуха. Метеобстановка в период измерений была следующей: малая облачность, слабый ветер переменных направлений, низкая влажность вследствие длительного отсутствия дождей, температура от 5 до 23°C.

Оценка экспериментальных данных производилась с учетом ранее многократно установленного факта [3,4], что распределение частиц городского аэрозоля по размерам хорошо описывается нормально логарифмическим распределением. Проведенные нами измерения счетной концентрации среднedisперсной аэрозольной фракции приземного слоя также удовлетворяют данному распределению. В результате обработки результатов эксперимента получены временные зависимости таких микрофизических характеристик, как счетная концентрация частиц  $N$  (дм<sup>-3</sup>), медианный диаметр распределения  $\delta_{50}$  (мкм); полидисперсность аэрозоля  $\sigma$  (рисунок). За время проведения данного эксперимента исследуемые параметры варьировали в следующих диапазонах:  $N \in [330; 177170]$  дм<sup>-3</sup>;  $\delta_{50} \in [0,45; 0,49]$  мкм;  $\sigma \in [1,27; 1,49]$ . Минимальное значение  $N(t)$  было зафиксировано в 16.00, в этот же

период был отмечен максимум зависимости  $\sigma(t)$  (рисунок, б). В этот момент времени отмечалась самая высокая температура воздуха в течение суток. Далее в связи с понижением температуры в условиях штилевой метеобстановки происходило формирование над городом инверсного слоя, что обусловило рост счетной концентрации вплоть до ночного времени. По мере накопления в атмосфере взвешенных частиц происходило также и увеличение концентрации более крупных частиц. Однако с 0.00 до 3.00 ч ночи отмечен спад зависимости  $N(t)$  до значения  $32170 \text{ дм}^{-3}$ . Возможно, это связано с седиментацией более крупных частиц, что подтверждается соответствующим поведением кривой  $\delta_{50}(t)$  (рисунок, а).



Суточный ход микрофизических характеристик приземного слоя городского аэрозоля (г. Барнаул, 4.10.97): а: 1 – температура  $T(t)$ ; 2 – счетная концентрация  $N(t)$ ; 3 – медианный диаметр  $\delta_{50}(t)$ ; б: 1 – температура  $T(t)$ ; 2 – счетная концентрация  $N(t)$ ; 3 – параметр полидисперсности  $\sigma(t)$

При дальнейшем снижении температуры и увеличении влажности воздуха величины концентрации и медианного диаметра распределения нарастают. В утренние часы, когда температура воздуха достигла минимального значения, зарегистрированы максимальные значения  $N(t)$  и  $\delta_{50}$ . Вероятно, такая картина может быть объяснена конденсацией водяных па-

ров на поверхности частиц, что приводит к их укрупнению, а это, в свою очередь, ведет к увеличению их концентрации в диапазоне регистрируемых размеров, так как более мелкие неучтенные частицы, обвоясь, переходят из мелкодисперсной в среднелдисперсную фракцию. Кроме того, в это время инверсия в приземном слое была наиболее выраженной, и в речной долине происходило интенсивное накопление дымового аэрозоля от работающих котельных близлежащих предприятий, а также лесных пожаров в пригородной зоне. Затем наблюдалось общее снижение и счетной концентрации, и медианного диаметра аэрозольных частиц на фоне повышения степени полидисперсности аэрозоля. Такое поведение исследуемых параметров вполне понятно, так как с ростом температуры воздуха в результате интенсивного конвективного перемешивания разрушается инверсный слой, что способствует снижению концентрации аэрозоля. С этим же процессом связаны увеличение медианного диаметра частиц и повышение степени полидисперсности вплоть до ее максимального значения.

Наличие пиков счетной концентрации в ночные и предутренние часы наблюдалось и в других экспериментах, проведенных нами ранее, причем степень полидисперсности аэрозоля, как правило, ведет себя аналогично, т.е. принимает в этой области свои наименьшие значения. Однако что касается численных значений счетной концентрации, нынешняя ситуация может быть охарактеризована как крайне тяжелая в плане экологической обстановки. По сравнению с подобными исследованиями, проведенными в этот же период 1995 г. в течение месяца в условиях выведения отопительных систем города на полную мощность [2], максимальные значения счетной концентрации оказываются в среднем на порядок выше.

В качественном плане данная ситуация имеет сходство и с отмеченной ранее в Горно-Алтайске [5]. Судя по всему, она характерна для городов, имеющих котельные и ТЭЦ, работающие на твердом топливе.

1. Каплинский А.Е., Суторихин И.А. // Сибирский экологический журнал. 1997. Т. 4. N 2. С. 135–148.
2. Букатый В.И., Исаков А.А., Кисляк Н.В., Суторихин И.А. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1996. Т. 9. N 6. С. 743–747.
3. Креков Г.М., Рахимов Р.Ф. Опτικο-локационная модель континентального аэрозоля. Новосибирск: Наука, 1982. 199 с.
4. Креков Г.М., Звенигородский С.Г. Оптическая модель средней атмосферы. Новосибирск: Наука, 1990. 278 с.
5. Каплинский А.Е., Суторихин И.А. // Оптика атмосферы и океана. 1994. Т. 7. N 8. С. 1149–1153.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул  
Алтайский государственный университет, г. Барнаул

Поступила в редакцию  
4 февраля 1998 г.

*A.E. Kaplinskiy, N.V. Kislyak, I.A. Sutorikhin. Dynamics of Smoke Aerosol Accumulation within Low Part of Territory of Barnaul City.*

The results of diurnal measuring the particle concentration of ground aerosol in Barnaul city in the period of unfavourable meteorological situation in the beginning of October, 1997, under increase of the city atmosphere pollution by smoke aerosol are presented. The accumulation of aerosol in the city center and on the river slope was observed in the conditions of formation of inversion layers at night. The values of medium diameter and polydispersion parameter of the aerosol were calculated, and a behaviour of the obtained values is discussed in the paper in connection with the unfavourable meteorological processes within ground air layer.