

ДОКЛАДЫ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

1988

ТОМ 303 № 3

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

Академик АН СССР К.Я. КОНДРАТЬЕВ, В.М. ХВАТ,  
В.М. МОСКОВКИН, М.Б. МАНУЙЛОВ

### О ДИСПЕРСНОМ СОСТАВЕ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ И РАСЧЕТЕ ИХ ОСАЖДЕНИЯ

В целях изучения вклада запыленности атмосферного воздуха в общее загрязнение урбанизированных территорий и формирующийся на них поверхностный сток необходимо обладать данными по дисперсному составу и другим характеристикам осаждающихся аэрозолей [1].

Исследование дисперсного состава частиц аэрозолей производили с помощью оптико-электронной системы PJMS, установленной в аналитической лаборатории Украинского НИИ химического машиностроения. Система обеспечивает автоматизированный и точный подсчет и измерение различных параметров частиц размерами от 0,2 до 1600 мкм. Имеется опыт использования этой системы при дисперсном анализе эмульсионных примесей сточных вод [2].

Нами была разработана методика отбора аэрозолей и подготовка образцов. Предварительно очищенное растворителем предметное стекло покрывали тонким слоем вазелина и помещали на дно сосуда с высотой стенок 200–250 мм. Сосуд с предметным стеклом выставляли на открытой площадке высотой 1,5–2,0 м. Вре-

Таблица 1  
К расчету потока осаждаемых аэрозолей

| Градация | A, %  | d, мкм | $v(d), 10^{-3}$ м/с<br>( $\rho = 1$ г/см <sup>3</sup> ) |
|----------|-------|--------|---|
| 0,2-5    | 42,88 | 2,6    | 0,22  |
| 5-10     | 19,67 | 7,5    | 1,7   |
| 10-15    | 14,70 | 12,5   | 4,7   |
| 20-25    | 5,60  | 22,5   | 15  |
| 20-30    | 2,98  | 27,5   | 23  |
| 30-35    | 2,38  | 32,5   | 32  |
| 35-40    | 1,42  | 37,5   | 42  |
| 40-45    | 0,47  | 42,5   | 54  |
| 45-50    | 0,21  | 47,5   | 68  |
| 50-55    | 0,14  | 52,5   | 83  |
| 55-60    | 0,05  | 57,5   | 100   |
| 60-65    | 0,02  | 62,5   | 118   |

мя, необходимое для достаточного накопления аэрозолей, определялось экспериментально и составляло 8-12 ч. После сбора проб для стабилизации картины распределения частиц на предметных стеклах последние накрывались покровными стеклами.

Натурные исследования проводили в период с августа по ноябрь 1987 г. в районе улиц Клочковской, Космической и Бакулина г. Харькова. В результате исследования проб получен усредненный спектр частиц (усредненное распределение частиц по размерам). Во всех полученных спектрах мода (точка максимальной частоты) приходится на первый интервал размера частиц (от 0,2 до 5,0 мкм) и составляет в среднем 40-45%.

Усредненный спектр частиц представлен в табл. 1; погрешность полученных результатов составляет 2,5%.

Зная спектр осаждающихся аэрозолей, можно перейти к расчету потока частиц на поверхность по полученной нами формуле:

$$(1) \quad P = \sum_{i=1}^n C_i v(d_i) = C \sum_{i=1}^n A_i d_i^3 v(d_i) / \sum_{i=1}^n A_i d_i^3, \text{ г/м}^2 \cdot \text{с},$$

где A — процентное содержание частиц в каждой градации; d — средний размер частиц в градации, м;  $v(d_i)$  — скорость осаждения частиц, м/с; C — приземная концентрация пыли в воздухе, г/м<sup>3</sup>.

Полученный секундный поток (1) может пересчитываться в суточный.

Отметим, что близкая методика расчета осаждения аэрозолей в условиях промышленных выбросов с учетом их спектра предложена в [3], но при этом фракционные концентрации веществ  $C_i$  в общей формуле

$$(2) \quad P = \sum_{i=1}^n C_i v(d_i)$$

рассчитывали по методике ГГО, специально разработанной для условий промышленных выбросов. Предложенный нами метод расчета фракционных концентраций через спектр и среднюю концентрацию C (формула (1)) может быть полезен и при расчете осаждения аэрозолей промышленного происхождения с определением общей концентрации C по методике ГГО.

В условиях отсутствия интенсивной турбулентности воздушной среды и при оценочных расчетах могут использоваться скорости гравитационного осаждения

аэрозолей, приведенные в работе [4]. Эти скорости при единичной плотности пыли в воздухе ( $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>) и ряде других его характеристик для нашего усредненного спектра показаны в табл. 1. С учетом данных, приведенных в табл. 1, получим  $P = 0,031 C$  или  $2,67 C$ , г/м<sup>2</sup> · сут, причем C имеет размерность мг/м<sup>3</sup>. При переходе от единичной плотности пыли в воздухе к произвольной ( $\rho$ , г/см<sup>3</sup>) получим следующую региональную полуэмпирическую формулу для расчета потока осаждаемых аэрозолей:

$$(3) \quad P = 2,67 \rho C;$$

где P в г/см<sup>2</sup> · сут;  $\rho$  в г/см<sup>3</sup>; C в мг/м<sup>3</sup>.

При характерной плотности пыли  $\rho = 2$  г/см<sup>3</sup> и наиболее характерном диапазоне изменения значений ее приземной концентрации по данным гидрометеобсерватории г. Харькова ( $C = 0,1-0,4$  мг/м<sup>3</sup>) согласно формуле (3) получим диапазон изменения потоков  $0,5-2,1$  г/м<sup>2</sup> · сут, что согласуется с данными наших прямых натуральных наблюдений за осаждением аэрозолей, проводимых параллельно с измерением дисперсного состава аэрозолей:  $P = 0,2-0,8$  г/м<sup>2</sup> · сут, а также с литературными данными по г. Харькову [5]:  $P = 566$  т/км<sup>2</sup> · год =  $1,55$  г/м<sup>2</sup> · сут. Максимальный вклад (около 70%) в поток осаждаемых аэрозолей дает средняя часть спектра (табл. 1) от 25 до 45 мкм.

При уточнении полученных расчетных данных по осаждению аэрозольных частиц их скорость осаждения может корректироваться с учетом турбулентности воздуха. Согласно работе [3], при сухом осаждении на почву без снежного покрова, представляющую собой поверхность со средним уровнем шероховатости, скорости гравитационного осаждения частиц, приведенные в табл. 1, следует увеличить на величину 0,01 м/с. В этом случае формула (3) принимает вид

$$(4) \quad P = 3,7 \rho C;$$

размерности величин, входящих в формулу (4), соответствуют размерностям, приведенным в формуле (3).

Предлагаемая методика расчета осаждения аэрозолей с учетом их дисперсного состава может быть полезна для получения полуэмпирических зависимостей типа (3) для различных регионов, в которых требуется лишь знание средней запыленности городской территории (средняя концентрация пыли в воздухе).

Институт озероведения Академии наук СССР  
Ленинград  
Всесоюзный научно-исследовательский институт по охране вод  
Харьков

Поступило  
17 II 1988

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев К.Я., Москаленко Н.И., Поздняков Д.В. Атмосферный аэрозоль. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 224 с.
2. Мануйлов М.Б., Гороновский И.Т. — Докл. АН УССР, сер. Б, 1986, № 8, с. 38-41.
3. Газиев Я.И., Соснова А.К. — Тр. ИЭМ, 1987, вып. 14 (129), с. 3-15.
4. Медников Е.П. Турбулентный процесс и осаждение аэрозолей. М.: Наука, 1980. 176 с.
5. Давыдов С.А. В кн.: Оздоровление воздушных и водных бассейнов городов. Киев: Будівельник, 1968, с. 56-62.