

## 5.5. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА

### Вещества, загрязняющие воздух

Загрязняющие вещества попадают в атмосферу как вследствие человеческой деятельности, так и естественным путем. Главными источниками загрязнения воздуха в больших городах являются печной дым и выхлопные газы. Наибольшие загрязнители воздуха в мировом масштабе – это теплоэлектростанции, металлургия, нефтяная промышленность и автотранспорт. Большая часть вредных веществ попадает в воздух как остаточные продукты горения. Кроме того, воздух загрязняется пылью. Особенно много пыли образуется в результате различных земляных работ, например, при добыче полезных ископаемых открытым способом, при распашке земли или строительстве дорог.

Распространению пыли в воздухе способствуют сильный ветер и сухость почвы. В условиях засухи ветер может сдуть большую часть плодородного слоя почвы. Кроме того, во время засухи часты лесные пожары, которые загрязняют воздух на весьма обширных территориях. Больше всего пыли поступает в воздух из пустынных областей. Так, например, значительное количество пыли приносится в Европу

из пустыни Сахара.

Основными веществами, загрязняющими воздух, являются:

- соединения серы, особенно  $\text{SO}_2$
- соединения азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ , аммиак)
- соединения углерода (угарный газ  $\text{CO}$ , углекислый газ  $\text{CO}_2$ )
- аэрозоли (твердые частицы).

Вследствие загрязнения воздуха уменьшается прозрачность атмосферы и поверхность земли получает меньше солнечной радиации. В то же время загрязненный воздух поглощает больше теплового излучения Земли и препятствует остыванию ее поверхности. Наибольший вред приносит загрязненный воздух дыхательным органам человека. Как ядовитые выхлопные газы, так и пыль могут вызвать или же обострить заболевание дыхательных органов. Пребывая в особенно загрязненных зонах, человек должен использовать защитный респиратор.

Проблемы, связанные с чистотой воздуха, впервые возникли в больших промышленных городах в период индустриализации. При сжигании каменного угля выделялось большое количество пыли и сажи, покрывавших дома и поверхность земли. В сырую погоду вокруг взвешенных в воздухе частичек сажи конденсировались капельки воды. В результате получалась смесь сажи с туманом, называемая смогом (от английских слов *smoke* – дым и *fog* – туман). Смог очень вреден для здоровья человека. Он был частым явлением во многих больших городах.

Атмосфера очищается посредством осадков. Попавшая в воздух аэрозоль (взвесь) связывает водяные капли, которые соединяются, увеличиваются и падают на землю. Однако в загрязненном воздухе в водяных каплях растворяются оксиды азота и серы, превращаясь в соответствующие кислоты. Так образуются кислотные осадки, которые повышают кислотность природных водоемов и почвы. Это ока-



Рис. 5.31. Смог становится неотъемлемым спутником больших городов (на фото Куала-Лумпур 08.08.1999).

зывает губительное влияние на водные организмы и растения. В горах Европы, например, кислотные дожди уничтожили большие массивы хвойных лесов.

В течение последних десятков лет в развитых странах обращают усиленное внимание на проблему загрязнения воздуха. Обновляется технологическое оборудование, используются все более эффективные фильтры, задерживающие загрязняющие вещества. Все меньше сжигается каменного угля и других видов топлива, загрязняющих воздух. Вместо них используются нефть, природный газ и ядерное топливо.

Сегодня проблемы загрязнения воздуха острее всего стоят не в развитых странах, а в густонаселенных районах развивающихся стран.

### Влияние извержений вулканов на погоду

Больше всего твердых частиц попадает в атмосферу вследствие крупных извержений вул-



Рис. 5.32. В период с 1982 по 1983 год во внутренние водоемы Швеции было сброшено 8000 тонн сельскохозяйственной извести для нейтрализации кислотных загрязняющих веществ.



Рис. 5.33. Определение уровня кислотности (pH) в воде озера Вудс (штат Нью-Йорк в США), которому нанесен большой урон вследствие таяния кислотного снега.

канов. При этом особенно много выбрасывается в воздух соединений серы. Вулканический пепел может значительно уменьшить прозрачность воздуха. При так называемом катастрофическом извержении вулкана, когда взрывается и поднимается в воздух его конус, твердые частицы достигают даже стратосферы. Там они находятся в течение долгого времени и под действием общей циркуляции атмосферы быстро распространяются по всей стратосфере. Вследствие этого уменьшается приток солнечной радиации к земле, что приводит к похолоданию погоды в течение нескольких последующих лет.



Рис. 5.34. Извержение вулкана Пинатубо в 1991 году.

Из истории известно несколько катастрофических извержений вулканов, вызвавших резкое падение температуры на земном шаре. На территории современной Индонезии в 1816 году произошло извержение вулкана Тамбора, а в 1889 году вулкана Кракатау. Последнее извержение подобного масштаба произошло в июне 1991 года, когда на Филиппинах проснулся вулкан Пинотубо. В следующем году средняя температура воздуха на Земле упала почти на  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 5.36).

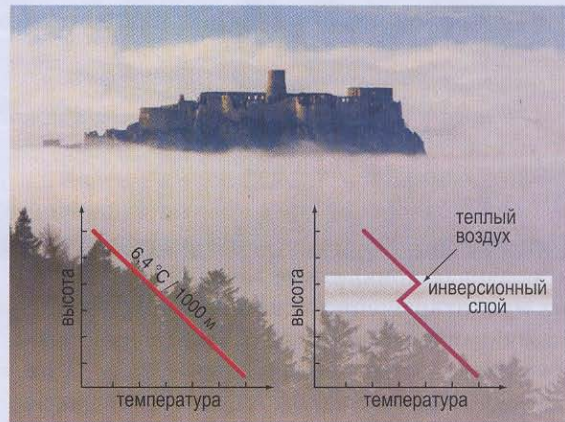


Рис. 5.35. Смог, возникший вследствие инверсии. На фотографии башни крупнейшей в Словакии крепости Спишский Град.

## Погодные условия, ухудшающие качество воздуха. Инверсия

Вредное влияние содержащихся в воздухе загрязняющих веществ может быть усилено или ослаблено погодными условиями. Если воздух малоподвижен и вертикальное смешивание воздуха затруднено, то загрязняющие вещества начинают накапливаться и могут достичь опасной концентрации. В ветреную погоду, благодаря интенсивному вертикальному смешиванию воздуха, загрязняющие вещества быстро рассеиваются.

Недостаточное смешивание воздуха характерно для областей высокого давления, так как там господствуют нисходящие воздушные потоки, не дающие нижним слоям воздуха подниматься. Именно в нижние слои попадают загрязняющие вещества. Самое опасное положение создается в зоне высокого давления зимой: над землей воздух значительно остывает, тогда как выше он несколько теплее. Это явление называется **инверсией**. Инверсия не дает воздуху подниматься, а это способствует накоплению загрязняющих веществ. Если такая погода держится в течение нескольких дней (что является вполне естественным, например, для Сибири), то качество воздуха может значительно ухудшиться (рис. 5.35).

Рис. 5.36. Отклонения от средней температуры Земли в 1961-1990 годах.

## Международные договоры по защите атмосферы и климата

Чтобы уменьшить концентрацию парниковых газов и тем самым затормозить потепление климата, страны мира приняли ряд международных договоров. В 1992 году в Рио-де-Жанейро на конференции ООН по экологии и развитию была принята конвенция, предусматривающая конкретные меры, направленные на предотвращение искусственного изменения климата. Эта конвенция ратифицирована уже 186 странами, в том числе и Эстонией. Развитые страны обязались уменьшить эмиссию (выброс в атмосферу)  $\text{CO}_2$  минимум на 55% от уровня 1990-го года.

Другим важным документом в этой области является протокол, принятый в 1998 году в Киото. Он вступит в силу после его ратификации по меньшей мере 55-ю странами. Протокол определяет обязательства, добровольно взятые странами – членами конвенции и направленные на уменьшение эмиссии парниковых газов и методы достижения этой цели.

К сожалению, США, будучи самым крупным загрязнителем атмосферы  $\text{CO}_2$ , настроены по отношению к Киотскому протоколу негативно. Таким образом, международное сотрудничество в данной области осложнено, что вызвало острую критику в адрес США.

Рост сланцевой энергетики превратил Эстонию в одну из стран – лидеров по загрязнению

атмосферы углекислым газом (на душу населения). Согласно Киотскому протоколу, Эстония, как и другие страны ЕС, обязалась уменьшить эмиссию парниковых газов на 8% по сравнению с уровнем 1990 года. В настоящее время эта цель уже достигнута, прежде всего благодаря усовершенствованию технологий и сокращению производства. Для Эстонии одним из действенных способов ограничения эмиссии парниковых газов является уменьшение удельного веса сланцевой энергетики в промышленности и большее применение альтернатив-

ных источников энергии, в том числе и возобновляющихся.

Венскую конвенцию по защите озонового слоя приняли еще в 1985 году. В 1987 году она была дополнена Монреальским протоколом, согласно которому каждый участник договора обязан обеспечить полный контроль над производством, использованием, импортом и экспортом веществ, разрежающих озоновый слой. Это налагает большую ответ-

ственность на таможенно, а также импортеров и экспортеров этих веществ: предъявляемые ими данные должны быть достоверными и доступными для проверки. Согласно исправлениям, внесенным в Монреальский протокол в 1997 году, производство, использование, импорт и экспорт веществ, разрежающих озоновый слой, должны быть лицензированы.



Рис. 5.37. Благодаря усовершенствованию технологии снизилось загрязнение атмосферы сланцевой энергетикой. Нарвская электростанция.

### Вопросы и задания

1. Назовите источники загрязнения атмосферы в вашей местности.
2. Приведите примеры влияния циркуляции атмосферы на загрязнение воздуха.
3. Объясните вредное влияние кислотных дождей.
4. Как влияют вулканические извержения на погоду?
5. Приведите примеры погодных условий, ухудшающих качество воздуха.
6. Какие международные договоры были заключены для защиты атмосферы и климата?