

УДК 543.08

И.В.Курчин (6 курс, каф. ИСЭБ), Д.Н.Козлов, к.т.н., с.н.с. ВНИИМ им. Д.И.Менделеева

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ЧАСТИЦ В ГАЗОВЫХ И ЖИДКИХ СРЕДАХ АНАЛИЗАТОРАМИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

В последнее время все большее внимание уделяется контролю аэрозолей естественного и антропогенного происхождения. Это технологический контроль чистоты воздуха промышленных помещений в микроэлектронике, медицинской, химической и пищевой промышленности; измерения с целью санитарно-гигиенического контроля на предприятиях, имеющих повышенное содержание пыли в воздухе рабочей зоны; определение запыленности газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения. Большое влияние аэрозолей на качество выпускаемой продукции, обеспечение взрывопожаробезопасности и здоровье населения обуславливает требования высокой достоверности результатов измерений.

Целью данной работы являлось исследование дисперсного состава частиц в газовых и жидких средах анализаторами различных типов, и поиск метода приведения показаний счетчика аэрозольных частиц к показаниям счетчика частиц в жидкости.

Аэрозоли - дисперсные системы с газообразной средой и твердой или жидкой дисперсной фазой. По происхождению различают дисперсионные и конденсационные аэрозоли. Дисперсионные образуются при измельчении (диспергировании) твердых тел (шахтная пыль при бурении, отбивании и взрывании руд и угля), при разбрызгивании жидкостей (водяные туманы вблизи водопадов и фонтанов), при взмучивании порошков газовыми потоками (пыль, поднимаемая ветром). Конденсационные аэрозоли образуются при объемной конденсации паров: таковы природные (водяные) туманы и облака и аэрозоли, возникающие над сильно нагретыми телами в результате их испарения и последующего охлаждения паров при смешении с воздухом. Размеры частиц могут варьироваться в очень широких пределах от 1 нм до 1 мм.

Свойства аэрозолей нередко определяются веществом среды и дисперсной фазы, весовой (мг/л) и счетной (число частиц в 1 см³) концентрациями, размером частиц (или, точнее, распределением частиц по размерам), формой первичных (неагрегированных) частиц, степенью их агрегации, формой агрегатов и зарядом частиц.

В общем случае методы для определения массовой концентрации аэрозоля можно разделить на две группы: методы, основанные на его предварительном осаждении (весовой метод, радиоизотопный метод); методы без предварительного осаждения аэрозоля (электроиндукционный метод, фотометрический метод). В данной работе рассматривались приборы, основанные на фотометрическом методе определения массовой концентрации аэрозоля. Фотометрический метод основан на ослаблении излучения при прохождении в аэродисперсных систем. Общее ослабление излучения обусловлено двумя основными процессами: поглощением газовыми компонентами, в результате которого происходит преобразование энергии излучения в другие ее виды; молекулярным и аэрозольным ослаблением, или рассеянием, состоящим в изменении направленности излучения.

При наличии в среде хаотически расположенных монодисперсных частиц с концентрацией N ослабление интенсивности проходящего света с длиной волны λ подчиняется закону Бугера

$$I(\lambda) = I_0(\lambda) \exp[-k_0(\rho, m)Nh],$$

где $I(\lambda)$ – интенсивность света, прошедшего через среду толщиной h , $I_0(\lambda)$ – интенсивность падающего пучка, $k_0(\rho, m)$ – коэффициент ослабления одиночной частицы.

Для исследования использовались счетчики частиц двух типов: счетчик аэрозольных частиц (ПК.ГТА-0,3-002) и счетчик частиц в жидкости (ПКЖ-904А). Сначала определялась массовая концентрация частиц в пробе жидкости, затем эта жидкость помещалась в распылительную камеру установки по генерации аэрозоля, и определялась массовая концентрация аэрозольных частиц.

Теоретически была выведена формула для пересчета показаний одного типа приборов в другой:

$$N_{жс} = \frac{V_{жс}}{\frac{V_{рн} - V_{рк}}{t_p} \cdot t_a} \cdot N_a = \frac{V_{жс} \cdot t_p}{(V_{рн} - V_{рк}) \cdot t_a} \cdot N_a$$

где t_a - время отбора аэрозольной пробы, $N_{жс}$ - количество частиц, измеренное счетчиком частиц в жидкости, $V_{жс}$ - объем отдельной пробы жидкости, N_a - количество частиц, измеренное счетчиком аэрозольных частиц, $V_{рн}$ - начальный объем жидкости в распылительной камере, $V_{рк}$ - объем жидкости оставшийся после распыления, t_p - время распыления.

Данная формула была подтверждена экспериментальными данными. Затем был разработан алгоритм, на основе которого представляется возможной реализация единого подхода к решению задач контроля параметров аэрозоля и гидрозоля. Выполненные теоретические и экспериментальные исследования позволяют спроектировать универсальный комплекс для решения проблем метрологического обеспечения средств измерения параметров аэро- и гидродисперсных систем.