

ГЕОФИЗИКА

Н. СМИРНОВ

НОВЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 24 VI 1947)

Методы диспергирования редко применяются для исследования, потому что аэрозоли, полученные этим методом, грубодисперсны и неоднородны. Широко применяемые методы конденсации недостаточно уделяют внимание процессу конденсации пара до коллоидных размеров, и обычно этот процесс протекает самопроизвольно. В результате, с одной стороны, число веществ, применяемых для исследования аэрозолей, ограничено, а с другой, исследователь часто имеет дело с далеко зашедшими вторичными процессами, которые дают аэрозоли трудно воспроизводимые, неоднородные и при высоких концентрациях очень неустойчивые.

Все эти соображения привели нас к необходимости разработать новый метод получения аэрозолей.

Сущность метода заключается в следующем. Берутся два вещества с большой разностью температур кипения, например, глицерин (т. кип. = $+290^{\circ}\text{C}$) и жидкий воздух (т. кип. = -194°C) или ртуть (т. кип. = $+357^{\circ}\text{C}$) и жидкий азот (т. кип. = $-195,7^{\circ}\text{C}$). На поверхность высококипящего вещества наливается низкокипящее вещество, которое на этой поверхности образует большое число капель в сфероидальном состоянии, в результате испарения которых камера наполняется аэрозолем высококипящего вещества. Следовательно, аэрозоль в основном образуется в паровом зазоре между сфероидом и поверхностью аэрозолеобразующей жидкости (или твердого вещества).

О сфероидальном состоянии, открытом Лейденфростом (1756), известно очень немного, но из работ Н. Гезехус (¹), П. Ребиндера и Н. Плетневой (²), Б. Дерягина и П. Прохорова (³) можно представить основные условия образования аэрозоля по новому способу.

В небольшом паровом зазоре (80—100 μ) имеет место весьма большой перепад температуры (порядка 200—400 $^{\circ}\text{C}$), вследствие чего образуется высокая степень пересыщения паров туманообразователя, приводящая к обильному спонтанному возникновению зародышей новой фазы, на которых полностью заканчивается процесс образования аэрозольных частиц.

Метод применим к весьма широкому кругу веществ. Нами получались аэрозоли свыше 5000 раз из самых разнообразных веществ (ацетон, эфиры, спирты, жирные кислоты, салол, антрацен, вода, металлы и т. д.). В качестве низкокипящих жидкостей и сжиженных газов применялись этиловый эфир, пентан, аммиак, этилен, жидкий воздух, жидкий азот и др.

Этим методом возможно получать весьма высокодисперсные аэрозоли. С помощью установки, собранной по принципу Миллике, нам

удалось измерить диаметры частиц, например, для олеиновой кислоты они оказались $2,4 \cdot 10^{-5}$ см, для парафина $2,7 \cdot 10^{-5}$ см, но это — не нижний предел размеров частиц, можно получать аэрозоли с более высокой степенью дисперсности.

В зависимости от температуры туманообразователя (упругости насыщенного пара) возможно новым методом получать аэрозоли с большим диапазоном концентраций. Нами получались довольно устойчивые аэрозоли ртути с концентрацией от 0,1—2 мг/л и до 70—100 мг/л.

Новым методом получают легко воспроизводимые аэрозоли, для чего не требуется точного воспроизведения всех многочисленных условий образования аэрозоля, как при других методах. Нужно только иметь точно одно и то же количество высококипящего компонента при определенной температуре и вводить одно и то же количество

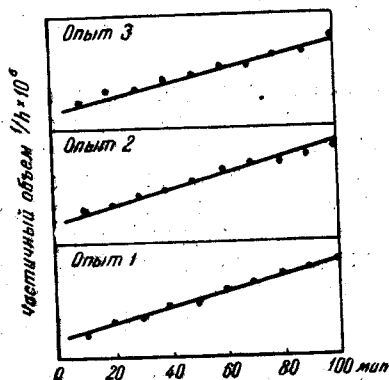


Рис. 1

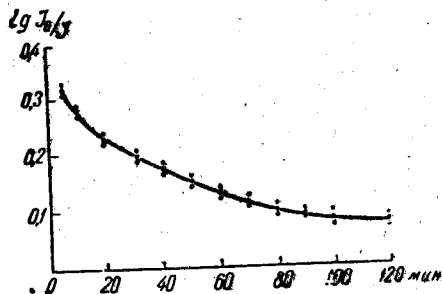


Рис. 2

низкокипящего компонента. Для проверки воспроизводимости свойств аэрозоля нами проделаны опыты получения аэрозолей машинного (d=0,914) и трансформаторного (d=0,904) масел; определение весовой концентрации, фотометрические измерения и ультрамикроскопический счет частиц показали воспроизводимость полученных нашим методом аэрозолей. Максимальные колебания весовой концентрации туманов масла от опыта к опыту не превышали 3—4%. Кривая фотометрических измерений трех параллельных опытов с туманами трансформаторного масла на рис. 1 полностью подтверждает воспроизводимость аэрозолей. Наконец, константы коагуляции, экспериментально полученные из ультрамикроскопического счета частиц туманов машинного масла и рассчитанные согласно Уайтлоу-Грэй (4), показанные на рис. 2, также подтвердили воспроизводимость свойств аэрозоля, полученного новым методом.

Получение воспроизводимых, высокодисперсных, концентрированных и устойчивых аэрозолей объясняется следующими соображениями. Благодаря чрезвычайно высокой степени пересыщения, превосходящей приблизительно на 20—24 порядка критическую степень пересыщения, зародыши новой фазы образуются спонтанно, скорость образования зародышей очень велика, количество образовавшихся зародышей приближается к максимально возможному. Рост зародышей за счет дальнейшей конденсации моментально прекращается ввиду почти полного отсутствия паров туманообразователя и медленности диффузии его к поверхности образовавшихся частиц, ибо процесс протекает при весьма низких температурах. Все это приводит к весьма малым размерам первоначальных частиц аэрозоля. Эти представления находятся в полном соответствии с работами Н. Семенова

ва (⁵), З. Рогинского и А. Шальникова (⁶), которые при конденсации паров на поверхности и получении золь применяли весьма низкие температуры и получали высокую дисперсность осадков и золь.

В условиях нового способа образование вторичных частиц коагуляцией замедляется по двум причинам: 1) вследствие низкой температуры, ибо константа коагуляции обратно пропорциональна температуре, 2) из-за разбавления газом в момент образования аэрозолей, так как один кубический сантиметр жидкого воздуха при температуре 0° С дает около 750 см³ газообразного воздуха, т. е. разбавление в 750 раз.

Новым способом возможно получать водные аэрозоли с заданными свойствами, что не удавалось другими методами. Это обстоятельство позволяет моделировать в лабораторных условиях аэрозольное состояние атмосферы, что особенно важно для геофизических исследований атмосферы оптическими методами. С этой целью продолжаются наши дальнейшие исследования.

Лаборатория атмосферной оптики
Института геофизики
Академии Наук СССР

Поступило
24 VI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Гезехус, ЖРФХО, 8, 310 (1876). ² П. Ребиндери и Н. Плетнева, ЖФХ, 20, 961 (1946). ³ Б. Дерягин и П. Прохоров, ДАН, 54, 511 (1946).
⁴ Р. Уайтлоу-Грэй и Паттерсон, Дым, русск. пер., 1934. ⁵ Н. Семенов и А. Шальников, ЖРФХО, 60, 303 (1928). ⁶ З. Рогинский и А. Шальников, ЖРФХО, 60, 309 (1928).