

## Кислотные дожди и здоровье человека.

Термин «кислотные дожди» ввел в 1872 г. английский инженер Роберт Смит в книге «Воздух и дождь: начало химической климатологии». Кислотные дожди, содержащие растворы серной и азотной кислот, наносят значительный ущерб природе. Земля, водоемы, растительность, животные и постройки становятся их жертвами. На территории России в 1996 г. вместе с осадками выпало более 4 млн. т серы и 1,25 млн. т нитратного азота. Особенно тревожная ситуация сложилась в Центральном и Центрально-Черноземном районах, а также в Кемеровской области и Алтайском крае, в Норильске. В Москве и Санкт-Петербурге с кислотными дождями на землю в год выпадает до 1500 кг серы на 1 км<sup>2</sup>. Заметно меньше кислотность осадков в прибрежной зоне северных, западно- и восточносибирских морей. Самым благоприятным регионом в этом отношении признана Республика Саха.



Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на здоровье человека и на окружающую природную среду различными способами — от прямой и немедленной угрозы (смог и др.) до медленного и постепенного разрушения различных систем жизнеобеспечения организма.

Физиологическое воздействие на человеческий организм главных загрязнителей (поллютантов) чревато самыми серьезными последствиями. Так, диоксид серы, соединяясь с влагой, образует серную кислоту, которая разрушает легочную ткань человека и животных. Особенно четко эта связь прослеживается при анализе детской легочной патологии и степени концентрации диоксида серы в атмосфере крупных городов. Согласно исследованиям американских ученых, при уровне загрязнения  $\text{SO}_2$  до  $0,049 \text{ мг/м}^3$  показатель заболеваемости (в человека-днях) населения Нэшвилла (США) составлял 8,1 %, при  $0,150\text{—}0,349 \text{ мг/м}^3$  — 12 и в районах с загрязнением воздуха выше  $0,350 \text{ мг/м}^3$  — 43,8%. Особенно опасен диоксид серы, когда он осаждается на пылинках и в этом виде проникает глубоко в дыхательные пути.

Пыль, содержащая диоксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ), вызывает тяжелое заболевание легких — силикоз. Оксиды азота раздражают, а в тяжелых случаях и разъедают слизистые оболочки, например, глаз, легких, участвуют в образовании ядовитых туманов и т. д. Особенно опасны они, если содержатся в загрязненном воздухе совместно с диоксидом серы и другими токсичными соединениями. В этих случаях даже при малых концентрациях загрязняющих веществ возникает эффект синергизма, т. е. усиление токсичности всей газообразной смеси.

Широко известно действие на человеческий организм оксида углерода (угарного газа). При остром отравлении появляется общая слабость, головокружение, тошнота, сонливость, потеря сознания, возможен летальный исход (даже спустя три—семь дней). Однако из-за низкой концентрации  $\text{CO}$  в атмосферном воздухе он, как правило, не вызывает массовых отравлений, хотя и очень опасен для лиц, страдающих анемией и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Среди взвешенных твердых частиц наиболее опасны частицы размером менее 5 мкм, которые способны проникать в лимфатические узлы, задерживаться в альвеолах легких, засорять слизистые оболочки.

Весьма неблагоприятные последствия, которые могут сказываться на огромном интервале времени, связаны и с такими незначительными по объему выбросами, как свинец, бенз(а)пирен, фосфор, кадмий, мышьяк, кобальт и др. Они угнетают кроветворную систему, вызывают онкологический заболевания, снижают сопротивление организма инфекциям и т. д. Пыль, содержащая соединения свинца и ртути, обладает мутагенными свойствами и вызывает генетические изменения в клетках организма.

Последствия воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, весьма серьезны и имеют широчайший диапазон действия: от кашля до летального исхода (табл. 13.2). Тяжелые последствия в организме живых существ вызывает и ядовитая смесь дыма, тумана и пыли — смог. Различают два типа смога: зимний смог (лондонский тип) и летний (лос-анджелесский тип).

Таблица 13.2

Влияние выхлопных газов автомобилей на здоровье человека ( по Х. Ф. Френчу, 1992 )

Вредные вещества	Последствия воздействия на организм человека
Оксид углерода	Препятствует абсорбированию кровью кислорода, что ослабляет мыслительные способности, замедляет рефлексы, вызывает сонливость и может быть причиной потери сознания и смерти
Свинец	Влияет на кровеносную, нервную и мочеполовую системы; вызывает, вероятно, снижение умственных способностей у детей, откладывается в костях и других тканях, поэтому опасен в течение

	длительного времени
Оксиды азота	Могут увеличивать восприимчивость организма к вирусным заболеваниям (типа гриппа), раздражают легкие, вызывают бронхит и пневмонию
Озон	Раздражает слизистую оболочку органов дыхания, вызывает кашель, нарушает работу легких; снижает сопротивляемость к простудным заболеваниям; может обострять хронические заболевания сердца, а также вызывать астму, бронхит
Токсичные выбросы (тяжелые металлы)	Вызывают рак, нарушение функций половой системы и дефекты у новорожденных

В 1952 г. в Лондоне от смога с 3 по 9 декабря погибло более 4 тыс. человек, до 10 тыс. человек тяжело заболели. В конце 1962 г. в Руре (ФРГ) смог убил за три дня 156 человек. Рассеять смог может только ветер, а сгладить смогоопасную ситуацию — сокращение выбросов загрязняющих веществ.

Только в одном городе (Токио) смог вызвал отравление 10 тыс. человек в 1970 г. и 28 тыс. — в 1971 г. По официальным данным, в Афинах в дни смога смертность в шесть раз выше, чем в дни относительно чистой атмосферы. В некоторых наших городах (Кемерово, Ангарск, Новокузнецк, Медногорск и др.), особенно в тех, которые расположены в низинах, в связи с ростом числа автомобилей и увеличением выброса выхлопных газов, содержащих оксид азота, вероятность образования фотохимического смога увеличивается.

Но даже в самом чистом воздухе всегда есть диоксид углерода, и дождевая вода, растворяя его, чуть подкисляется (рН 5,6—5,7). А вобрав кислоты, образующиеся из диоксидов серы и азота, дождь становится заметно кислым. Уменьшение рН на одну единицу означает увеличение

кислотности в 10 раз, на две — в 100 раз и т.д. Мировой рекорд принадлежит шотландскому городку Питлокри, где 20 апреля 1974 г. выпал дождь с рН 2,4, — это уже не вода, а что-то вроде столового уксуса.

### **Последствия кислотных осадков.**

В 70-х гг. в реках и озерах скандинавских стран стала исчезать рыба, снег в горах окрасился в серый цвет, листва с деревьев раньше времени устлала землю. Очень скоро те же явления заметили в США, Канаде, Западной Европе. В Германии пострадало 30%, а местами 50% лесов. И все это происходит вдали от городов и промышленных центров. Выяснилось, что причина всех этих бед — кислотные дожди.

Показатель рН меняется в разных водоемах, но в ненарушенной природной среде диапазон этих изменений строго ограничен. Природные воды и почвы обладают буферными возможностями, они способны нейтрализовать определенную часть кислоты и сохранить среду. Однако очевидно, что буферные способности природы не беспредельны.

Земля и растения, конечно, тоже страдают от кислотных дождей: снижается продуктивность почв, сокращается поступление питательных веществ, меняется состав почвенных микроорганизмов.

Огромный вред наносят кислотные дожди лесам. Леса высыхают. Но и у лиственных деревьев изменяется окраска листьев, преждевременно опадает листва, гибнет часть кроны, повреждается кора. Естественного возобновления хвойных и лиственных лесов не происходит.

Все больший ущерб кислотные дожди наносят сельскохозяйственным культурам: повреждаются покровные ткани растений, изменяется обмен веществ в клетках, растения замедляют рост и развитие, уменьшается их сопротивляемость к болезням и паразитам, падает урожайность.

Страдают от кислотных дождей и люди, вынужденные потреблять питьевую воду, загрязненную токсическими металлами — ртутью, свинцом,



кадмием и т.п.

Спасать природу от закисления необходимо. Для этого придется резко снизить выбросы в атмосферу окислов серы и азота, но в первую очередь сернистого газа, так как именно серная кислота и ее соли на 70—80% обуславливают кислотность дождей, выпадающих на больших расстояниях от места промышленного выброса.

Наблюдения за химическим составом и кислотностью осадков в России ведут 131 станция, отбирающие на химический анализ суммарные пробы, и 108 пунктов, на которых в оперативном порядке измеряют только величину pH. Пробы осадков на содержание от 11 до 20 компонентов анализируются в пяти кустовых лабораториях.

Система контроля загрязнения снежного покрова на территории России осуществляется на 625 пунктах, обследующих площадь в 15 млн. км<sup>2</sup>. Пробы забирают на наличие ионов сульфата, нитрата аммония, тяжелых металлов, определяют значение pH.

Природные осадки имеют разную кислотность, но в среднем pH=5,6. Кислотные осадки с pH < 5,6 представляют серьезную угрозу, особенно если величина pH падает ниже 5,1. Ниже перечисляются основные

Ослабление или гибель деревьев, особенно хвойных пород, произрастающих на больших высотах, из-за вымывания из почвы кальция, натрия и других питательных веществ (Рисунок IV).

- Рост популяции 81агола, простейшего, вызывающего серьезную кишечную инфекцию, которая поражает скалолазов и альпинистов, пьющих воду из, казалось бы, чистых горных ручьев.
- Возникновение и обострение многих болезней дыхательной системы человека, преждевременная гибель людей.

Кислотные осадки иллюстрируют пороговый эффект. Большинство почв, озер и рек содержат щелочные химические вещества, которые могут взаимодействовать с некоторым количеством кислот, нейтрализуя их. Однако регулярное многолетнее воздействие кислот истощает большинство из этих сдерживающих закисление веществ. Затем как бы внезапно начинается массовая гибель деревьев и рыб в озерах и реках. Когда это происходит, какие-либо меры по предотвращению серьезного ущерба предпринимать уже поздно. Опоздание составляет 10 — 20 лет.

. Большая часть кислотообразующих веществ, произведенных в одной стране, переносится преобладающими приземными ветрами на территорию другой.