

**П.К. Куценогий**

## **КОНЦЕНТРАЦИЯ И СПЕКТР РАЗМЕРОВ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ СИБИРИ**

Параметры атмосферного аэрозоля измерялись летом 1991, 1992 и 1993 гг. в различных точках Сибири: около оз. Байкал и в Новосибирской области. Динамика аэрозольной концентрации может быть объяснена с помощью известных теорий образования аэрозоля.

Целью данного исследования являлось измерение концентрации и спектра размеров и исследование природы континентального аэрозоля Сибири. Сибирь характеризуется относительно невысокой плотностью населения и удаленными промышленными центрами. Для наших измерений использовались различные точки: около оз. Байкал в 1991 г. и в Новосибирской области в 1992 г. С лета 1993 г. начались систематические наблюдения атмосферного аэрозоля в Академгородке около г. Новосибирска.

### **Измерительная техника**

Частицы размером менее 0,1 мкм измерялись с помощью сетчатой диффузионной батареи (СДБ) TSI-3040 и счетчика ядер конденсации (СЯК) TSI-3020. Для восстановления спектра размеров аэрозоля из данных СДБ использовался метод регуляризации Тихонова [1]. Одно- и двухступенчатые импакторы [2], а также импактор открытого типа [3] использовались для сбора частиц размером 0,1–100 мкм на стеклянные подложки с целью определения их концентрации и спектра размеров оптическим микроскопом. Полное светорассеяние аэрозольными частицами определялось серийным нефелометром ФАН-А.

### **Результаты и обсуждение**

Измерения атмосферного аэрозоля проводились в течение 2-х недель в конце июля 1991 г. на западном берегу оз. Байкал около пос. Листвянка в 70 км на юго-запад от Иркутска. Измерительная техника размещалась на холме на высоте 500 м над уровнем озера и включала в себя: СЯК TSI-3020, СДБ TSI-3040, одноступенчатый импактор и импактор открытого типа. Полная счетная концентрация аэрозоля регистрировалась непрерывно. Средняя счетная концентрация за время измерений составила  $5700 \text{ см}^{-3}$ . На рис. 1 показан среднесуточный ход счетной концентрации аэрозоля, который имеет максимум между 10:00 и 14:00, а также увеличение концентрации в вечернее время. Усредненный спектр размеров атмосферного аэрозоля, полученный с использованием СДБ и импакторов, приведен на рис. 2.

Измерения в Новосибирской области проводились в июне–июле 1992 г. в течение примерно одного месяца. Точка измерений находилась в 30 км к югу от Новосибирска и 12 км к востоку от Академгородка. Население Академгородка насчитывает около 100 тыс. жителей при практическом отсутствии промышленности. Измерительная техника, использовавшаяся в данной экспедиции, состояла из СЯК TSI-3020, СДБ TSI-3040 и двухступенчатого импактора.

Средняя счетная концентрация частиц за время измерений составила  $6500 \text{ см}^{-3}$ . Усредненный суточный ход представлен на рис. 1. Суточный ход полной счетной концентрации несколько отличается от результатов, полученных на оз. Байкал. Второй пик концентрации не столь явно выражен и проявляется в виде <плеча> вслед за полуденным пиком.

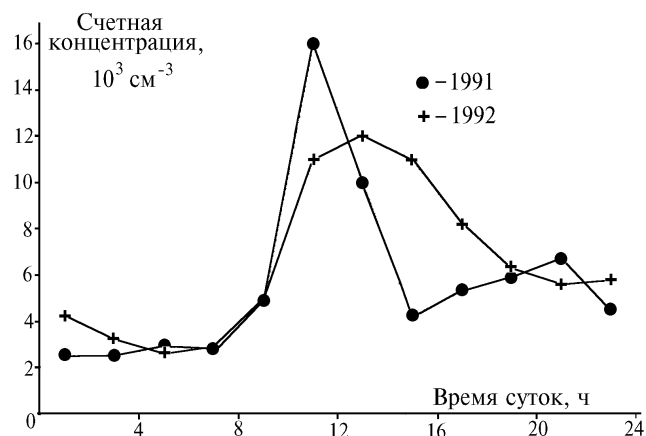


Рис. 1. Среднесуточный ход счетной концентрации аэрозоля (оз. Байкал, 1991 г. Новосибирская обл., 1992 г.)

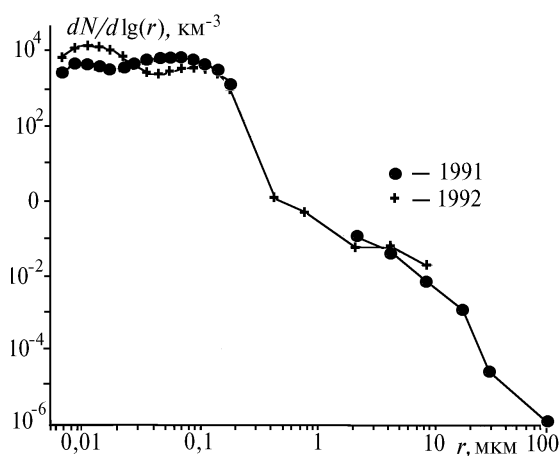


Рис. 2. Средний спектр размеров атмосферного аэрозоля (оз. Байкал, 1991 г. и в Новосибирской обл., 1992 г.)

Усредненное распределение по размерам приведено на рис. 2 вместе со спектром размеров, измеренным около оз. Байкал. Сравнивая две кривые, можно увидеть, что спектры размеров очень схожи на перекрывающихся интервалах. Обе кривые бимодальны для интервала размеров менее 0,1 мкм. Для более крупных частиц они имеют вид потенциального спада с показателем экспоненты около 3. Сходство спектров размеров, измеренных в местах, отстоящих друг от друга более чем на 1300 км, довольно удивительно, но подкрепляет идею существования модельного <Сибирского аэрозоля>.

Из рис. 1 видно, что увеличение аэрозольной концентрации коррелирует с солнечной радиацией. Вследствие этого возникло предположение, что основное количество частиц образуется в результате фотохимических процессов. Оно подтвердилось тем фактом, что во время первого пика счетной концентрации наблюдались в основном очень мелкие частицы с модальным радиусом 10–20 нм.

Скорость потребления газов-предшественников пропорциональна их концентрации (так же как и скорость образования аэрозольных частиц). Если данные газовые примеси накапливаются в течение темного периода суток, то их концентрация достигает максимума перед восходом солнца. Это означает, что утром скорость образования аэрозольных частиц может быть высокой, несмотря на небольшую интенсивность солнечного излучения. Так как газовые примеси быстро расходуются в фотохимических реакциях, скорость образования новых частиц уменьшается. В то же время аэрозольные частицы коагулируют.

Источники основных фотоактивных газовых примесей находятся у поверхности. Это означает, что аэрозольные частицы в основном образуются около поверхности. Атмосферная конвекция днем приводит к обмену воздушными массами между приповерхностным слоем и

вышележащими слоями с более низкой концентрацией аэрозоля. Данное <разбавление> ведет к уменьшению концентрации аэрозоля после достижения максимума.

Дальнейшее увеличение счетной концентрации частиц в приповерхностном слое происходит вечером при отсутствии конвекции. После захода солнца образование новых частиц в фотохимических реакциях прекращается, и счетная концентрация уменьшается вследствие коагуляции.

Различие в результатах экспериментов 1991 и 1992 гг. может быть объяснено, если предположить, что более интенсивное разбавление, наблюдаемое около оз. Байкал, обусловлено дополнительной циркуляцией в озерной котловине.

Чтобы исследовать более подробно суточный ход аэрозольной концентрации в зависимости от сезона, а также сезонный ход аэрозольной концентрации, летом 1993 г. была начата серия измерений на восточной границе Академгородка. Аэрозольная концентрация измерялась нефелометром под углом  $45^\circ$ . Данный метод наиболее чувствителен к частицам в интервале размеров 0,1–1 мкм. Результаты измерений представлены в относительных единицах. В качестве единицы измерения используется молекулярное рассеяние чистого воздуха.



Рис. 3

Первые результаты представлены на рис. 3, где показан среднесуточный ход аэрозольного светорассеяния в Академгородке для июня и августа. Как можно видеть, для данных суточных ходов также характерны два максимума с более выраженным вечерним максимумом. Это может быть объяснено тем фактом, что во время первого пика основную долю частиц составляют <молодые> мелкие частицы, образуемые в фотохимических реакциях. Эти частицы рассеивают свет не так интенсивно, как <старые>, накапливающиеся вечером в приземном слое.

1. Bashurova V. S., Koutsenogii K. P., Pusep A. Y., Shokhirev N. V. // J. Aerosol Sci. 1991. V. 22. N 3. P. 373–388.
2. Koutsenogii P. K. Measurements of remote continental aerosol in Siberia. 1993. Doktorarbeit. Johannes Gutenberg-Universitaet Mainz.
3. Jaenicke R. Die obere Grenzgroesse des natuerlichen Aerosoles. 1964. Diplomarbeit. Johannes Gutenberg-Universitaet Mainz.

Институт химической кинетики и горения СО РАН,  
Новосибирск

Поступила в редакцию  
15 февраля 1994 г.

P. K. Kutsenogii. **Number Density and Size-Spectrum of Aerosols in Siberia.**

In summer seasons of 1991, 1992, and 1993 years we have measured parameters of atmospheric aerosols in different sites of Siberia, including lake Baikal and Novosibirsk region. Dynamics of the aerosol number density observed in these measurements can be explained using existing theories of the aerosol formation.