



## Озоновый слой и миф об опасности из космоса

Н. Чугунов



В настоящее время общепринято мнение, что все живое на Земле от губительного воздействия жесткого, биологически опасного ультрафиолетового излучения защищает озоновый слой. Поэтому немалую тревогу во всем мире вызвало сообщение о том, что в этом слое обнаружены "дыры" - области, где толщина озонового слоя существенно уменьшена. После ряда исследований был сделан вывод, что разрушению озона способствуют фреоны - фторхлорпроизводные предельных углеводородов ( $C_nH_{2n+2}$ ), имеющие химические формулы типа  $CFCl_3$ ,  $CHFCl_2$ ,  $C_3H_2F_4Cl_2$  и другие. Фреоны к тому времени уже находили широчайшее применение: они служили рабочим веществом в домашних и промышленных холодильниках, ими в качестве пропеллента (выталкивающего газа) заряжались аэрозольные баллончики с парфюмерией и бытовой химией, их использовали для проявки некоторых технических фотоматериалов. И поскольку утечки фреонов при этом колоссальны, в 1985 году была принята Венская конвенция по защите озонового слоя, а 1 января 1989 года составлен Международный (Монреальский) протокол о запрещении производства фреонов. Тем не менее, у старшего научного сотрудника одного из московских институтов Н.И. Чугунова, специалиста в области физической химии, участника советско-американских переговоров о запрещении химического оружия (Женева, 1976 год), возникли серьезные сомнения как в "заслугах" озона в защите от ультрафиолета, так и в "вине" фреонов в разрушении озонового слоя.

Суть предлагаемой гипотезы заключается в том, что все живое на Земле от биологически опасного ультрафиолета защищает не озон, а кислород атмосферы. Именно кислород, поглощая это коротковолновое излучение, преобразуется в озон. Рассмотрим гипотезу с точки зрения основного закона природы - закона сохранения энергии.

Если, как сейчас принято считать, озоновый слой задерживает ультрафиолетовое излучение, то он поглощает его энергию. Но энергия не может исчезнуть бесследно, и поэтому с озоновым слоем что-то должно произойти. Есть несколько вариантов.

*Переход энергии излучения в тепловую.* Следствием этого должно быть нагревание озонового слоя. Однако он расположен на высоте устойчиво холодной атмосферы. А первая область повышенной температуры (так называемый мезопик) находится в два с лишним раза выше озонового слоя.

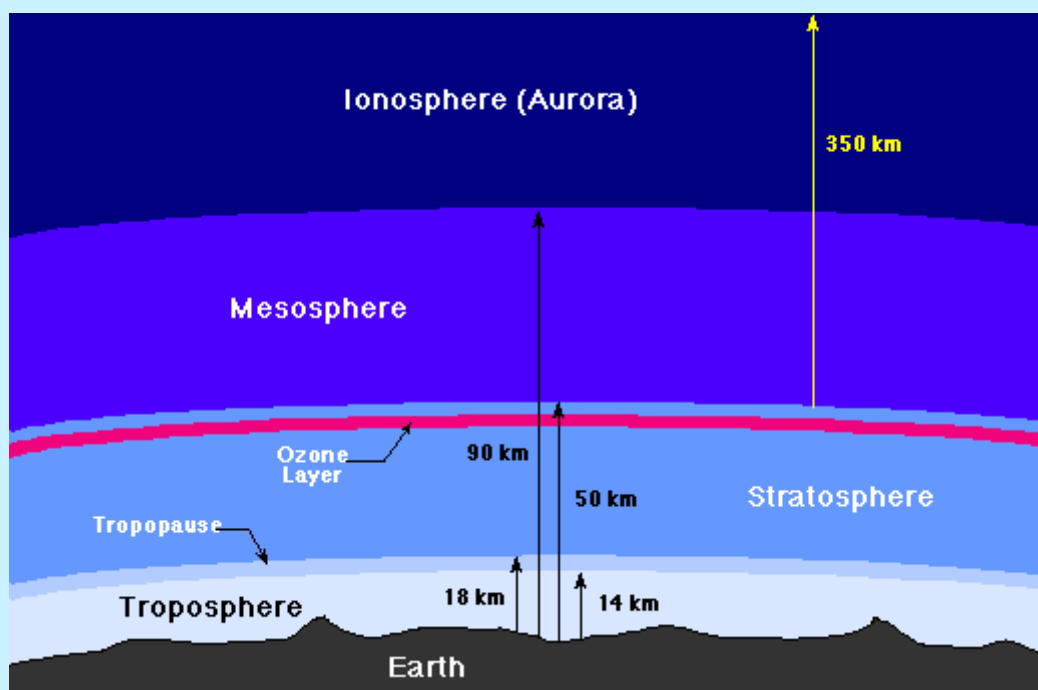
*Энергия ультрафиолета расходуется на разрушение озона.* Если это так, рушится не только основной тезис о защитных свойствах озонового слоя, но и обвинения в адрес "коварных" промышленных выбросов, которые якобы разрушают его.

*Накопление энергии излучения в озоновом слое.* Оно не может происходить бесконечно. В какой-то момент будет достигнут предел насыщения озонового слоя энергией, и тогда, скорее всего, пойдет химическая реакция взрывного типа. Однако в природе никто и никогда не наблюдал взрывов озонового слоя.

Несоответствие закону сохранения энергии свидетельствует о том, что мнение о поглощении озоновым слоем жесткого ультрафиолета не обосновано.

Известно, что на высоте 20-25 километров над Землей озон образует слой повышенной концентрации. Возникает вопрос - откуда он там появился? Если рассматривать озон как дар природы, то на эту роль он не пригоден - слишком легко разлагается. Причем процесс разложения имеет ту особенность, что при малом содержании озона в атмосфере скорость разложения невелика, а с ростом концентрации она резко увеличивается, и при 20-40% содержания озона в кислороде разложение идет уже со взрывом. А чтобы в воздухе появился озон, необходимо воздействие какого-то источника энергии на атмосферный кислород. Им может быть электрический разряд (особая "свежесть" воздуха после грозы - следствие появления озона), а также коротковолновое ультрафиолетовое излучение. Именно облучение воздуха ультрафиолетом длиной волны около 200 нанометров (нм) - один из способов получения озона в лабораторных и промышленных условиях.

Ультрафиолетовое излучение Солнца лежит в диапазоне длин волн от 10 до 400 нм. Чем короче длина волны, тем больше энергии несет излучение. Энергия излучения расходуется на возбуждение, диссоциацию и ионизацию молекул газов атмосферы. Расходуя энергию, излучение ослабевает, или, иначе, поглощается. Это явление количественно характеризуют коэффициентом поглощения. С уменьшением длины волны коэффициент поглощения увеличивается - излучение воздействует на вещество сильнее.



Слои атмосферы: тропосфера (troposphere), стратосфера (stratosphere), мезосфера (mesosphere), ионосфера (ionosphere). Озоновый слой (ozone layer) лежит в верхней части стратосферы

Принято подразделять ультрафиолетовое излучение на два диапазона - ближний ультрафиолет (длина волны 200-400 нм) и дальний, или вакуумный (10-200 нм). Судьба вакуумного ультрафиолета нас не волнует - он поглощается в высоких слоях атмосферы. Именно ему принадлежит заслуга в создании ионосферы. Следует обратить внимание на отсутствие логики при рассмотрении процессов поглощения энергии в атмосфере - дальний ультрафиолет создает ионосферу, а ближний ничего не создает, энергия исчезает без последствий. Так получается по гипотезе о его поглощении озоновым слоем. Предлагаемая гипотеза устраняет эту нелогичность.

Нас интересует ближний ультрафиолет, который пронизывает нижележащие слои атмосферы, в том числе - стратосферу, тропосферу, и облучает Землю. На своем пути излучение продолжает изменять спектральный состав за счет поглощения коротких волн. На высоте 34 километра излучений с длиной волн короче 280 нм не обнаружено. Наиболее же биологически опасным считается излучение с длинами волн от 255 до 266 нм. Из этого следует, что губительный ультрафиолет поглощается, не достигнув озонового слоя, то есть высот 20-25 километров. А до поверхности Земли доходит излучение с минимальной длиной волны 293 нм, опасности не представляющее. Таким образом, озоновый слой не принимает участия в поглощении биологически опасного излучения.

Рассмотрим наиболее вероятный процесс образования озона в атмосфере. При поглощении энергии коротковолнового ультрафиолетового излучения часть молекул ионизуется, теряя электрон и приобретая положительный заряд, а часть диссоциирует на два нейтральных атома. Свободный электрон, образовавшийся при ионизации, соединяется с одним из атомов, образуя отрицательный ион кислорода. Разноименно заряженные ионы соединяются, образуя нейтральную молекулу озона. Одновременно атомы и молекулы, поглощая энергию, переходят на верхний энергетический уровень, в возбужденное состояние. Для молекулы кислорода величина энергии возбуждения равна 5,1 эВ. В возбужденном состоянии молекулы находятся около  $10^{-8}$  секунды, после чего, испуская квант излучения, распадаются (диссоциируют) на атомы.

В процессе ионизации кислород имеет преимущество: он требует для этого наименьшей энергии среди всех составляющих атмосферу газов - 12,5 эВ (у водяного пара - 13,2; углекислого газа - 14,5; азота - 15,8 эВ).



api.ning.com

Таким образом, при поглощении ультрафиолета в атмосфере образуется своего рода смесь, в которой преобладают свободные электроны, нейтральные атомы кислорода, положительные ионы молекул кислорода, при их взаимодействии образуется озон.

Взаимодействие ультрафиолетового излучения с кислородом происходит по всей высоте атмосферы - есть сведения, что в мезосфере, на высоте от 50 до 80 километров, уже наблюдается процесс образования озона, который продолжается в стратосфере (от 15 до 50 км) и в тропосфере (до 15 км). Вместе с тем верхние слои атмосферы, в частности мезосфера, подвержены такому сильному воздействию коротковолнового ультрафиолета, что ионизируются и распадаются молекулы всех составляющих атмосферу газов. Не может не разлагаться и только что образовавшийся там озон, тем более, что для этого требуется почти такая же энергия, как и для молекул кислорода. И тем не менее разрушается он не полностью - часть озона, который в 1,66 раз тяжелее воздуха, опускается в нижние слои атмосферы до высоты 20-25 километров, где плотность атмосферы (примерно  $100 \text{ г/м}^3$ ) позволяет ему находиться как бы в равновесном состоянии. Там молекулы озона создают слой повышенной концентрации. При нормальном атмосферном давлении толщина озонового слоя составляла бы 3-4 миллиметра. Практически невозможно представить, до каких сверхвысоких температур должен был разогреться столь маломощный слой, если бы он действительно поглощал почти всю энергию ультрафиолетового излучения.



Ось суточного вращения Земли отклонена от перпендикуляра к плоскости эклиптики на  $23^\circ 26,5'$ . При годичном движении Земли вокруг Солнца эта ось сохраняет постоянное направление в пространстве. Поэтому в сентябре-октябре Южный полюс оказывается в "тени", атмосфера над ним закрыта от ультрафиолетового излучения Солнца. Через полгода в таком же положении оказывается Северный полюс Земли. Этим и объясняется сезонность появления "дыр" в озоновом слое над Антарктидой и Северным полюсом.

На высотах ниже 20-25 километров продолжается синтез озона, о чем свидетельствует изменение длины волн ультрафиолетового излучения с 280 нм на высоте 34 километра до 293 нм у поверхности Земли. Образовавшийся озон, будучи не в состоянии подняться вверх, остается в тропосфере. Это определяет постоянное содержание озона в воздухе приземного слоя зимой на уровне до  $2 \cdot 10^{-6} \%$ . Летом





photo-g.org

концентрация озона в 3-4 раза выше, по-видимому, за счет дополнительного образования озона при грозовых разрядах.

Таким образом, от жесткого ультрафиолетового излучения все живое на Земле защищает кислород атмосферы, озон же оказывается всего лишь побочным продуктом этого процесса.

Когда было обнаружено появление "дыр" в озоновом слое над Антарктикой в сентябре-октябре и над Арктикой - ориентировочно в январе-марте, возникли сомнения в достоверности гипотезы о защитных свойствах озона и о разрушении его промышленными выбросами, так как ни в Антарктиде, ни на Северном полюсе никакого производства нет.

С позиции же предлагаемой гипотезы сезонность появления "дыр" в озоновом слое объясняется тем, что летом и осенью над Антарктидой и зимой и весной над Северным полюсом атмосфера Земли практически не подвергается воздействию ультрафиолета. Полюса Земли в эти периоды находятся в "тени", над ними нет источника энергии, необходимой для образования озона.

Наука и жизнь