

АЭРОЗОЛЬДЕР – БІЗДІҢ ЖАУЫМЫЗ ЖӘНЕ ДОСЫМЫЗ

АНДАТПА

Аэрозоль - бұл газ тәрізді ортада ілінген ұсақ қатты немесе сұйық бөлшектерден тұратын дисперсті жүйе. Жай тілмен айтқанда, аэрозоль - бұл ауадағы бөлшектердің, мысалы, шаң, түтін немесе тұманның суспензиясы.

Аэрозольдердің негізгі сипаттамалары:

- 1. Дисперсті жүйе:** Аэрозоль екі фазадан тұрады: дисперсті (қатты немесе сұйық бөлшектер) және дисперсиялық орта (газ, әсіресе ауа). Дисперсті бөлшектер газ тәрізді ортада ұсақ бөлшектер ретінде таралған.
- 2. Дисперстілік:** Бұл бөлшектердің нақты беткі ауданы арқылы анықталады, яғни бөлшектердің жалпы беткі аумағының дисперсті фазаның бірлік көлеміне қатынасы. Бұл қатынас неғұрлым жоғары болса, бөлшектер соғұрлым ұсақ болады.
- 3. Бөлшектердің өлшемдері:** Аэрозоль бөлшектерінің өлшемдері 1 нм-ден 1 мм-ге дейін өзгеріп отырады. Бөлшектерді өлшеміне қарай жіктеуге болады:
 - Жұқа дисперсті: радиус $< 10^{-9}$ м
 - Орташа дисперсті: 10^{-7} м \leq радиус $\leq 10^{-6}$ м
 - Құрылымды дисперсті: радиус $> 10^{-6}$ м
- 4. Дереккөздер:** Аэрозольдер табиғи және антропогенді (адамдар шығаратын) болуы мүмкін. Табиғи дереккөздерге вулкандық шаң, тозаң, теңіз тұзы және басқалары жатады. Антропогенді дереккөздерге өнеркәсіптік қалдықтар, түтін газдары, отын жағу және т.б. жатады.
- 5. Түрлері:** Аэрозольдер дисперсті фазаның түріне қарай жіктеледі:
 - Тұман (сұйық бөлшектер)
 - Түтін (қатты бөлшектер)

Денсаулық пен қоршаған ортаға әсері:

- ✓ **Денсаулық:** Аэрозольдер респираторлық ауруларды, аллергияларды және ұлануды тудыруы мүмкін. Мысалы, шаң мен түтін силикоз, антракоз, асбестоз және басқа аурулардың дамуына ықпал етуі мүмкін.
- ✓ **Қоршаған орта:** Аэрозольдер климатқа, атмосфералық құбылыстарға және экожүйелерге әсер етеді. Мысалы, аэрозольдер атмосфераның оптикалық қасиеттерін өзгертуі, бұлттардың және жауын-шашынның пайда болуына әсер етуі, сондай-ақ қышқылды жаңбырларға алып келуі мүмкін.

Позитивті әсері:

- ✓ **Ғылым мен техника:** Аэрозольдер әртүрлі ғылыми және өндірістік процестерде маңызды рөл атқарады. Мысалы, олар аэрозоль терапиясында, тыңайтқыштар мен зиянкестерді шашуда, сондай-ақ техникада бояу мен тазалауда қолданылады.
- ✓ **Табиғи құбылыстар:** Аэрозольдер бұлттар мен кемпірқосақтардың пайда болуына ықпал етеді, сондай-ақ аспанның түсіне және басқа оптикалық құбылыстарға әсер етеді.

Аэрозольдер біздің қоршаған ортаңыздың ажырамас бөлігі болып табылады және біздің өмірімізде әрі қоршаған ортада оң және теріс рөл атқарады.

Түйін сөздер: атмосфера, аэрозольдер, аэрозоль бөлшектері, дисперсия, дисперсті фаза, сфералық бөлшектер.



АЭРОЗОЛИ – НАШИ ВРАГИ И ДРУЗЬЯ

АННОТАЦИЯ

Аэрозоль - это дисперсная система, состоящая из мелких твердых или жидких частиц, взвешенных в газообразной среде. В простом понимании, аэрозоль представляет собой взвесь частиц в воздухе, таких как пыль, дым или туман.

Ключевые характеристики аэрозолей:

- 1. Дисперсная система:** Аэрозоль состоит из двух фаз: дисперсной (твердые или жидкие частицы) и дисперсионной среды (газ, в частности воздух). Дисперсные частицы распределены в газообразной среде в виде мелких частиц.
- 2. Дисперсность:** Определяется удельной поверхностью частиц, то есть отношением общей площади поверхности частиц к единице объема дисперсной фазы. Чем выше это отношение, тем мельче частицы.
- 3. Размеры частиц:** Размеры аэрозольных частиц варьируются от менее чем 1 нм до более 1 мм. Частицы можно классифицировать по размеру:
 - Тонкодисперсные: радиус $< 10^{-9}$ м
 - Среднедисперсные: 10^{-7} м \leq радиус $\leq 10^{-6}$ м
 - Грубодисперсные: радиус $> 10^{-6}$ м
- 4. Источники:** Аэрозоли могут быть как природного, так и антропогенного происхождения. Природные источники включают вулканическую пыль, пыльцу, морскую соль и др. Антропогенные источники — это выбросы промышленных предприятий, выхлопные газы, сжигание топлива и т.д.
- 5. Типы:** Аэрозоли классифицируются по типу дисперсной фазы:
 - Туман (жидкие частицы)
 - Дым (твердые частицы)

Воздействие на здоровье и окружающую среду:

- ✓ **Здоровье:** Аэрозоли могут вызывать респираторные заболевания, аллергии и отравления. Например, пыль и дым могут способствовать развитию силикоза, антракоза, асбестоза и других заболеваний.
- ✓ **Окружающая среда:** Аэрозоли влияют на климат, атмосферные явления и экосистемы. Например, аэрозоли могут изменять оптические свойства атмосферы, влиять на образование облаков и осадков, а также приводить к кислотным дождям.

Положительное воздействие:

- ✓ **Наука и техника:** Аэрозоли играют важную роль в различных научных и промышленных процессах. Например, их используют в аэрозольтерапии, для распыления удобрений и ядохимикатов, а также в технике для покраски и очистки.
- ✓ **Естественные явления:** Аэрозоли способствуют образованию облаков и радуг, а также влияют на цвет неба и другие оптические явления.

Аэрозоли являются неотъемлемой частью нашего окружения и играют как положительную, так и отрицательную роль в нашей жизни и в окружающей среде.

Ключевые слова: атмосфера, аэрозоли, аэрозольные частицы, дисперсность, дисперсная фаза, сферические частицы.



AEROSOLS – OUR ENEMIES AND OUR FRIENDS

ANNOTATION

Aerosol is a dispersion system consisting of small solid or liquid particles suspended in a gaseous medium. Simply put, an aerosol is a suspension of particles in the air, such as dust, smoke, or fog.

Key characteristics of aerosols:

1. **Dispersion System:** An aerosol consists of two phases: the dispersed phase (solid or liquid particles) and the dispersion medium (gas, specifically air). Dispersed particles are distributed within the gaseous medium as fine particles.
2. **Dispersion:** Defined by the specific surface area of the particles, which is the ratio of the total surface area of the particles to the volume of the dispersed phase. The higher this ratio, the smaller the particles.
3. **Particle Sizes:** Aerosol particle sizes range from less than 1 nm to more than 1 mm. Particles can be classified by size:
 - Fine particles: Radius $< 10^{-9}$ m
 - Medium particles: 10^{-7} m \leq Radius $\leq 10^{-6}$ m
 - Coarse particles: Radius $> 10^{-6}$ m
4. **Sources:** Aerosols can be of both natural and anthropogenic origin. Natural sources include volcanic ash, pollen, sea salt, and others. Anthropogenic sources include emissions from industrial facilities, exhaust gases, fuel combustion, etc.
5. **Types:** Aerosols are classified by the type of dispersed phase:
 - Fog (liquid particles)
 - Smoke (solid particles)

Impact on Health and the Environment:

- ✓ **Health:** Aerosols can cause respiratory diseases, allergies, and poisoning. For example, dust and smoke can contribute to the development of silicosis, anthracosis, asbestosis, and other diseases.
- ✓ **Environment:** Aerosols affect climate, atmospheric phenomena, and ecosystems. For instance, aerosols can alter the optical properties of the atmosphere, influence cloud formation and precipitation, and contribute to acid rain.

Positive Impacts:

- ✓ **Science and Technology:** Aerosols play a crucial role in various scientific and industrial processes. For example, they are used in aerosol therapy, for spraying fertilizers and pesticides, and in technology for painting and cleaning.
- ✓ **Natural Phenomena:** Aerosols contribute to cloud and rainbow formation, and they influence the color of the sky and other optical phenomena.

Aerosols are an integral part of our environment and play both positive and negative roles in our lives and the surrounding environment.

Keywords: atmosphere, aerosols, aerosol particles, dispersion, dispersed phase, spherical particles.



Что такое аэрозоль?

Слово аэрозоль образовано из двух слов: аэро – воздух и золь (золи) – раствор, разложение. Наиболее простое определение аэрозолей – это системы, состоящие из твердых или жидких частиц, взвешенных в газообразной среде. В общем случае, образованная не менее чем из двух фаз (тел) система, в которой, по крайней мере, одна из фаз (дисперсная) распределена в виде мелких частиц в другой фазе (дисперсионной среде), называется дисперсной системой. Наглядно дисперсную систему условно можно представить в виде следующей схемы:



Теперь мы можем сказать, что аэрозоль – это частный случай дисперсной системы, в которой дисперсная фаза – это твердые или жидкие частицы, а дисперсионная среда – газ. Если в качестве дисперсионной среды выступает вода, то такую дисперсную систему принято называть гидрозолем. В частности, атмосфера является дисперсной системой, так как, во-первых, она представляет собой смесь различных газов и образует как бы новый газ, а во-вторых, в ней всегда находятся мелкие частицы других веществ.

Очевидно, что аэрозоли – это сложные системы, многообразие свойств которых обусловлено как свойствами дисперсионной



среды (температура, давление, скорость движения), так и свойствами дисперсной фазы (химический состав, размер, форма, плотность частиц).

Различие между аэрозолями с жидкой и твердой дисперсными фазами состоит в следующем. Жидкие частицы, имея правильную шарообразную форму, при коагуляции, сливаясь, сохраняют ее. В отличие от жидких форма твердых частиц в основном неправильная, а потому при их коагуляции образуются самые разнообразные новые частицы, кажущаяся плотность которых может быть во много раз меньше плотности вещества, из которого они состоят. Аэрозоли с жидкой дисперсной фазой называют туманами, а твердой – дымами.

Дисперсность аэрозолей

Одной из основных характеристик частиц аэрозолей является их дисперсность (от латинского слова *dispersus* – рассеянный, рассыпанный). Дисперсность определяется удельной поверхностью: отношением общей площади поверхности частиц к единице объема (или иногда массы) дисперсной фазы. Чем больше это отношение, тем мельче раздробленные частицы.

Размеры аэрозолей

Для сферических частиц радиус (или диаметр) является вполне определенной характеристикой их размеров. А как быть с частицами, имеющими неправильную форму в виде обломков, волокон, игл, чешуек, пластинок, сложных агрегатов? Характеризовать их размер посредством двух или трех чисел слишком сложно. Поэтому вводят

некоторую условную характеристику, в качестве которой рассматривают усредненный радиус (например, эквивалентный, седиментационный, аэродинамический и другие). Все эти условные характеристики рассчитывают из соображений, что реальная частица неправильной формы как бы приобретает форму некоторого гипотетического шара из того же вещества с объемом (или массой), равным объему данной частицы. Подробно усредненные радиусы описаны в работах (Фукс, 1955: 351), (Петрянов-Соколов, Сутугин, 1989:142)

Если частицы одного и того же вещества имеют почти одинаковый размер, их называют монодисперсными. Частицы, имеющие разный размер, называют полидисперсными. Размеры аэрозольных частиц колеблются в очень широких пределах: от 10^{-9} м и менее (сравнимы с диаметром молекул) до 10^{-3} м и более (Фукс, 1955: 351). В зависимости от размера частицы делят на три класса: тонкодисперсные ($r < 10^{-7}$ м), среднедисперсные ($10^{-7} \leq r \leq 10^{-6}$ м) и грубодисперсные ($r > 10^{-6}$ м).

Источники аэрозольных частиц

Каковы же источники появления дисперсной фазы в газе, в частности, в воздухе? Различают источники естественного и антропогенного происхождения.

Естественным и самым распространенным фактором образования частиц аэрозолей являются процессы конденсации и сублимации водяного пара. Это капельки воды и кристаллы льда. Из них образуются различные облака и туманы. В атмосфере постоянно присутствует пыль, поднимаемая ветром с поверхности Земли. Основными «поставщиками» пыли являются пустыни Азии и Африки. Миллионы тонн пыли ежегодно выносятся из этих регионов, переносятся воздушными потоками на большие



расстояния и достигают практически всех частей света. Эти частицы называют аридными. Много различных частиц поступает в атмосферу вследствие извержения вулканов, лесных пожаров, выветривания горных пород, отмирания растений, испарения морских брызг, сгорания метеоритов.

Источниками антропогенных аэрозольных частиц являются выбросы промышленных и бытовых предприятий, выхлопные газы автомобилей, пыление отвалов ТЭЦ и карьеров, добыча и использование строительных материалов, погрузочно-разгрузочные работы с сыпучими материалами, сжигание отходов и опавшей листвы, ядерные взрывы и прочее. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят теплоэлектростанции, нефтехимические и металлургические предприятия, автотранспорт.

Все перечисленные виды аэрозольных частиц относят к первичным. Частицы этой фракции в основном являются грубодисперсными. Однако вследствие химических и фотохимических реакций в атмосфере происходит образование вторичных аэрозолей. Так из поступивших в атмосферу газов естественного или искусственного происхождения (оксиды азота, диоксид серы, терпены, продукты горения, гниения) при взаимодействии их с кислородом, водяным паром и другими атмосферными компонентами образуются вещества, которые переходят в твердые и жидкие состояния (сульфаты, нитраты, капельки серной и азотной кислот и прочее). Частицы этой фракции в основном тонкодисперсные. Теперь уже установлено, что именно аэрозоли второй фракции определяют оптические свойства атмосферы.

Аэрозольные частицы, обладающие свойством гигроскопичности, называют ядрами конденсации (они служат зародышами капель облаков и туманов). Соответственно дисперсности частиц различают мелкие (ядра Айткена), средние и крупные ядра конденсации. Ядра Айткена эффективны при больших пересыщениях воздуха, при малых пересыщениях они редко становятся ядрами конденсации. Средние ядра конденсации активны в атмосфере, и их называют облачными. Крупные ядра немногочисленны, но они очень важны при образовании крупных капель в облаках, вырастающих в капли дождя.

В таблице, заимствованной из (Бретшнайдер, Курфюрст, 1989:288), дана классификация аэрозольных частиц.

Характерные размеры частиц

Размер, м	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
Размер, мкм	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5
Другие единицы		1 нм			1 мкм			1 мм	1 см	
Электромагнитное излучение	рентгеновские лучи	ультрафиолетовый/видимый/солнечный свет			инфракрасный: длинноволновый/коротковолновый			микроволны (локаторные и т.д.)		
Типичные размеры	молекулы газов и паров $H_2, O_2, F_2, CO_2, Cl_2, C_6H_6, CO, N_2, H_2O, HCl, SO_2, CH_4, C_6H_{10}$			водоросли, споры мхов, грибов, деревьев, зародыши и фрукты, Пыль, воздействующая на легкие человека, диаметр красных кровяных телец, вирусы, бактерии, человеческий волос, ионы, морская соль, зародыш Айткина, зародыш горения, мелкая пудра.						
Классификация почвы	глина			ил		мелкий песок		крупный песок		гравий
Обычные атмосферные дисперзоды (конденсирующиеся аэрозоли):	водяной пар (туман)			облака + туман, капли тумана, кристаллы льда, мелкий дождь, град, мелкий снег, крупный снег						
Диспергированные аэрозоли	пары, табачный дым, дым, смог, атмосферная пыль			пыль, пылевое облако						
Состояние частицы в атмосфере	молекулярная диффузия, броуновское движение, постоянная взвесь в атмосфере			превалирует диффузия			турбулентная диффузия, как правило, отсутствуют в атмосфере, седimentация, выпадение, превалирует седimentация			
Метод классифицирования	электронный микроскоп			ультрамикроскоп			оптический микроскоп, невооруженным глазом			
Размер, мкм	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5



Оценить точно общее поступление аэрозольных частиц в атмосферу невозможно. Предварительные оценки весьма противоречивы. Однако большинство авторов сходится во мнении, что соотношение естественных выбросов к антропогенным составляет 9:1. Естественные выбросы быстро рассеиваются, редко достигая концентраций, способных нанести серьезный ущерб. Исключением являются массовые поступления в атмосферу взвешенных частиц вследствие сильных вулканических извержений. Загрязняющие вещества хозяйственной деятельности токсичнее, биологически опаснее, сконцентрированы в ограниченных регионах, хотя в отдельных случаях могут охватить весь Земной шар (атомная война).

Время жизни

Время жизни аэрозольных частиц в атмосфере – это среднее время нахождения частиц в атмосфере. Оно зависит от размеров частиц, высоты их нахождения, климата. Наиболее велико время жизни частиц размером $10^{-7} - 10^{-5}$ м. Они остаются во взвешенном состоянии несколько суток. Частицы более 10^{-5} м присутствует в атмосфере не более одного-двух дней и выпадают на Землю за счет седиментации и вымывания осадками. Мелкодисперсные частицы в верхних слоях атмосферы (стратосфере) могут оставаться несколько лет, а в нижних слоях, постепенно укрупняясь за счет коагуляции, остаются одну-две недели.

Аэрозоли – наши враги

Многие вещества в виде сплошных тел абсолютно безвредны, но становятся очень опасными, если их перевести в аэрозольное состояние. Вероятно, впервые люди испытали вред от загрязнения воздуха, когда разводили костры в плохо вентилируемых пещерах. Еще в 1273 г. король Англии Эдуард I запретил сжигание угля с целью уменьшения загрязнения атмосферы. Как видим, проблема загрязнения воздуха не является новой. В промышленных центрах аэрозоли могут включать одновременно и жидкие, и дисперсные фазы. Так, в топочном дыме, кроме золы, унесенной с колосников, содержатся капельки серной кислоты, образовавшейся при окислении выбрасываемого сернистого ангидрида. Такие аэрозоли невозможно отнести к какому-нибудь типу существующих классификаций, и для них предложено специальное название "смог" (smoke дым + fog туман). Наиболее печально известны лондонские и лос-анджелесские смоги. Лондонский (сульфатный) смог представляет собой смесь угольного дыма, сажи, диоксида серы при штиле с высокой влажностью воздуха, температура которого около 0 °С. Диоксид серы, вступая в реакцию с каплями тумана, образует частицы серной кислоты. В мощных смогах концентрация серной кислоты может достигать нескольких миллиграммов, а 3,4-бензпирена – несколько десятых микрограммов на кубометр воздуха.



Смог типа лос-анджелесского (фотохимический) возникает под влиянием солнечной радиации в субтропиках, а в летний период в умеренном поясе, как в Алматы, при безветрии с высокой температурой (25-35 °С) воздуха, в котором содержатся большие концентрации продуктов неполного сгорания, выбрасываемых автомобильным транспортом и предприятиями теплоэнергетики. Под действием солнечного излучения в результате химических реакций образуются вредные аэрозольные частицы азотной кислоты, пероксиацетонилтрила и пр. Смог обладает сильно раздражающим действием, поражая зрение, дыхательные пути, вызывая расстройство здоровья, иногда с летальным исходом. Так, Великий смог в 1952 и 1962 гг. унесли в Лондоне несколько тысяч человеческих жизней. Смог вызывает массовый падеж скота; нарушает процессы вегетации; окисляет резину, разрушая ее; разъедает мрамор статуй и храмов; уменьшает количество солнечной радиации в городах на 30-40%; почти полностью препятствует проникновению ультрафиолетового излучения, которое способствует обезвреживанию некоторых полициклических ароматических углеводородов, содержащихся в продуктах неполного сгорания (доменные и коксовые печи, выхлопные газы автомобилей).

Здоровье человека, продолжительность жизни напрямую зависят от содержания в воздухе канцерогенных веществ, которые могут поступать от самых различных источников. Одним из таких источников является курение. Табак – растение, в наибольшей мере аккумулирующее соли кадмия из почвы (до 2 мг/кг). Это во много раз превышает предельно



допустимое содержание кадмия в основных продуктах питания. Химический символ кадмия Cd курительщики могут считать аббревиатурой английских слов Cancer disease – раковое заболевание. Рак легких – наиболее вероятный результат длительного воздействия аэрозоля оксида кадмия, поступающего в альвеолы с табачным дымом. Кадмий поражает сердечную, мышечную, нервную системы, а также органы дыхания, приводит к тяжелому костному заболеванию “итай-итай” (хрупкость и ломкость костей). В табачном дыме содержатся такие канцерогенные вещества, как ароматические амины, нитрозосоединения, различные металлы (мышьяк, свинец, медь и пр.), провоцирующие опасные заболевания органов пищеварения, мочевого пузыря, почечной лоханки. Не меньшей опасности подвергаются люди, вынужденные дышать прокуренным воздухом.

В результате сжигания жидкого топлива в воздух планеты ежегодно попадает по разным оценкам 180-260 тыс. т свинцовых частиц, что почти в 100 раз превышает поступление свинца при вулканических извержениях (2-3 тыс.т в год). Металлосодержащие и органические частицы выбрасываются предприятиями цветной металлургии, химическими, цементными и другими производствами. При вдыхании городского воздуха крупные аэрозоли (более 10-6 м) задерживаются в носоглотке и верхних дыхательных путях, а те, что менее 10-6 м (а их до 80% в антропогенных выбросах) проникают в легкие, а затем в капилляры и, соединяясь с эритроцитами, отравляют кровь. Это приводит к таким опасным заболеваниям, как анемия, головные и мышечные боли. Токсичные вещества



нарушают рост растений, снижают урожайность, ведут к потерям в животноводстве, постепенной гибели деревьев, растительности, а, следовательно, к ухудшению жизни людей. Эти вещества обладают свойством накапливаться с течением времени в отдельных звеньях трофической цепи с увеличением концентрации в последующем звене.

Пыль во вдыхаемом воздухе вызывает тяжелое заболевание легких: силикоз (кварцевая пыль), антракоз (угольная), асбестоз (асбестовая). Не менее опасна пыль бериллия, хрома. Взвеси пыли многих промышленных производств (например, лесопильной, мукомольной, сахарной) при большой концентрации обладают взрывоопасностью.

Бактериальные аэрозольные частицы, образующиеся при кашле, чихании, разговоре больных, могут служить источником инфекционных болезней, в том числе, гриппа. Пыльца растений, особенно в период их вегетации, вызывает аллергические заболевания.

Всем известен пачкающий эффект сажи. Материал сажевых частиц может быть маслянистым и липким из-за присутствия в нем органических веществ, что обеспечивает прочную связь с поверхностями, затрудняя их очистку. Накопившийся слой сажи на листьях препятствует фотосинтезу.

Частички морской соли вызывают коррозию металлов, значительно снижают урожайность зерновых в прибрежных районах.

Природные туманы препятствуют посадке самолетов, речному и морскому судоходству.

Пыльные бури – настоящее бедствие жарких стран.

Много бед аэрозольные частицы могут причинить технике, нарушить ход тончайших технологических процессов, особенно в таких областях, как биотехнология и микроэлектроника.

Огромную опасность представляют радиоактивные аэрозоли, образующиеся при атомных взрывах, авариях на атомных электростанциях, добыче и переработке расщепляющихся материалов.

Аэрозоли – наши друзья

Аэрозоли играют и положительную роль в жизни человека. Эстетическое удовольствие получают люди, наблюдая пленительные краски закатных и рассветных зорь, которые обусловлены присутствием в атмосфере пылинок (впервые на это явление обратил внимание Леонардо да Винчи).

Присутствие аэрозольных частиц вызывает такие оптические явления как радуга (преломление, отражение и дифракция света в каплях дождя), гало - ложные солнца (преломление и отражение света ледяными кристаллами, взвешенными в воздухе), глории – венцы, цветные кольца вокруг тени самолета, орбитальных станций, головы наблюдателя (дифракция света на каплях воды).

Хотите увидеть сияние вокруг своей головы? Рано утром, как только взойдет Солнце, выйдите на луг, обильно покрытый росой. Вы увидите, что тень Вашей головы окружена глорией. Такие глории называют еще нимбами. В христианской и буддийской иконографии нимбами окружены головы святых. Оказывается нимб может появиться и вокруг тени головы любого человека. И в этом нет ничего удивительного (Зверева, 1988:160). Голубой цвет неба, который впервые объяснил Рэлей, в значительной мере обязан присутствию в атмосфере аэрозолей.

Облака – важнейшее звено в круговороте воды в природе. Поглощая солнечную энергию и тепловое излучение Земли, они умеряют и жару и холод. Под действием солнечного облучения могут создаваться целебные фотохимические смоги. Подобные явления наблюдаются, например, в хвойных лесах, особенно в вегетационный период их развития.

Еще древние люди научились извлекать для себя пользу из дыма, использовав его для

копчения мяса и рыбы, маскировки войск, кодовой сигнализации.

Все жидкое и почти половина твердого топлива сжигается ныне в виде аэрозолей. Это обеспечивает его наиболее полное сгорание, что приводит к наименьшему количеству отходов. В дизельных и карбюраторных двигателях жидкое топливо также сгорает в распыленном виде.

При сжигании каменных углей с высоким содержанием кальция происходит выброс кальцийсодержащей золы, которая при осаждении на подстилающую поверхность нейтрализует кислотность почвы. Выбросы нетоксичной золы воздействуют на структуру тяжелых и глинистых почв, разрыхляя и тем самым существенно улучшая их свойства. Дымы металлургических предприятий могут обогащать почву необходимыми ей микроэлементами, например, кальцием, калием.



Сажа (технический углерод) – ценный продукт, так как является важным элементом (наполнителем) при изготовлении резины из каучука, различных видов пластмасс, полиграфической продукции (заправка для картриджей, копировальная бумага). Сажу используют в качестве хорошего красителя в различных производствах. Поэтому сажу специально получают путем неполного сгорания или разложения углеводов в специальных реакторах с ограниченным доступом воздуха. Частицы сажи имеют размеры 10^{-9} – 10^{-8} м, если же они агрегированы в хлопья, то достигают 10^{-6} м. В последнее время с углеводородной сажой конкурирует так называемая "белая сажа" (аэросил), представляющая собой высокодисперсные частицы аморфного диоксида кремния.



Аэросил используют не только как наполнитель резины, пластмасс и загуститель для смазок, красок, клеев, но и как адсорбент (поглотитель). Адсорбенты используют в промышленности (для очистки жидкостей, осушки газов, улавливания ценных и вредных отходов), медицине (при заболеваниях кожи, отравлениях, некоторых желудочно-кишечных заболеваниях, вакцинациях).

Опыление многих растений, в том числе злаковых, осуществляется аэрозолями из цветочной пыльцы. Протравливание семенного зерна ведется распыленным порошкообразным или жидким ядохимикатом. Из бункеров зерно подается порциями, либо непрерывным потоком в смесительный барабан. Здесь в процессе перемешивания зерно опудривается или увлажняется распыленным ядовитым туманом, подаваемым под давлением компрессором. Ядовитые туманы используют и для борьбы с вредителями и болезнями культурных растений и лесов. Эти туманы специально создают с помощью аэрозольных генераторов, которые очень мелко распыляют раствор ядохимиката (размер частичек 2×10^{-5} - 6×10^{-5} м). В таком виде ядохимикаты расходуются экономно и хорошо проникают в кроны деревьев, щели амбарных и животноводческих помещений, дезинфицируя их. Однако аэрозольное опрыскивание нельзя применять при скорости ветра более 3 м/с и при восходящих потоках воздуха, так как туман тогда сносится или поднимается вверх, не осаждаясь на поверхности растений.



Аэрозоли защищают человека от вредных насекомых. Так, в ходе Второй мировой войны английские и американские войска на тихоокеанском театре военных действий несли ощутимые потери из-за массовых заболеваний от укусов комаров и москитов. Обычные способы борьбы с насекомыми были малоэффективны. Тогда применили легко кипящие фтор- и фторхлоруглероды как растворители для инсектицидов в аэрозольных баллонах. Таким образом удалось экономично распылять инсектициды и уничтожить носителей инфекций. Фактически с этого момента начало эффективно развиваться промышленное производство аэрозолей. Лаки, краски, дезодоранты, ядохимикаты, парфюмерная продукция, лекарства и многое другое упаковываются в аэрозольные баллончики в виде раствора во фреоне (фторхлоруглероде). Оттуда они при необходимости под давлением извлекаются в распыленном или пенообразном виде. Будучи раздроблено на мельчайшие частицы, вещество приобретает большую контактную поверхность.

Активность аэрозолей значительно усиливается, когда им сообщают электрический заряд. Это свойство аэрозолей используется при покраске стен и мебели, нанесении защитного слоя на картины и чертежи, для смывки грязи и масла с двигателей, лечения ряда болезней людей и животных. Так, распыленное

лекарственное вещество наносится на раны, локальные участки ожога. При вдыхании очень малые размеры частиц аэрозоля способны проникать в наиболее глубоко расположенные отделы бронхов и легких, быстро всасываться в кровь и облегчать удаление из дыхательных путей слизи и мокроты. Лечение вдыханием аэрозолей (ингаляция) лекарственных веществ называется аэрозольтерапией. Аэрозольтерапию применяют для профилактики и лечения инфекционных, вирусных и профессиональных заболеваний дыхательных путей, бронхиальной астмы, ренита, а также массовой иммунизации животных. Для некоторых болезней аэрозольное лечение намного эффективнее приема таблеток и уколов.

В пищевой промышленности распылительную сушилку используют для получения различных порошков. Струю жидкости льют в центр вращающегося с огромной скоростью диска. Жидкость под действием центробежных сил растекается по поверхности диска тонкой пленкой и дробится на капли, срываясь с кромок диска. Размер получаемых капелек обратно пропорционален угловой скорости вращения диска и квадратному корню из его диаметра.

Большие дисковые распылители дают полидисперсную аэрозоль, а маленькие диски (диаметром 0,02-0,05 м), вращающиеся со скоростью не менее 340 об/с, образуют монодисперсные частицы (размером до 5×10^{-6} м). Если давать возможность мгновенно



высыхать возникающим каплям, то можно получить твердые частицы (например, порошок молока). Переводя вещества в аэрозольные состояния, удалось получить принципиально новые материалы. Так, сплав металла и керамики обладает очень высокой коррозионной устойчивостью.

В науке, особенно в экспериментальной физике, аэрозоли позволили сделать ряд открытий. Так, при использовании движения мельчайших капель в вертикальном электрическом поле удалось определить заряд электрона, число Авогадро, доказать квантовую природу фотоэффекта. Благодаря аэрозолям созданы детекторы радиоактивного излучения, например, камеры Вильсона, в которых α и β - частицы оставляют следы вследствие конденсации находящегося в воздухе перенасыщенного водяного пара; счетчики Гейгера-Мюллера, в которых ионизация, создаваемая попадающими в них частицами, вызывает кратковременный разряд.

В экспериментальной гидродинамике при изучении скоростей газов используют дымовые шашки. Распространение примесей от интересующих источников изучают с помощью специально распыленных подкрашенных трассеров.

Посредством аэрозолей можно активно воздействовать на атмосферные процессы. На аэродромах для улучшения взлетно-посадочных условий практикуют рассеивание облаков путем распыления твердой углекислоты или специальных льдообразующих агентов (частиц йодистого серебра). Облачные капли, контактируя с частицами твердой углекислоты или сухого льда, замерзают и выпадают, а туман рассеивается. Созданы специальные службы для борьбы с градом. Некоторые большие города, имеют специальные эскадрильи самолетов, которые, воздействуя на облака, заставляют выпадать снег на подходе к городу. Этот же

способ используют для очистки неба от облаков в дни больших празднеств. Большие работы ведутся в направлении поиска оптимального решения по рассеиванию туманов с использованием аэрозольных веществ.

Вмешательство человека в природу - полно неожиданностей

В 1955 г. в британском протекторате Бруней (о. Калимантан) заболело 90 % населения малярией. Всемирная Организация Здравоохранения распылила над островом диелдрин (пестицид, сходный с ДДТ) для борьбы с комарами-переносчиками малярии. Болезнь была побеждена. От диелдрина погибли различные насекомые, включая мух и тараканов. Жители радовались. Наевшись отравленных насекомых, погибли ящерицы, за ними – кошки. В отсутствие кошек размножились крысы. Появилась угроза распространения чумы, переносчиками которой являются блохи, живущие на крысах. Положение удалось исправить только тогда, когда на остров сбросили на парашютах кошек (Миллер, 1993: Т. 1. 253; 1994: Т. 2. 335). Однако ситуацию не всегда удается исправить. Например, активное использование различных пестицидов в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур привело к сильному загрязнению почв, которое может сохраняться более ста лет после прекращения их использования. В настоящее время признано, что деятельность человека может оказывать влияние на распределение озона в атмосфере.

Победы человека с течением времени могут обернуться его же поражением. И здесь уместно напомнить экологические законы американского ученого Б. Коммонера:

1. все связано со всем,
2. за все надо платить,
3. ничто не проходит бесследно,
4. природа знает лучше (Миллер, 1996: Т. 3. 400).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бретшнайдер Б., Курфюрст И. Охрана воздушного бассейна от загрязнений. Ленинград: Химия, 1989 - 288 с.
2. Зверева С.В. В мире солнечного света. Ленинград: Гидрометеиздат, 1988 - 160 с.
3. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. Москва: Прогресс, 1993 - Т. 1. 253 с.; 1994 - Т. 2. 335 с.; 1996 – Т. 3. 400 с.
4. Петрянов-Соколов И.В., Сутугин А.Г. Аэрозоли. Москва: Наука, 1989 - 142 с.
5. Фукс А.Н. Механика аэрозолей. Москва: АН СССР, 1955 - 351 с.