

## РЕФЕРАТ

### Описание всех видов смога

#### Введение

На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающим миром. Но с тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объём этого вмешательства, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества. Расход невозобновимых видов сырья повышается, все больше пахотных земель выбывает из экономики, так на них строятся города и заводы. Человеку приходится все больше вмешиваться в хозяйство биосферы - той части нашей планеты, в которой существует жизнь. Атмосфера Земли в настоящее время подвергается нарастающему антропогенному воздействию.

Наиболее масштабным и значительным является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них - газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения. Прогрессирует и накопление углекислого газа в атмосфере. Дальнейшее развитие этого процесса будет усиливать нежелательную тенденцию в сторону повышения среднегодовой температуры на планете. Вызывает тревогу у экологов и продолжающееся загрязнение Мирового океана нефтью и нефтепродуктами, достигшее уже 11:5 его общей поверхности. Нефтяное загрязнение таких размеров может вызвать существенные нарушения газо- и водообмена между гидросферой и атмосферой. В целом факторы, которым можно приписать загрязняющий эффект, оказывают заметное влияние на процессы, происходящие в атмосфере.

#### 1. Виды смога

Смог (англ. smog, от smoke - дым и fog - туман), сильное загрязнение воздуха в больших городах и промышленных центрах.

Смог бывает следующих типов:

Влажный смог лондонского типа - сочетание тумана с примесью дыма и газовых отходов производства.

Ледяной смог аляскинского типа - смог, образующийся при низких температурах из пара отопительных систем и бытовых газовых выбросов.

Радиационный туман - туман, который появляется в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы. Обычно радиационный туман возникает ночью в условиях антициклона при безоблачной погоде и легком бризе. Часто радиационный туман возникает в условиях температурной инверсии, препятствующей подъему воздушной массы. В промышленных районах может возникнуть крайняя форма радиационного тумана - смог.

Сухой смог лос-анджелесского типа - смог, возникающий в результате фотохимических реакций, которые происходят в газовых выбросах под действием солнечной радиации; устойчивая синеватая дымка из едких газов без тумана.

Фотохимический смог - смог, основной причиной возникновения которого считаются автомобильные выхлопы. Автомобильные выхлопные газы и загрязняющие выбросы предприятий в условиях инверсии температуры вступают в химическую реакцию с солнечным излучением, образуя озон.

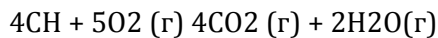
Фотохимический смог может вызвать поражение дыхательных путей, рвоту, раздражение слизистой оболочки глаз и общую вялость. В ряде случаев в фотохимическом смоге могут присутствовать соединения азота, которые повышают вероятность возникновения раковых заболеваний.

## 2. Лондонский смог

Лондонский смог формируется при влажности воздуха около 100%, температуре 0С, длительной штилевой погоде и высокой концентрации продуктов сгорания твёрдого и жидкого топлива. Наблюдается чаще в осенне-зимний период, характерен для умеренных широт с влажным морским климатом.

Загрязнение воздуха городов происходит в основном в результате процессов сгорания. Топливо обычно состоит из углеводородов, за исключением в основном экзотических примесей, таких, как ракетная промышленность, где иногда используются азот, алюминий и даже бериллий. Сжигание топлива первоначально кажется безвредным, но оно может привести к образованию ряда загрязняющих соединений углерода.

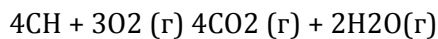
Топливо обычно состоит из углеводородов и обычный процесс сгорания его идет согласно уравнению:



Топливо + кислород диоксид углерода + вода.

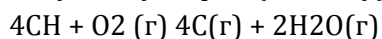
фотохимический смог промышленный загрязнение

Этот процесс не является особо опасным, поскольку ни  $\text{CO}_2$ , ни вода не являются токсичными веществами. Однако, когда в процессе сжигания имеет место недостаток кислорода, что может случиться внутри двигателя или котла, тогда могут образоваться токсичные компоненты. Уравнение можно записать в виде:



Топливо + кислород монооксид углерода + вода.

Здесь образуется оксид углерода ( $\text{CO}$ ), ядовитый газ. Если кислорода меньше, можно получить углерод (т.е. сажу):



Топливо + кислород сажа + вода

При низких температурах и в случаях относительно небольшого количества  $\text{O}_2$  реакции пиролиза (т.е. реакции, когда разрушение происходит в результате нагревания) могут вызвать изменения в расположении атомов, приводящие к образованию полициклических ароматических углеводородов в процессе сжигания.

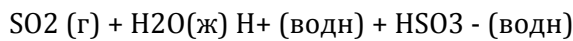
Наиболее печально известен - бенз(а) пирен, соединение, вызывающее рак.

Таким образом, не смотря на то, что сжигание топлива первоначально кажется безвредным, оно может привести к образованию ряда загрязняющих соединений углерода.

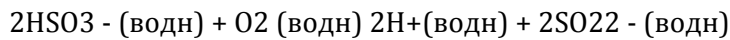
Кроме того, загрязнение воздуха могут вызвать примеси, входящие в состав топлива. Наиболее распространенной примесью в ископаемом топливе является сера (S), частично представленная в виде минерала пирита - FeS<sub>2</sub>. В некоторых углях может содержаться до 6% серы, которая превращается при сжигании в SO<sub>2</sub>:  
 $4\text{FeS}_2 (\text{тв}) + 11\text{O}_2 \rightarrow 8\text{O}_2 (\text{г}) + 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В топливе присутствуют и другие примеси, но сера всегда считалась наиболее типичным промышленным загрязнителем воздуха. Сажа, CO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> являются первичными загрязнителями.

Диоксид серы хорошо растворим и поэтому может растворяться в атмосферном воздухе, которое конденсирует вокруг частиц, например, дыма:



Следы металлов - загрязнителей железа (Fe) или марганца (Mn) катализируют переход растворенного SO<sub>2</sub> в H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:



Серная кислота обладает большим сродством к воде, поэтому образовавшаяся капелька дополнительно адсорбирует воду. Капельки постоянно растут и «туман-убийца», влажный смог, сгущается, достигая очень низких значений pH.

Переход от угля к углеводородным топливам уменьшил опасность загрязнения воздуха частицами сажи. Однако появились новые виды загрязнения, как первичного, так и вторичного, возникающего в результате реакций первичных загрязнителей с несгоревшим топливом и кислородом воздуха

Лондонский смог формируется при влажности воздуха около 100%, температуре 0°C, длительной штилевой погоде и высокой концентрации продуктов сгорания твердого и жидкого топлива (SO<sub>2</sub>, сажа, NO<sub>x</sub> и CO). Наблюдается чаще в осенне-зимний период, характерен для умеренных широт с влажным морским климатом. Смог получил свое название после происшедшей в столице Великобритании в декабре 1952 г.

катастрофы, связанной с высокой загрязненностью воздуха и длительным штилем в течение двух недель. В этот период резко повысилось число легочных и сердечнососудистых заболеваний, смертность увеличилась более, чем в 10 раз.

Подобные ситуации повторялись в декабре 1956 и январе 1957 г. Благодаря принятым мерам по ограничению пылегазовых выбросов загрязнение атмосферного воздуха в Лондоне значительно снизилось. Так, в период 1952-1970 гг. выбросы сажи при отоплении жилых домов сократились с 130 тыс. т в год до 10 тыс. т, а от промышленных предприятий с 50 тыс. т до 5,0 тыс. т в год. Сильный туман, который образовался в декабре 1972 г., висевший над городом на протяжении двух недель, на этот раз не вызвал серьезных последствий для населения.

Смог типа лондонского характерен для Мариуполя, Одессы и других приморских городов.

Но возвратимся к истории для того, чтобы узнать почему лондонский смог сделали отдельным типом. Великий смог (англ. Great Smog) - серьезное загрязнение воздуха, произошедшее в Лондоне в декабре 1952 года. Во время антициклона, принёсшего холодную и безветренную погоду, загрязняющие вещества - в основном уголь - собрались над городом, образовав толстый слой смога. Это продолжалось с пятницы

5 по вторник 9 декабря 1952 года, после чего погода сменилась, и туман разошёлся. Хотя смог и ухудшил видимость и к тому же проникал в помещения, реакция горожан была спокойной, поскольку в Лондоне туманы не редкость. В последующие недели, однако, статистические данные, собранные медицинскими службами города, выявили смертоносный характер бедствия - количество смертей среди младенцев, престарелых и страдающих респираторными заболеваниями к 8 декабря достигло четырёх тысяч человек; более 100 тысяч человек заболели. Более поздние исследования показали, что общее число погибших было значительно больше, около 12 000 человек.

Великий смог считается худшим событием, связанным с загрязнением воздуха, произошедшим в Великобритании, и наиболее важным с точки зрения влияния на экологические исследования, правительственные действия и общественное информирование о взаимосвязи между чистотой воздуха и человеческим здоровьем. Оно привело к некоторым изменениям в законодательстве, включая принятие в 1956 году Закона о чистом воздухе.

### 2.1 Причины загрязнения в 1952 году

В начале декабря 1952 года холодный туман опустился на Лондон. Из-за холода горожане стали использовать для отопления уголь в большем количестве, чем обычно. Послевоенный британский уголь был, как правило, не очень качественным, содержащим серу (по экономическим причинам более качественный уголь экспортировался), что увеличивало содержание диоксида серы в дыму. В Большом Лондоне также находились многочисленные угольные электростанции, включая электростанции в Фулхэме, Баттерси (рис. 1), Бэнксайде и Кингстон-апон-Темз; они также вносили вклад в загрязнение. Кроме того, загрязнение шло от выхлопных газов автомобилей - особенно от недавно заменивших трамваи автобусов с дизельным двигателем - и других промышленных и коммерческих источников. Ветра также приносили через Ла-Манш загрязнённый воздух из промышленных областей континентальной Европы.

Рисунок 1. Электростанция Баттерси.

### 2.2 Погода

4 декабря 1952 года Лондон попал в район действия антициклона, что привело к температурной инверсии: застоявшийся холодный воздух оказался под слоем («крышкой») воздуха тёплого. В результате из тумана, смешанного с каминным дымом, пылью, выхлопными газами транспортных средств и другими загрязняющими веществами, такими как диоксид серы, образовался стойкий смог, на следующий день окутавший столицу. Частицы сажи придавали ему жёлто-чёрный цвет, откуда пошло прозвище «peasouper» (букв. Гороховый суп). Практическая безветренность предотвратила разнос тумана и позволило продолжиться накапливаться в нём загрязняющим веществам.

### 2.3 Ситуация в Лондоне

Хотя и раньше в Лондоне были случаи тяжёлых туманов, в этот раз смог был более плотен и продлился дольше.

Туман был таким густым, что препятствовал движению автомобилей. Перестал работать общественный транспорт за исключением метрополитена; вскоре перестала функционировать скорая помощь, так что жители должны были сами прибывать в больницы. Были отменены концерты, прекращена демонстрация кинофильмов, поскольку смог легко проникал внутрь помещений. Зрители иногда попросту не видели сцену или экран из-за плотной завесы.

Рисунок 2. Колонна Нельсона во время великого смога 1952 года

#### 2.4 Влияние на здоровье жителей в 1952 г.

Во время самого смога жители Лондона не пребывали в паническом состоянии. Статистика, собранная в течение нескольких последующих недель, однако, показала, что туман убил 4 000 человек. Большинство жертв были детьми или стариками или людьми, страдавшими респираторными заболеваниями. В феврале 1953 года подполковник Липтон доложил в Палате общин, что, по его данным, смог вызвал 6 000 смертей, а также, что за его время 25 000 человек вышли на больничный. Большинство смертей было вызвано инфекциями респираторного тракта, в результате механической обструкции дыхательных путей сгустками гноя, возникшего из-за лёгочных инфекций, вызванных смогом; такая ситуация в организме могла привести к гипоксии. Основные лёгочные инфекции - бронхопневмония и острый гнойный бронхит на фоне хронического бронхита. В более современных исследованиях число жертв называется большим, по расчётам погибло около 12 000 человек.

#### 2.5 Законодательство в области охраны атмосферного воздуха

Число погибших заставило людей переосмыслить отношение к окружающей среде и загрязнению воздуха, так как было показано, что данная проблема представляет собой непосредственную угрозу жизни людей.

Были приняты новые экологические стандарты, направленные на ограничение использования грязных видов топлива в промышленности и на запрет сажесодержащих выхлопных газов.

С 1952 года началось принятие экологических законов, таких как Закон Лондонского Сити 1954 год и закон «О чистом воздухе» в редакции 1956 и 1968 годов; это позволило уменьшить загрязнение воздуха. Домовладельцев финансово стимулировали к замене открытого огня, питающегося углём, на альтернативные варианты (установка газовых плит).

#### 3. Ледяной смог аляскинского типа

Ледяной смог характерен для городов, расположенных в высоких (северных) широтах. Он образуется при температурах ниже - 30°C, полном штиле, высокой влажности воздуха и наличии мощных источников загрязнения атмосферы. При низкой температуре капельки водяного пара превращаются в кристаллики льда

(размером 5-10 мкм) и повисают в воздухе в виде густого белого тумана, видимость уменьшается до 8-10 м. На кристалликах льда адсорбируются частички и молекулы пылегазовых выбросов. Утяжеляясь, кристаллики льда опускаются в приземный слой. Дыхание в таком тумане становится невозможным. Достаточно редкое явление в мире и его чаще наблюдают поземном явлении на торговых баржах моряки в открытом море близ ледовитых полюсов.

#### Поземный туман

Туман, низко стелящийся над земной поверхностью (или водоёмом) сплошным тонким слоем или в виде отдельных ключьев, так что в слое тумана горизонтальная видимость составляет менее 1000 м, а на уровне 2 м - превышает 1000 м (обычно составляет, как при дымке, от 1 до 9 км, а иногда 10 км и более). Наблюдается, как правило, в вечерние, ночные и утренние часы.

ЖУРНАЛ. Отдельно отмечается поземный ледяной туман - наблюдаемый при температуре воздуха ниже  $-10... - 15^{\circ}$  и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.

#### Просвечивающий туман

Туман с горизонтальной видимостью на уровне 2 м менее 1000 м (обычно она составляет несколько сотен метров, а в ряде случаев снижается даже до нескольких десятков метров), слабо развитый по вертикали, так что возможно определить состояние неба (количество и форму облаков). Чаще наблюдается вечером, ночью и утром, но может наблюдаться и днём, особенно в холодное полугодие при повышении температуры воздуха. ЖУРНАЛ. Отдельно отмечается просвечивающий ледяной туман - наблюдаемый при температуре воздуха ниже  $-10... - 15^{\circ}$  и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.

#### Туман

Сплошной туман с горизонтальной видимостью на уровне 2 м менее 1000 м (обычно она составляет несколько сотен метров, а в ряде случаев снижается даже до нескольких десятков метров), достаточно развитый по вертикали, так что невозможно определить состояние неба (количество и форму облаков). Чаще наблюдается вечером, ночью и утром, но может наблюдаться и днём, особенно в холодное полугодие при повышении температуры воздуха.

ЖУРНАЛ. Отдельно отмечается ледяной туман - наблюдаемый при температуре воздуха ниже  $-10... - 15^{\circ}$  и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.

#### 3.1 Ледяной туман в жизни

15 января 2011 года в городе Changchun, провинция Дзилинь, была зарегистрирована самая низкая температура в этом году, 39,9 градусов из-за чего там образовался густой туман (смог)

Сочетание крайне низкой температуре, слабого ветра и высокой влажности привело к тому, что в воздухе постоянно висит ледяной туман, на дорогах образуется корка льда, из-за чего все транспортные средства вынуждены передвигаться крайне медленно и с включенными аварийками (рис. 3).

### Рисунок 3. Корска льда на улицах Дзилинь

Ночью температура воздуха опускается до 45-46 градусов, что при высокой влажности ведет к образованию густого постоянного тумана, видимость при этом падает до 50 метров. Дыхание при таких низких температурах приводит к тому, что лицо и одежда мгновенно покрываются толстым слоем инея (рис. 4).

### Рисунок 4. Торговец на улицах Дзилинь

Описание ледяного тумана одной работницей на метеорологической станции городка Фэрбенкс

«Туман в морозные дни густой как кисель, кипящий кисель, потому что постоянно движется и колыхается то сгущаясь от выхлопных газов едущих во всех направлениях автомобилей, то немного расползающийся клочьями в стороны если на какое-то время движение затихло, как крахмал в киселе то забеливает все после засыпки, то растекается растворяясь в горячей воде. А эта забывчивость иных местных водителей включать фары, особенно зимой! На Аляске даже в ясные дни принято ездить с зажженным светом. В тумане же необходимость зажженных фар вроде даже идиоту должна быть понятна. Едешь почти наощупь в этой кипящей молочной белизне и вдруг впереди капота прорисовываются две красноватые точки, как дьявольские глазки, скрипишь тормозами, ползешь юзом в обрисовывающийся все четче зад застывшего впереди автомобиля и проклинаешь идиота не включившего фары, а следовательно и задние огни зажигаются только лишь когда забывчивый или эгоистичный водитель нажимает на педаль тормоза. Адреналин в дни морозов на высоте. Может быть поэтому не замечала холода, хотя выпрыгивая из нагретого салона на улицу в куртке нараспашку моментально поперхалась колючим воздухом иголками впивающимся в нос, горло, кожу лица и рук. Но любители бани меня поймут, как и горячий пар, так и ледяной воздух веселят и бодрят, если попадаешь в них лишь на время и есть убежище в прохладной прихожке после бани или теплого салона или офиса после мороза.

Рисунок 5. Кипящая вода выплеснутая из кружки моментально испаряется превращаясь в облако ледовых кристаллов.

Вот в таком тумане и доводилось ездить в январе».

### 4. Радиационный туман

Радиационные туманы - туманы, которые появляются в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы. Обычно радиационный туман возникает ночью в условиях антициклона при безоблачной погоде и лёгком бризе. Часто радиационный туман возникает в условиях температурной инверсии, препятствующей подъёму воздушной массы. После восхода солнца радиационные туманы обычно быстро рассеиваются. Однако в холодное время года в устойчивых антициклонах они могут сохраняться и днём, иногда много суток подряд. В промышленных районах может возникнуть крайняя форма радиационного тумана - смог.

Да, радиационные туманы именно такие. Полоса как раз возникает из-за образования температурной инверсии. Слой температурной инверсии прерывист -

поэтому и туман напоминает полосу. Часто можно наблюдать над поймой реки и над озерами.

Начинается в ясный вечер с умеренной или высокой влажности и слабым ветре. Как солнечная энергия уменьшается в сумерках, поверхность земли излучает свое тепло от поверхности быстрее, чем он может получить ее из других источников, и, следовательно, её температура падает. Прохладная поверхность, охлаждает воздух в контакте с ним. Всю ночь, поверхность и вышележащих воздуха продолжают охлаждать (если теплый воздух перемещается в, или облачный слой форм выше); степень охлаждения зависит от нескольких факторов, включая облачности, скорости ветра и количества часов темноты.

Рисунок 6. Схема испарения радиационного тумана

Если воздух достигает уплотнение или росы, температура в течение этого ночного охлаждения, туман будет формировать. Влажная поверхность - влажная почва или бассейны стоячей воды - значительно увеличивает шансы формирования излучения туман, так что излучение туман потенциал высок после дождя, особенно если затем холодного фронта, который очищает небо и снижает температуру воздуха.

Радиационный туман не так часто, по поверхности воды, так как охлаждение водной поверхности излучения в ночное время гораздо медленнее, чем охлаждение происходит над землей.

Излучение туман слой может варьироваться в глубину и его горизонтального степени от мелких разрозненных патчей, образованных в поверхностных депрессий к общему одеяло целых 300 метров (1000 футов) в глубину. Видимость в тумане падает до менее 1 километра (5/8 мили) как плотность капель воды в воздухе увеличивается. При дальнейшем охлаждении и более конденсации, туман слой становится оптически более плотной, часто приводит к сокращению видимости «не может видеть руку перед лицом».

Часто, особенно осенью, когда длинные ночи способствуют глубокому охлаждению, мы видим, пятнистый туман в сельской местности в низких местах рельефа местности. Они являются предпочтительными местом потому что холодный воздух, будучи плотнее, чем теплый воздух, течет, как вода к самой нижней точке местности. Таким образом, если есть спуск к земле, например, воды дренажных каналов или склонах, холодный воздух будет поступать в самых низких точках рельефа.

Радиационная туман рассеивается, когда воздушная масса подогрывается или ветер усиливается и смешивает влажный, туманный воздух теплого или сухого воздуха вокруг него. Где прослойка тумана тонкая, утром солнечное излучение может проникать на землю и нагреть подстилающей поверхности, тем самым испарение туман снизу, процесс, который может быть быстрым летом и мучительно медленно в течение зимы.

Ночью туманы часто обходят города, в то время как густой туман образуется в окружающих сельских и пригородных зон, потому что город производит и держит тепло намного лучше, чем более открытым, растительностью пригороды, и, таким образом город не охлаждает, как глубоко в одночасье. (Воздух над городом также



часто немного суше, чем, что в окрестностях.)

## 5. Сухой смог лос-анджелесского типа

Химические реакции, приводящие к образованию вторичных загрязнителей, наиболее эффективно протекают при солнечном свете, поэтому возникающее загрязнение воздуха получило название фотохимического смога. Он был впервые отмечен в Лос-Анджелесе (США) в годы Второй мировой войны. Появление фотохимического смога связывают с бурным развитием автомобильного транспорта. Исходные вещества, из которых формируется фотохимический смог, входят в состав автомобильных выхлопных газов, присутствующих в воздухе в больших количествах. В двигателях внутреннего сгорания из-за непосредственного соединения азота с кислородом образуется монооксид азота.

Далее NO частично окисляется кислородом с образованием диоксида азота.

Это же превращение испытывает и NO, попавший в воздух.

На солнечном свете NO<sub>2</sub> подвергается фотодиссоциации.

Образующийся атомарный кислород очень активен и может вступать в разнообразные реакции, в частности, образовывать озон O<sub>3</sub> с молекулярным кислородом

Где M - молекулы воздуха, поглощающие выделившуюся энергию

Присутствие озона - наиболее характерный признак фотохимического смога. Он не образуется при сгорании топлива, а является вторичным загрязнителем.

В дневные часы озон медленно реагирует с NO<sub>2</sub>, образуя радикал NO<sub>3</sub>, который в свою очередь вступает в дальнейшие реакции с NO и NO<sub>2</sub>. Одной из конечных продуктов этих реакций является N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Если в атмосфере имеется водяной пар, то N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> может вступить в реакцию с водяным паром и продуктом этой реакции является азотная кислота - HNO<sub>3</sub>.

График 1. Средние концентрации загрязняющих веществ в деловой части Лос-Анджелеса в дни, когда наблюдалось сильное раздражение глаз. Данные за 1953-1958 гг.

Рассматривая все эти превращения, мы не учли влияние углеводородов, а ведь именно их присутствие в тропосфере вызывает ухудшение видимости и в результате их частичного разрушения образуются многие вредные вещества, среди которых: ПАН (пероксиацетилнитрат), альдегиды, окись углерода (угарный газ), углекислый газ, карбоновые кислоты, кетоны, окислы олефина, парафины и др.

Из графика 1 суточного хода загрязняющих веществ, представленного на рис. 3, видно, что максимум концентрации альдегидов и озона приходится сразу же после максимума концентрации углеводородов и NO<sub>2</sub> (через 4 - 5 часов). Отсюда можно сделать вывод, что увеличение выбросов в атмосферу несгоревшего топлива ведет к ухудшению экологической ситуации и тем самым является причиной дополнительного накапливания тропосферного озона.

### 5.1 Последствия смога

Высокие концентрации оксидантов - озона, ПАН, оксидов азота, содержащихся в

фотохимическом смоге, придают ему чрезвычайно неприятные свойства. Люди, оказавшиеся под воздействием смога, испытывают сильное раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей из-за наличия в нём веществ, подобных ПАН. Они вызывают слезотечение при концентрациях в 0,1 млн-1. Если содержание таких оксидантов превышает 0,25 млн-1, наблюдаются приступы астмы, кашель, неприятные ощущения в груди, головная боль. Концентрации озона, достигаемые в фотохимическом смоге, также очень вредны для здоровья. Так, уже 0,1 млн-1 озона в воздухе вызывает сухость в горле, раздражение дыхательных путей, понижение устойчивости к бактериям. Концентрации озона в 0,3 млн-1 вызывают нарушения дыхания, спазм грудной клетки, головокружение. Длительный контакт с таким воздухом приводит к росту заболеваемости и смертности людей. Особенно сильно подвержены действию смога дети и пожилые люди

Фотохимический смог отрицательно влияет и на растительность. Особенно плохо фотохимический смог влияет на бобы, свеклу, злаки, виноград, а также декоративные растения. Признаком того, что растение подверглось вредному влиянию фотохимического тумана, является набухание листьев, которое затем переходит в появление на верхних листьях пятен и белого налета, а на нижних ведет к появлению бронзового или серебристого оттенка. Затем растение начинает быстро чахнуть.

Кроме всего прочего, фотохимический туман ведет за собой ускоренную коррозию материалов и элементов зданий, растрескивание красок, резиновых и синтетических изделий, и даже порчу одежды.

Таблица 1. Сравнение смогов Лос-Анджелеса и Лондона

Характеристика

Лос-Анджелес

Лондон

Температура воздуха

От 24 до 32° С

От -1 до 4° С

Относительная влажность

<70%

85% (+ туман)

Инверсия температуры

На высоте 1000 м

На высоте нескольких сотен метров

Скорость ветра

< 3 м/с

Безветренно

Видимость

<0,8-1,6 км

<30 м

Месяцы наиболее частого появления

Август - сентябрь

Декабрь - январь

Основные топлива

Бензин

Уголь (и бензин)

Основные составляющие

O<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CO, органические вещества

Мелкие частицы, СО, соединения серы

Тип химических реакций

Окисление

Восстановление

Время максимального сгущения

Полдень

Раннее утро

Основное воздействие на здоровье

Раздражение глаз, нарушение дыхание

Раздражение дыхательных путей

Наиболее повреждаемые материалы

Резина

Железо, бетон

## 6. Фотохимический смог

Фотохимический туман представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрие или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и в течение не менее суток повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождающаяся инверсиями, необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ. Такие условия создаются чаще в июне - сентябре и реже зимой. При продолжительной ясной погоде солнечная радиация вызывает расщепление молекул диоксида азота с образованием оксида азота и атомарного кислорода. Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают озон. Казалось бы, последний, окисляя оксид азота, должен снова превращаться в молекулярный кислород, а оксид азота - в диоксид. Но этого не происходит. Оксид азота вступает в реакции с олефинами выхлопных газов, которые при этом расщепляются по двойной связи и образуют осколки молекул, и избыток озона. В результате продолжающейся диссоциации новые массы диоксида азота расщепляются и дают дополнительные количества озона. Возникает циклическая реакция, в результате которой в атмосфере постепенно накапливается озон. Этот процесс в ночное время прекращается. В свою очередь озон вступает в реакцию с олефинами. В атмосфере концентрируются различные перекиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты. Последние являются источником так называемых свободных радикалов, отличающихся особой реакционной способностью. Такие смоги - нередкое явление над Лондоном, Парижем, Лос - Анжелесом, Нью - Йорком и другими городами Европы и Америки. По своему физиологическому воздействию на организм человека они крайне опасны для дыхательной и кровеносной систем и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем. Смог наблюдается обычно при

слабой турбулентности (завихрение воздушных потоков) воздуха, и следовательно, при устойчивом распределении температуры воздуха по высоте, особенно при инверсиях температуры, при слабом ветре или штиле. Инверсии температуры в атмосфере, повышение температуры воздуха с высотой вместо обычного для тропосферы её убывания. Инверсия температуры встречаются и у земной поверхности (приземные инверсии температуры.), и в свободной атмосфере. Приземные инверсия температуры чаще всего образуются в безветренные ночи (зимой иногда и днём) в результате интенсивного излучения тепла земной поверхностью, что приводит к охлаждению как её самой, так и прилегающего слоя воздуха. Толщина приземных инверсия температуры составляет десятки - сотни метров. Увеличение температуры в инверсионном слое колеблется от десятых долей градусов до 15-20°C и более. Наиболее мощны зимние приземные инверсия температуры в Восточной Сибири и в Антарктиде. В тропосфере, выше приземного слоя, инверсия температуры чаще образуются в антициклонах благодаря оседанию воздуха, сопровождающемуся его сжатием, а следовательно - нагреванием (инверсии оседания). В зонах фронтов атмосферных инверсия температуры создаются вследствие натекания тёплого воздуха на нижерасположенный холодный. В верхних слоях атмосферы (стратосфере, мезосфере, термосфере) инверсия температуры возникают из-за сильного поглощения солнечной радиации. Так, на высотах от 20-30 до 50-60 км расположена инверсия температуры, связанная с поглощением ультрафиолетового излучения Солнца озоном. У основания этого слоя температура равна от - 50 до - 70°C, у его верхней границы она поднимается до - 10 - + 10°C. Мощная инверсия температуры, начинающаяся на высоте 80-90 км и простирающаяся на сотни км вверх, также обусловлена поглощением солнечной радиации. И. т. являются задерживающими слоями в атмосфере; они препятствуют развитию вертикальных движений воздуха, вследствие чего под ними накапливаются водяной пар, пыль, ядра конденсации. Это благоприятствует образованию слоев дымки, тумана, облаков. Вследствие аномальной рефракции света в инверсия температуры иногда возникают миражи. В инверсии температуры образуются также атмосферные волноводы, благоприятствующие дальнему распространению радиоволн. Атмосферный волновод, слой воздуха, непосредственно примыкающий к поверхности Земли или приподнятый над ней, который отклоняет распространяющиеся в нём радиоволны к поверхности Земли. При определённых метеорологических условиях, когда температура убывает с высотой медленнее, а влажность воздуха быстрее, чем при нормальных условиях, волна, вышедшая под небольшим углом к горизонту, на некоторой высоте испытывает полное отражение, отклоняется обратно к земной поверхности и отражается от неё. Этот процесс может повторяться многократно, в результате чего радиоволны распространяются вдоль поверхности Земли на большие расстояния без заметного ослабления (рис.). Такой способ распространения радиоволн в атмосфере называется волноводным, он напоминает распространение радиоволн в радиоволноводах. В атмосферных волноводах могут распространяться волны, для которых длина волны  $l$  меньше некоторого критического значения  $l_{кр}$  (обычно  $l_{кр} J$

50-100 V), т.е. дециметровые, сантиметровые и более короткие волны  
Смог снижает видимость, усиливает коррозию металлов и сооружений, оказывает отрицательное воздействие на здоровье человека. Интенсивный и длительный смог может явиться причиной повышения заболеваемости и смертности. Угарный газ, входящий в состав смога, представляет собой соединение углерода с кислородом; газ без цвета и запаха. Угарный газ впервые выделил французский врач Жак де Лассон в 1776 году при нагревании древесного угля с окисью цинка. Плотность угарного газа 0,00125 г./см<sup>3</sup> при 0 °С и давлении 0,1 Мн/м<sup>2</sup> (1 кгс/см<sup>2</sup>), tпл -205 °С, tкип -191,5 °С, критическая температура - 140°С, критическое давление 3,46 Мн/м<sup>2</sup> (34,6 кгс/см<sup>2</sup>). Отравления угарным газом возможны на производстве и в быту: в доменных, мартеновских, литейных цехах; при испытании двигателей, использовании топливных газов для сушки и подогрева; в химической промышленности; в гаражах; при дровяном отоплении и т.п.

Поступая в организм через органы дыхания, угарный газ взаимодействует с гемоглобином и образует карбоксигемоглобин, не обладающий способностью переносить кислород к тканям. Наряду с этим уменьшается коэффициент утилизации кислорода тканями. Возникают гипокания, затруднение диссоциации оксигемоглобина, ферментные нарушения тканевого дыхания и т.д. Защитную роль играет железо плазмы крови: его соединение с угарным газом препятствует образованию карбоксигемоглобина и способствует извлечению угарного газа из тканей.

При острых отравлениях могут наблюдаться головная боль, головокружение, тошнота, рвота, слабость, одышка, учащённый пульс; возможны быстрая потеря сознания, судороги, кома (с последующим двигательным возбуждением), нарушения кровообращения и дыхания, поражение зрительного нерва и т.д.; на 2-3-е сутки может развиваться токсическая пневмония.

В таких случаях рекомендуется вынести пострадавшего на свежий воздух, растереть грудь; вдыхание паров нашатырного спирта, горячее питье. При хронических отравлениях появляются головная боль, головокружение, бессонница, возникает эмоциональная неустойчивость, ухудшаются память, внимание. Возможны органические поражения центральной нервной системы, сосудистые спазмы, повышение количества эритроцитов в крови.

**Заключение**

Смог происходит в результате больших выбросов в атмосферу пара отопительных систем, бытовых газовых выбросов, антициклона при безоблачной погоде, легком бризе, температурной инверсии, препятствующей подъему воздушной массы. Все это под действием солнца может реагировать с другими веществами в воздухе и создавать неблагоприятную обстановку, особенно в засушливые безветренные летние дни. При продолжительной ясной погоде солнечная радиация вызывает расщепление молекул диоксида азота с образованием оксида азота и атомарного кислорода. Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают озон. Казалось бы, последний, окисляя оксид азота, должен снова превращаться в молекулярный



кислород, а оксид азота - в диоксид. Но этого не происходит. Оксид азота вступает в реакции с олефинами выхлопных газов, которые при этом расщепляются по двойной связи и образуют осколки молекул, и избыток озона. В результате продолжающейся диссоциации новые массы диоксида азота расщепляются и дают дополнительные количества озона. Возникает циклическая реакция, в результате которой в атмосфере постепенно накапливается озон. Этот процесс в ночное время прекращается. В свою очередь озон вступает в реакцию с олефинами. В атмосфере концентрируются различные перекиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты. Последние являются источником так называемых свободных радикалов, отличающихся особой реакционной способностью. Такие смоги - нередкое явление над Лондоном, Парижем, Лос - Анжелесом, Нью - Йорком и другими городами Европы и Америки.

Такие ситуации устраняются, предотвращаются следующими методами:

1. Регулированием на законодательном уровне
2. Развитием эко технологий
3. Метрологическим предупреждениями
4. Оперативными мерами ГО и МЧС
5. Информированием и обучением людей в СМИ, образовательных учреждениях или курсах

Список использованной литературы

1. Camps, Francis E. Gradwohl's Legal Medicine. - 3rd ed. - Bristol: John Wright & Sons Ltd, 1976. - P. 236. - ISBN 0-7236-0310-3
2. Опаловский А.А. Планета Земля глазами химика. М., Наука, 1990
3. Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания. В четырех книгах (перевод с англ.). М., Мир, 1995
4. Химия и общество (перевод с англ.). М., Мир, 1995
5. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. Учеб. пособие для геогр., биол., геол., с.-х. спец. вузов. М., Высш. шк., 1998
6. Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. Введение в химию окружающей среды (перевод с англ.) М., Мир, 1999
7. Wikipedia.org
8. academic.ru
9. wap.bakerstreet221b.ru
10. <http://www.ekologiya-online.ru/osnovy-obtheyj-ehkologii/smogi.html>
11. <http://www.vesti.ru/doc.html?id=1442938>
12. [http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/2542315.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/2542315.stm)
13. <http://fb.ru/article/77734/chto-takoe-smog-i-chem-on-opasen>