

## ВВЕДЕНИЕ

---

Среди проблем защиты окружающей среды наиболее актуальной проблемой является охрана воздушного бассейна, так как загрязненный воздух является основным фактором, обуславливающим экологическую обстановку. Охрана воздушной среды от загрязнений промышленными выбросами является важнейшей социальной и общественной задачей, входящей в комплекс задач глобальной проблемы охраны природы и улучшения использования природных ресурсов.

Ежегодно в мире в атмосферный воздух поступает более 200 млн т оксида углерода, до 150 млн т диоксида серы (сернистого газа), свыше 50 млн т оксида азота, более 50 млн т различных углеводородов, более 250 млн т мелкодисперсных аэрозолей и т. д. Известно, что загрязнение воздуха промышленными выбросами наносит значительный материальный ущерб народному хозяйству и приводит к увеличению заболеваемости населения. Под влиянием загрязненного атмосферного воздуха гибнут целые зеленые массивы. Так, специалисты-лесоводы подсчитали, что в Европе за счет загрязненного воздуха на 40% сократились площади, занятые хвойными деревьями. Под действием солнечных лучей и при участии озона возникают пока неизвестные реакции, приводящие к образованию еще более токсичных соединений.

Несмотря на произошедшее в 90-х годах XX века существенное сокращение промышленных выбросов и уменьшение концентраций соответствующих загрязняющих веществ в атмосферном воздухе многих городов, уровень его загрязнения остается недопустимо высоким. В 2002 г. насчитывалось 200 городов с общим населением 65,4 млн человек, в которых средние за год концентрации одной или нескольких примесей превышали ПДК. Максимальные концентрации загрязняющих веществ превысили 10 ПДК в 48 городах с населением 21 млн человек. Проблему загрязнения атмосферы в городах определяют главным образом высокие концентрации бенз(а)пирена, взвешенных веществ, диоксида азота, сероуглерода и формальдегида. В 2002 г. концентрации бенз(а)пирена превышали ПДК в 157 городах, формальдегида — в 117, диоксида азота — в 103, взвешенных веществ — в 69 городах.

Принимая во внимание начавшийся в конце 90-х годов рост производства и увеличение выбросов загрязняющих веществ предприятиями газовой и угольной промышленности, черной и цветной металлургии, хими-

ческой и нефтехимической промышленности, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, промышленности строительных материалов и легкой промышленности, а также ожидаемый значительный рост выбросов от теплоэнергетики в связи с планируемым переводом нескольких десятков крупных ТЭС и ГРЭС с экологически чистого топлива — природного газа — на уголь и мазут, следует ожидать значительного ухудшения качества атмосферного воздуха, роста заболеваемости и смертности населения, вызываемых этим фактором.

Проблемы защиты атмосферы составляют обширную область на стыке наук. Они включают как общие задачи химической технологии, машиностроения и метрологии, так и вопросы, решением которых смогут заниматься узкие специалисты — математики, физики, электротехники, врачи, гигиенисты и т. д. Наиболее эффективным методом защиты атмосферы от загрязнения вредными веществами является разработка новых безотходных ресурсо- и энергосберегающих технологических процессов с замкнутыми производственными циклами, исключающими или резко снижающими выброс вредных веществ в атмосферу. Однако не всегда удается разработать экономически выгодные безотходные технологические процессы с полной или комплексной переработкой сырья. Поэтому на современном этапе для большинства промышленных предприятий очистка выбросов остается основным мероприятием по защите воздушного бассейна от загрязнения.

Для качественного решения этой проблемы необходимо рассмотреть весь комплекс вопросов, связанных с загрязнением воздуха: виды загрязнений атмосферы и их свойства, нормирование качества воздуха и выбросов, принципы образования загрязняющих веществ и влияние отдельных отраслей промышленности на атмосферу, поведение выбросов в атмосфере, физические и химические процессы, лежащие в основе процессов очистки выбросов, правовые и организационные вопросы организации защиты атмосферы, конструкция газоочистного оборудования и разработка технологии газоочистки, утилизация уловленного продукта.

Это и является предметом предлагаемого учебного пособия. При этом особое внимание уделяется всестороннему анализу и оптимизации действующих газоочистных установок с учетом внедрения новых перспективных разработок и технологий, порядку расчета газоочистного оборудования и проблемам, возникающим в связи с этим.

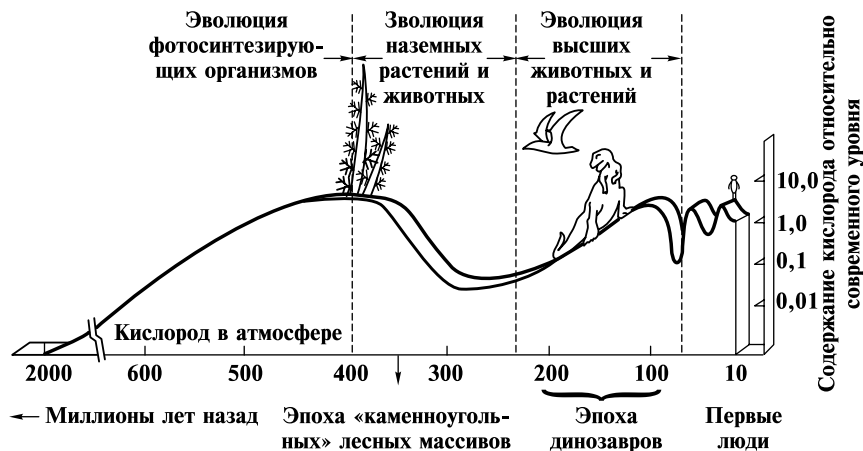


Рис. 1.1. Эволюция атмосферы Земли

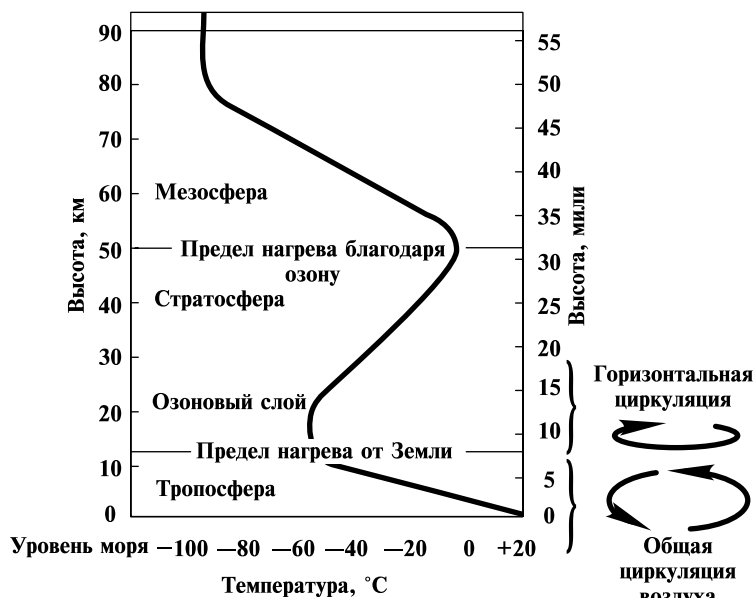


Рис. 1.2. Атмосфера Земли

и погоду. Они также влияют на типы и распределение вредных химических веществ в тропосфере.

Второй слой атмосферы, располагающийся на высоте от 17 до 48 км, называется *стратосферой* (рис. 1.2). Температура в этом слое сначала остается постоянной, а затем начинает повышаться с высотой. В стратосфере сконцентрирована основная часть атмосферного озона, и именно это обстоятельство обуславливает такое повышение температуры. Дело в том, что озон поглощает ультрафиолетовые лучи Солнца, что и вызывает разогрев стратосферы. Озоновый слой содержит небольшое количество газообразного озона ( $O_3$ ), который отфильтровывает около 99% поступающей вредной ультрафиолетовой (УФ) радиации. Поглощая высокоэнергетическую УФ радиацию, стратосферный озон предохраняет также большую часть кислорода в тропосфере от превращения в озон. Ничтожное количество озона, которое формируется в тропосфере как компонент городского смога, губительно действует на растения, дыхательную систему людей и других животных, а также на такие материалы, как резина. Таким образом, наше здоровье зависит от наличия необходимого количества «хорошего» озона в стратосфере и от отсутствия «плохого» озона в тропосфере.

На высоте более 50 км начинается *мезосфера* — зона, где температура опять понижается.

Практически все компоненты атмосферы содержатся в тропосфере, стратосфере и мезосфере в одинаковых соотношениях. Однако атмосферное давление с высотой уменьшается, т. е. воздух по мере роста высоты становится все разреженнее.

Состав, температура и способность к самоочищению земной атмосферы меняется с момента формирования планеты. Миллионы лет в атмосферу поступали дым и другие загрязняющие вещества в результате извержений вулканов, природных пожаров и пыльных бурь. Но биосфера способна удалять, ассимилировать и рециклировать эти естественные

Таблица 1.1

Средний газовый состав природной атмосферы (в сухом воздухе)

Основные газовые компоненты	В сухом воздухе			Во влажном воздухе			
	% (по объему)	г·м <sup>-3</sup>	% (по массе)	% (по объему)	г·м <sup>-3</sup>	% (по массе)	
Азот	N <sub>2</sub>	78,09	895	75,54	75,65	867	74,08
Кислород	O <sub>2</sub>	20,94	274	23,13	20,29	265	22,64
Вода	H <sub>2</sub> O	—	—	—	3,12	23	1,97
Аргон	Ar	0,93	15,2	1,28	0,9	14,7	1,26
Итого: основные компоненты		99,96		99,95	99,96		99,95
Суммарное содержание прочих газовых составляющих — 0,04–0,05%, т. е. 400–500 ppm							